ISSN: 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5042

Revista Española de Nutrición Comunitaria

Spanish Journal of Community Nutrition

Vol. 21 - Suplemento 1

Octubre

2015

REUNIÓN DE CONSENSO SOBRE LA METODOLOGÍA DE LAS ENCUESTAS ALIMENTARIAS, TIPIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

Laguardia, 18 y 19 de septiembre de 2014

Editor: Javier Aranceta Bartrina

Co-editores: Gregorio Varela Moreiras y Lluis Serra-Majem

RENC

Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Vol. 21. Suplemento 1. Octubre 2015

Revista Española de Nutrición Comunitaria

Spanish Journal of Community Nutrition

Organo de expresión de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

Órgano de expresión del Grupo Latinoamericano de Nutrición Comunitaria

www.nutrición comunitaria.org

Vol. 21 - Suplemento 1 - Octubre 2015

Los contenidos incluidos en este suplemento de la Revista Española de Nutrición Comunitaria son una adaptación, en español, del monográfico publicado originalmente en inglés por la revista Nutrición Hospitalaria: Nutr Hosp. 2015; (Supl. 3) 31: 1-292

Edición y Administración
GRUPO AULA MÉDICA, S.L.

OFICINA
Isabel Colbrand, 10-12
Oficina 140 Planta 5.ª - 28050 Madrid
Tel.: 913 446 554 - Fax: 913 446 586
www.aulamedica.es

Dep. Legal: B-18798/95

ISSN (Versión papel): 1135-3074

aulamédica
formación en salud

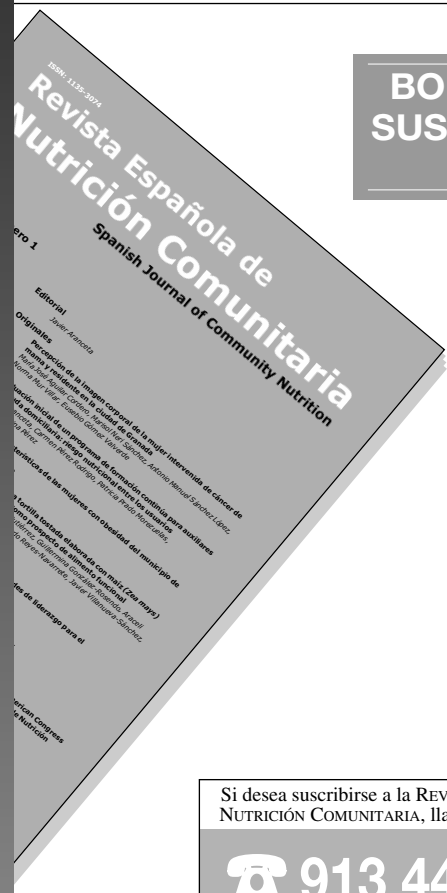
www.aulamedica.es

© SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA, 2015
© GRUPO AULA MÉDICA, 2015

Reservados todos los derechos de edición. Se prohíbe la reproducción o transmisión, total o parcial de los artículos contenidos en este número, ya sea por medio automático, de fotocopia o sistema de grabación, sin la autorización expresa de los editores.

Revista Española de Nutrición Comunitaria

Spanish Journal of Community Nutrition



BOLETIN DE SUSCRIPCION 2015

ÓRGANO DE EXPRESIÓN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA

ÓRGANO DE EXPRESIÓN DEL GRUPO LATINOAMERICANO DE NUTRICIÓN COMUNITARIA WWW.NUTRICIONCOMUNITARIA.ORG

Director: Javier Aranceta Bartrina

Esta publicación se encuentra incluida en EMBASE (Excerpta Medica), IBECS (Índice Bibliográfico en Ciencias de la Salud), IME (Índice Médico Español), Journal Citation Reports (Science Edition), Science Citation Index Expanded (SciSearch®), SIIC Data Bases, SCOPUS, MEDES y Dialnet.

PUBLICACIÓN TRIMESTRAL
4 números anuales

Si desea suscribirse a la REVISTA ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA, llame a este teléfono

☎ 913 446 554

Nombre y apellidos .....

Dirección ..... n.º ..... piso ..... Teléf. .....

Población ..... D. P. ..... Provincia .....

CIF/DNI ..... Fax ..... email .....

Deseo suscribirme a la REVISTA ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA (año 2015) al precio de:

☐ **Profesional 120 €*** ☐ **Instituciones 160 €***

* Estos precios no incluyen IVA ni gastos de envío

Forma de pago: Cheque nominal adjunto ☐

Con cargo a mi tarjeta de crédito: VISA ☐ AMERICAN EXPRESS ☐

Número ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ ☐☐☐☐ Fecha de caducidad __/__

..... de ..... de 2014

Atentamente, (firma del titular)

Envíe este cupón a:
GRUPO AULA MEDICA®, S.L., Isabel Colbrand, 10-12. Oficina 140 - Planta 5.ª - 28050 Madrid. Tel.: 913 446 554. Para mayor comodidad, mándelo por **Fax 913 446 586.**

aulamédica® formación en salud

También puede realizar su suscripción dirigiéndose a: suscripciones@grupoaulamedica.com

Para mayor comodidad, envíe el boletín de suscripción por FAX: 913 446 586

Revista Española de Nutrición Comunitaria

Spanish Journal of Community Nutrition

Vol. 21 - Suplemento 1 - Octubre 2015

Órgano de expresión de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

Órgano de expresión del Grupo Latinoamericano de Nutrición Comunitaria
www.nutricioncomunitaria.org

Director
Javier Aranceta Bartrina

Editores Asociados
Lluís Serra Majem
Carmen Pérez Rodrigo

Redactor Jefe
Joan Quiles Izquierdo

Secretarios de Redacción
Victoria Arija Val
Joan Fernández Ballart
Emilio Martínez de Vitoria
Rosa Ortega Anta
Amelia Rodríguez Martín
Gregorio Varela Moreiras
Lourdes Ribas Barba
Ana María López Sobaler
Josep A. Tur Marí

Indexada en
EMBASE/Excerpta Médica
IBECS (Índice Bibiliográfico en Ciencias de la Salud)
IME (Índice Médico Español)
Journal Citation Reports/Science Edition
Science Citation Index Expanded (SciSearch®)
SIIC Data Bases
SCOPUS
MEDES
Dialnet

REUNIÓN DE CONSENSO SOBRE LA METODOLOGÍA DE LAS ENCUESTAS ALIMENTARIAS, TIPIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

Presentación 1
Javier Aranceta

Documento de consenso y conclusiones. La metodología de las encuestas alimentarias, estudios nutricionales, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida 7
Javier Aranceta, Gregorio Varela-Moreiras, Lluis Serra-Majem y Grupo de Expertos de la Reunión de Laguardia

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS: MÉTODOS Y CONTROVERSIAS

Controversias sobre los estudios poblacionales, clínicos o de investigación básica relacionados con la alimentación, nutrición, actividad física y estilos de vida 11
Javier Aranceta, Carmen Pérez Rodrigo, Goiuri Alberdi Aresti, Gregorio Varela Moreiras, Lluis Serra-Majem

Historia de los métodos de valoración del consumo alimentario y aplicaciones 17
Luis Juan Morán Fagundez, Alejandra Rivera Torres, María Eugenia González Sánchez, Mari Lourdes de Torres Aured, Mercedes López-Pardo Martínez, José Antonio Irlés Rocamora

Fuentes de información sobre el consumo alimentario en España y Europa 24
Susana del Pozo de la Calle, Emma Ruiz Moreno, Teresa Valero Gaspar, Paula Rodríguez Alonso, José Manuel Ávila Torres

Métodos de evaluación de la ingesta actual: registro o diario dietético 34
Rosa M. Ortega, Carmen Pérez-Rodrigo, Ana M. López-Sobaler

¿Qué y cuánto comemos? El método Recuerdo de 24 horas 42
Gemma Salvador Castell, Lluis Serra-Majem, Lourdes Ribas-Barba

Métodos de Frecuencia de consumo alimentario 45
Carmen Pérez Rodrigo, Javier Aranceta, Gemma Salvador, Gregorio Varela Moreiras

Historia dietética. Metodología y aplicaciones 53
Luis Juan Morán Fagúndez, Alejandra Rivera Torres, María Eugenia González Sánchez, Mari Lourdes de Torres Aured, Mercedes López-Pardo Martínez, José Antonio Irles Rocamora

Valoración de la ingesta de bebidas y del estado de hidratación 58
Mariela Nissensohn, Marisa Luisa López Díaz-Ufano, Itandehui Castro-Quezada, Lluis Serra-Majem

Estimación del consumo de bebidas no alcohólicas, sodio, suplementos y aceite 66
Marisa Luisa López Díaz-Ufano

Evaluación de la ingesta en niños y adolescentes: problemas y recomendaciones 72
Carmen Pérez Rodrigo, Belén Artiach Escauriaza, Javier Aranceta, Isabel Polanco Allúe

Consideraciones y recomendaciones en el caso de estudios nutricionales realizados en adultos mayores 81
Pilar Riobó Servan, Roberto Sierra Poyatos, Judith Soldo Rodríguez, Carmen Gómez-Candela, Pedro Pablo García Luna, Lluis Serra-Majem

Métodos de cribado y métodos de evaluación rápida 88
Carmen Pérez Rodrigo, Luis Juan Morán Fagúndez, Pilar Riobó Servan, Javier Aranceta

ENCUESTAS DIETÉTICAS Y BALANCE ENERGÉTICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS, SESGOS, AJUSTES Y OTROS PROBLEMAS

Balance energético, un nuevo paradigma y aspectos metodológicos: estudio ANIBES en España 99
Gregorio Varela Moreiras, José Manuel Ávila, Emma Ruiz

Sesgos y ajustes en la valoración nutricional de las encuestas alimentarias 112
Victoria Arija, Rosa Abellana, Blanca Ribot, Josep M.ª Ramón

Infradeclaración en las encuestas alimentarias: implicaciones metodológicas 118
Itandehui Castro-Quezada, Cristina Ruano-Rodríguez, Lourdes Ribas-Barba, Lluis Serra-Majem

Indicadores de evaluación de la calidad de la dieta 127
Ángel Gil, Emilio Martínez de Victoria, Josune Olza

Inmunonutrición: metodología y aplicaciones 144
Belén Zapatera, Andreu Prados, Sonia Gómez-Martínez, Ascensión Marcos

ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE ENERGÍA Y NUTRIENTES, BIOMARCADORES Y VALORES DE REFERENCIA

Valores de referencia de ingesta dietética y de antropometría en estudios poblaciones 157
Victoria Arija, Carmen Pérez Rodrigo, Emilio Martínez de Victoria, Rosa M. Ortega, Lluis Serra-Majem, Lourdes Ribas, Javier Aranceta

Ingesta de energía y nutrientes; armonización de las Bases de Datos de Composición de Alimentos 168
Emilio Martínez-Victoria, Ignacio Martínez de Victoria, Alba Martínez-Burgos

Biomarcadores: antecedentes, clasificación y guía para su aplicación en epidemiología nutricional 176
Dolores Corella, José M. Ordovás

Identificación, impacto y tratamiento de datos perdidos y atípicos en epidemiología nutricional 188
Rosa Abellana Sangra, Andreu Farran Codina

Valoración del estado nutricional en el entorno asistencial en España 195
Rocío Campos del Portillo, Samara Palma Milla, Natalia García Vázquez, Pilar Riobó Serván, Pedro Pablo García-Luna, Carmen Gómez-Candela

GASTO ENERGÉTICO Y ACTIVIDAD FÍSICA: ASPECTOS METODOLÓGICOS

Evaluación de la actividad física en la población general; cuestionarios validados 209
Ignacio Ara, Raquel Aparicio-Ugarriza, David Morales-Barco, Susana Aznar, Wysllenny Nascimento de Souza, Esmeralda Mata, Marcela González-Gross

Estimación de la actividad física en población general: métodos instrumentales y nuevas tecnologías 215
Raquel Aparicio-Ugarriza, Susana Aznar, Juan Mielgo-Ayuso, Pedro J. Benito, Raquel Pedrero-Chamizo, Ignacio Ara y Marcela González-Gross

Valoración del estado nutricional y del gasto energético en deportistas 225
Juan Mielgo-Ayuso, Beatriz Maroto-Sánchez, Raquel Luzardo-Socorro, Gonzalo Palacios, Nieves Palacios, Marcela González-Gross

Biomarcadores de la actividad física y del deporte 235
Gonzalo Palacios, Raquel Pedrero-Chamizo, Nieves Palacios, Beatriz Maroto, Susana Aznar, Marcela González-Gross

Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones 243
Raquel Blasco Redondo

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ASPECTOS COMPLEMENTARIOS EN LOS ESTUDIOS NUTRICIONALES

Metodología para la estimación del consumo de tabaco, alcohol y otras drogas 255
Susana Belmonte Cortés, Carmen Serrano Zarceño, Susana Granado de la Orden

Escalas de calidad de vida, dependencia y salud mental de interés en estudios nutricionales de carácter poblacional 263
Susana Granado de la Orden, Carmen Serrano Zarceño, Susana Belmonte Cortés

Escalas de evaluación de la inseguridad alimentaria en el hogar 270
Gemma Salvador Castell, Carmen Pérez Rodrigo, Joy Ngo de la Cruz, Javier Aranceta

Métodos cronobiológicos en las encuestas alimentarias: criterios de aplicación e interpretación de resultados 277
Marta Garaulet, Purificación Gómez-Abellán, Juan Antonio Madrid

Utilidad y aplicación práctica de los resultados obtenidos en las encuestas alimentarias, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida a nivel poblacional 288
Javier Aranceta, Carmen Pérez Rodrigo, Goiuri Alberdi Aresti, Lluis Serra-Majem, Gregorio Varela Moreiras

Director

Javier Aranceta Bartrina

Editores Asociados

Lluis Serra Majem
Carmen Pérez Rodrigo

Redactor Jefe

Joan Quiles Izquierdo

Consejo editorial

Victoria Arija Val
Joan Fernández Ballart
Emilio Martínez de Vitoria
Rosa Ortega Anta
Amelia Rodríguez Martín
Gregorio Varela Moreiras
Lourdes Ribas Barba
Ana María López Sobaler
Josep A. Tur Marí

Junta Directiva de la SENC

Presidente:
Carmen Pérez Rodrigo

Vicepresidentes:
Rosa M. Ortega Anta
Emilio Martínez de Vitoria

Secretario General:
Josep Antoni Tur Marí

Tesorera:
Gemma Salvador i Castell

Vocales:
Gregorio Varela Moreiras
Joan Quiles Izquierdo
Victoria Arija Val
Mercé Vidal Ibáñez
Maria Lourdes de Torres Aured
Amelia Rodríguez Martín
Francisco Rivas García

Presidente Fundador:
José Mataix Verdú

Presidente de Honor:
Lluis Serra Majem

Presidente Comité Científico:
Javier Aranceta Bartrina

Comité de Expertos

Presidente: Lluis Serra Majem

Expertos

Victoria Arija (Reus, España)
José Ramón Banegas (Madrid, España)
Susana Bejarano (La Paz, Bolivia)
Josep Boatella (Barcelona, España)
Benjamín Caballero (Baltimore, EE.UU)
Jesús Contreras (Barcelona, España)
Carlos H. Daza (Potomac, México)
Gerard Debry (Nancy, Francia)
Miguel Delgado (Jaén, España)
Herman L. Delgado (Guatemala, Guatemala)
Alfredo Entrala (Madrid, España)
Mª Cecilia Fernández (San José, Costa Rica)
Joaquín Fernández Crehuet-Navajas (Málaga, España)
Anna Ferro-Luzzi (Roma, Italia)
Marius Foz (Barcelona, España)
Silvia Franceschi (Aviano, Italia)
Flaminio Fidanza (Perugia, Italia)
Santiago Funes (México DF, México)
Pilar Galán (París, Francia)
Reina García Closas (Tenerife, España)
Isabel García Jalón (Pamplona, España)
Patricio Garrido (Barcelona, España)
Lydia Gorgojo (Madrid, España)
Santiago Grisolía (Valencia, España)
Arturo Hardisson (Tenerife, España)
Elisabet Helsing (Copenague, Dinamarca. OMS)
Serge Hercbeg (Paris, Francia)
Manuel Hernández (La Habana, Cuba)
Philip James (Aberdeen, Inglaterra)
Arturo Jiménez Cruz (Tijuana, México)
Carlo La Vecchia (Milan, Italia)
Federico Leighton (Santiago, Chile)
Consuelo López Nomdedeu (Madrid, España)
Juan Llopis (Granada, España)
John Lupien (Massachusetts, EE.UU.)
Herlinda Madrigal (México DF, México)
Rocío Maldonado (Barcelona, España)
Francisco Mardones (Santiago, Chile)
Abel Mariné Font (Barcelona, España)
José Mª Martín Moreno (Madrid, España)
Endre Morava (Budapest, Hungría)
Olga Moreiras (Madrid, España)
Cecilio Morón (Santiago, Chile)
Mercedes Muñoz (Navarra, España)
Moisés Palma (Santiago, Chile)
Marcela Pérez (La Paz, Bolivia)
Andrés Petrasovits (Otawa, Canadá)
Eusebi Puyaltó (Barcelona, España)
Fernando Rodríguez Artalejo (Madrid, España)
Montserrat Rivero (Barcelona, España)
Joan Sabaté (Loma Linda, CA, EE.UU.)
Jordi Salas (Reus, España)
Gemma Salvador (Barcelona, España)
Ana Sastre (Madrid, España)
Jaume Serra (Barcelona, España)
Paloma Soria (Madrid, España)
Angela Sotelo (México DF, México)
Delia Soto (Chile)
Antonio Sierra (Tenerife, España)
Noel Solomons (Ciudad de Guatemala, Guatemala)
Ricardo Uauy (Santiago, Chile)
Wija van Staveren (Wageningen, Holanda)
Antonia Trichopoulou (Atenas, Grecia)
María Daniel Vaz de Almeida (Oporto, Portugal)
Ricardo Velázquez (México DF, México)
Jesús Vioque (Alicante, España)
Josef Vobecky (Montreal, Canadá)
Walter Willett (Boston, EE.UU.)

Coordinadores del Grupo Latinoamericano de Nutrición Comunitaria (GLANC)

Gemma Salvador i Castell
Emilio Martínez de Vitoria

Instituciones promotoras de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria

Casa Santiveri S.A.
Danone S.A.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Vol. 21. Suplemento 1. Octubre 2015

Laguardia, 18 y 19 de septiembre de 2014

REUNIÓN DE CONSENSO SOBRE LA METODOLOGÍA DE LAS ENCUESTAS ALIMENTARIAS, TIPIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

ORGANIZADO POR:

SENC
SOCIEDAD ESPAÑOLA NUTRICION COMUNITARIA

CON LA PARTICIPACIÓN DE:

FEN
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN
Miembro español de «The European Nutrition Foundations Network»

fiN Fundación para la Investigación Nutricional

CON LA COLABORACIÓN DE:

The Coca-Cola Company
Hidratando al Mundo desde 1886

Editor
Javier Aranceta Bartrina

Co-editores
Gregorio Varela Moreiras
Lluis Serra-Majem

Secretaría científica
Carmen Pérez Rodrigo

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):1-4
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5043

Presentación

"La verdadera grandeza de la ciencia acaba valorándose por su utilidad"
Gregorio Marañón (1887-1960)

El interés por los estudios sobre alimentación y nutrición de carácter poblacional ha sido una constante continua en España y en el mundo desde comienzos de la edad contemporánea. La literatura biomédica de nuestro país recoge a mediados del siglo XX varios interesantes estudios relacionados con el consumo alimentario en distintos grupos de población, algunos de ellos incluidos en el libro "Estudios sobre la nutrición" de Carlos Jiménez Díaz y sus colaboradores, referidos al periodo 1941-1943[1]. Durante la Guerra Civil española y en el periodo de la postguerra también fueron muy interesantes los estudios de Francisco Grande Covián sobre la malnutrición y déficit vitamínico en la población de Madrid[2,3]. Algunos estudios muy relevantes de la época se realizaron desde la Sección de Higiene de la Alimentación y Nutrición de la Escuela Nacional de Sanidad dirigidos inicialmente por Enrique Carrasco Cadenas y, a partir de 1940, por Francisco Vivanco[4-8].

En 1954 se puso en marcha la Escuela de Bromatología en el marco de la Universidad Complutense de Madrid, con múltiples actividades investigadoras y docentes. Desde esta institución, en 1956 se puso en marcha la primera Encuesta Nacional de Alimentación bajo la dirección del profesor Gregorio Varela Mosquera, con la colaboración de la FAO[8-10]. Para la recogida de datos se utilizó el método de inventario junto con la pesada de los alimentos ingeridos.

Durante este periodo se desarrollan actividades de apoyo nutricional y valoración de la situación alimentaria de distintos grupos de población por parte, entre otros, del Servicio Escolar de Alimentación y Nutrición creado en 1954, la Dirección General de Sanidad, el Servicio de Extensión Agraria, Auxilio Social, Cáritas y otras entidades de la época[7,8,11-14].

En 1961 se puso en marcha el programa EDALNU (Educación en Alimentación y Nutrición) con la ayuda técnica de la FAO y UNICEF. El objetivo se centraba en la distribución de la ayuda alimentaria recibida por toda la geografía nacional y poner en marcha proyectos de educación alimentaria dirigidos a la mujer y a las familias[15]. Posteriormente el programa EDALNU se ocuparía también en elaborar programas de docencia más estructurados y la puesta en marcha de encuestas de alimentación en la mayor parte de las provincias españolas. Se publicaron diversos materiales para ilustrar y como refuerzo didáctico del programa docente, donde se incorporaba la "Rueda de los Alimentos", que ha estado vigente en todos los textos divulgativos hasta fechas muy recientes. Buena parte de estas iniciativas se llevaron a cabo bajo la dirección de los doctores Francisco Vivanco, Juan Manuel Palacios, Abraham García Almansa y el excelente trabajo de la doctora Consuelo López Nomdedeu[16-21].

A partir de la década de los 80 se profundiza en el conocimiento de los hábitos alimentarios de la población española a través de las encuestas del INE[22], Ministerio de Agricultura y otras instituciones[23]. También se disponen de datos sobre consumo alimentario a partir de la FAO, OCDE y otras entidades nacionales[24, 25].

En la misma época distintas Comunidades Autónomas ponen el marcha encuestas poblacionales de nutrición, como se recoge en varios artículos de este monográfico, e importantes grupos de trabajo publican revisiones sobre las encuestas alimentarias y estudios de salud realizados en España en las últimas décadas[23,26].

En el último tercio del siglo XX y comienzos del XXI, es interesante mencionar el estudio PAIDOS (1984), realizado por los pediatras españoles para estimar la prevalencia de obesidad en la población infantil[27]. El estudio Enkid[28] realizado sobre una muestra representativa de la población infantil y juvenil española, el estudio de intervención nutricional sobre población escolar PERSEO (2006-2011)[29] vinculado a la estrategia NAOS de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. El Libro Blanco de la Alimentación en España dirigido desde la Fundación Española de Nutrición por el Prof. G. Varela Moreiras[31], las diferentes encuestas nutricionales impulsadas desde el ámbito institucional como son el estudio ENIDE[32], ALADINO[33], ENALIA 1[34], ENALIA 2[35] y los informes anuales sobre el consumo alimentario y distribución alimentaria publicados por MERCASA[36] y MAGRAMA[37].

Actualmente, el Estudio ANIBES sobre "Evaluación del Balance Energético y Hábitos Alimentarios de la población española"[38] está en disposición de generar información sobre los factores condicionantes de la sobrecarga ponderal en España, datos de calidad sobre actividad física y sedentarismo y ser un referente imprescindible para la puesta en práctica de acciones públicas y privadas de promoción de la salud en los próximos años.

En un futuro cercano también podremos contar con las aportaciones del estudio ENPE sobre "Evaluación Nutricional de la Población Española", realizado sobre una muestra representativa por Comunidades Autónomas sobre el análisis multifactorial del comportamiento alimentario y las distintas variables que lo acompañan[39]. Este amplio trabajo aportará información para facilitar la elaboración de contenidos en los programas de educación alimentaria y nutricional, valorar la necesidad de nuevos productos y servicios y planteará una visión holística de la alimentación en la población española.

En este rápido recordatorio de los principales estudios poblacionales de carácter nutricional, podemos observar la dispersión de las diferentes metodologías empleadas para la recogida de datos, la utilización de diferentes valores de referencia, Tablas de Composición de Alimentos, evaluación de la actividad física o expresión de resultados. Esta situación nos alentó a organizar una Reunión de Expertos para debatir en profundidad todos los puntos necesarios para poder establecer futuros estudios poblacionales de carácter nutricional en los que se pudiese evaluar la ingesta alimentaria, la actividad física, la tipificación ponderal, el resto de factores relacionados y otros ítems de estilos de vida con una metodología validada, equiparable y homogénea que nos permitiese avanzar en el campo de la Nutrición y Salud Pública y participar en los análisis comparativos o colaborativos a nivel estatal e internacional. Aunque en el pasado reciente hubo al menos dos intentos fallidos[40-42] de establecer unos criterios generales sobre el tema, creemos que en esta ocasión la iniciativa puede tener más largo recorrido.

Los contenidos científicos de la Reunión de Expertos que se incluyen en este monográfico, en forma de 32 artículos elaborados por 38 expertos invitados al evento, los cuales son también coautores de las conclusiones que se incorporan al final del documento como aportación resumida del consenso final de prioridades.

En este monográfico encontramos un apartado introductorio sobre el papel de los estudios nutricionales de carácter poblacional en la planificación sanitaria y en las acciones de salud, a cargo de los coordinadores del proyecto J. Aranceta de la Universidad de Navarra, G. Varela Moreiras de la Universidad CEU-San Pablo y Ll. Serra Majem de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

El primer bloque temático está formado por una revisión colegiada de los principales métodos de evaluación de la ingesta alimentaria: Historia de los métodos de estimación de la ingesta alimentaria (L. Moran), al que le sigue los apartados sobre las fuentes de información sobre el consumo alimentario en España y en Europa (J. M. Avila), Método de Registro (R. Ortega), Recuerdo 24 horas (G. Salvador), Frecuencia de Consumo (C. Pérez-Rodrigo) e Historia de la Dieta (L. Moran). En un segundo bloque de incorpora un apartado específico sobre evaluación de la ingesta de agua y bebidas (Ll. Serra); valoración de la ingesta de sodio, aceite y suplementos (M. L. López), el planteamiento de modificaciones metodológicas para la evaluación nutricional y de estilos de vida en población infantil (I. Polanco), población adulta mayor y ancianos (P. Riobó), junto con los métodos de cribado y evaluación rápida (C. Pérez-Rodrigo).

Una de las mayores controversias se plantea en relación a la estimación poblacional del balance energético con mediciones precisas de la ingesta energética, del gasto por actividad física y necesidades fisiológicas (G. Varela).También hay que afinar en los ajustes y control de sesgos en las encuestas alimentarias (V. Arija) o el control de los individuos "infra o sobre declaradores" (Ll. Serra Majem).

En estos tiempos de crisis, se plantea el interés de los métodos de tipificación de la calidad de la dieta (A. Gil) y el de los estudios y métodos vinculados a la inmunonutrición (A. Marcos).

En este punto, nos posicionamos en un elemento clave como son los valores de referencia en relación a la ingesta alimentaria, parámetros antropométricos y otros indicadores del estado nutricional y de salud (V. Arija), junto con una discusión sobre la transformación de la información obtenida a estimaciones de la ingesta energética y de nutrientes a través de las Tablas de Composición de Alimentos: luces y sombras (E. Martínez de la Victoria), y la posibilidad de contar con nuevos biomarcadores de la ingesta alimentaria (D. Corella).

Completan este bloque temático dos apartados de vital importancia: por un lado, el tratamiento de los datos y los programas de apoyo (R. Abellana) y por otro, los métodos de evaluación clínica del estado nutricional. Un procedimiento necesario y complejo vinculado al medio asistencial (C. Gómez-Candela).

Uno de los apartados más novedosos y complejos que se contemplan en este documento, el cual fue estudiado con especial profundidad en la reunión de trabajo, se relaciona con los métodos de evaluación del gasto energético por actividad física y tipificación del sedentarismo. Cuestionarios validados (S. Aznar); métodos instrumentales y nuevas tecnologías (M. González-Gros); valoración del gasto e ingesta alimentaria en deportistas (N. Palacios), una aproximación a los biomarcadores de la actividad física (M. González-Gros & I. Ara) y sobre los métodos de evaluación del gasto energético en reposo (R. Blasco).

El último bloque temático se corresponde con otros estilos de vida relacionados con los hábitos alimentarios, o que pueden interferir con el estado nutricional o de salud: consumo de alcohol, tabaco y otras drogas (S. Belmonte); escalas de calidad de vida, autonomía y salud mental; escalas de evaluación de la seguridad alimentaria (G. Salvador) y un artículo muy especial sobre el análisis de la cronobiología nutricional en las encuestas alimentarias (M. Garaulet).

Para finalizar, los coordinadores de la reunión plantean la utilidad y las potenciales aplicaciones de los estudios de evaluación de la ingesta alimentaria, estimación de la actividad física, factores determinantes y otros estilos de vida, en el ámbito de la salud y en otras facetas del individuo y la sociedad (J. Aranceta, G. Varela, Ll. Serra). Estas páginas preceden a los 20 puntos de las conclusiones debatidas y consensuadas entre todos los profesionales participantes.

Agradezco a mis compañeros en la coordinación, los Dres. Lluis Serra Majem y Gregorio Varela Moreiras y a la secretaria científica en la persona de la Dra. Carmen Pérez Rodrigo, su amistad y dedicación intensiva a este proyecto. A todos los autores que han contribuido a este suplemento, así como a los asistentes a la Reunión de Expertos de Laguardia (Rioja Alavesa) su dedicación, esfuerzo y colaboración para alcanzar los objetivos de esta iniciativa. Nuestro agradeci-

miento también a todas las personas que nos dieron cobertura profesional y humana en nuestras sesiones de trabajo y de manera especial, a la Compañía Coca-Cola Iberia que con una dinámica rigurosamente independiente nos ha facilitado la publicación y difusión de este material científico en el marco de la editorial Aula Médica.

Nuestro reconocimiento a la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC), Fundación de Investigación Nutricional (FIN) y Fundación Española de Nutrición (FEN) como marco científico de todo el proceso y actividades.

Deseamos que este esfuerzo colaborativo repercuta en avanzar hacia una sociedad más saludable y feliz.

Javier Aranceta MD, PhD
Coordinador

Referencias

1. Jiménez Díaz C. Memoria sobre el estado nutritivo de la población madrileña (1941-1943). Prólogo de José Luis Peset. *Estudios de Historia Social* 1978: 5-6: 401-65.
2. Grande Covian F, Jiménez García F. Tratamiento de la pelagra con ácido nicotínico. *Rev Clin Esp* 1940; 1: 144.
3. Del Cura MI, Huertas R. *Alimentación y enfermedad en tiempos de hambre: España, 1937-1947*. Madrid: CSIC, 2007.
4. Bemabeu Mestre J. El papel de la Escuela Nacional de Sanidad en el desarrollo de la salud pública en España, 1924-1934. *Rev San Hig Pub* 1994; 68: 65-89.
5. Bernabeu-Mestre J. El contexto histórico de la transición nutricional en España. En: Bernabeu-Mestre J, Barona JL (eds.). Nutrición, salud y sociedad. España y Europa en los siglos XIX y XX. València: Seminari d'Estudis sobre la Ciència/Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2011: pp. 185-208.
6. Ballester R, Perdiguero E. Los estudios sobre crecimiento humano como instrumento de medida de la salud de los niños españoles (1900-1950). *Áreas: Revista internacional de ciencias sociales* 2000; 20: 161-70.
7. Villalbí JR, Maldonado R. La alimentación de la población en España desde la posguerra hasta los años ochenta: una revisión crítica de las encuestas de nutrición. *Med Clín (Barc)* 1988; 90: 127-30.
8. Sabaté F. Las encuestas de alimentación y nutrición en España. Bibliografía 1939-77. *Rev San Hig Public* 1984; 58: 1117-32.
9. Varela G, Moreiras-Varela O, Vidal C. Niveles de nutrición en las diferentes regiones y estratos sociales. *Anales de Bromatología* 1965; 17: 163-237.
10. Rodríguez Artalejo F, Banegas JR, Graciani MA, Hernández Vecino R, Rey Calero J. El consumo de alimentos y nutrientes en España en el período 1940-1988. Análisis de su consistencia con la dieta mediterránea. *Med Clín (Barc)* 1996; 106: 161-8.
11. Servicio Escolar de Alimentación. Documenta. Cuaderno no 870. Madrid: Dirección General de Prensa; 1955.
12. De Palacios JM. Estado nutritivo de nuestros niños. Madrid: Ministerio de Educación Nacional. Dirección General de Enseñanza Primaria; 1964.
13. De Palacios JM, Vivanco F. Datos de talla y peso de 128.000 españoles. *Rev Clin Esp* 1965; XCIX (4): 230-1.
14. De Palacios JM, Vivanco F, Alonso B. Encuestas rurales de alimentación y nutrición. Moraira. *Rev Clin Esp* 1966; 102 (1): 6-18.
15. De Palacios JM. Información sobre el Programa de Educación en Alimentación y Nutrición en España. Madrid: Gobierno Español (CIBIS)-FAO-UNICEF; 1969.
16. López C. Encuesta realizada en la zona rural española sobre consumos de alimentos a nivel familiar obtenidos por el sistema de inventarios y compras. *Rev San Hig Public* 1984; 58: 119-46.
17. López C. El programa español de Educación en Alimentación y Nutrición. *Rev San Hig Pública* 1972; 46 (11-12): 951-8.
18. López C. Resumen de las tareas realizadas a través del Programa de Educación en Alimentación y Nutrición (Programa EDALNU). *Rev San Hig Public* 1973; 47 (6): 559-78.
19. Trescastro-López EM, Trescastro-López S. La educación en alimentación y nutrición en el medio escolar: el ejemplo del Programa EDALNU. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética* 2013; 17 (2): 84-90.
20. García A, López C. Nuestra experiencia en el programa EDALNU. *Nutr Clin Diet Hosp* 1990; 10 (4): 137-44.
21. Vivanco F, De Palacios JM, García A. Alimentación y nutrición. (2ª Ed). Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo, 1984.
22. Varela Mosquera G. La nutrición de los españoles. Madrid: Estudios del Instituto de Desarrollo Económico, 1971.
23. Serra-Majem L, Bautista Castaño I. La nutrición en España. En: Como vivíamos: alimentos y alimentación en la España del siglo XX. Barcelona: Lunwerg, 2007: pp. 177-95.
24. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). Hojas de Balance Alimentario, 2008.
25. Bengoa JM. Nutrición internacional: Algunos momentos cruciales de su historia. *Rev Esp Nutr Com* 1996; 2 (2): 64-70.
26. González Montero de Espinosa M, Marrodán MD. Contribución de las encuestas alimentarias al análisis de la nutrición en España: una revisión bibliográfica. *Revista Española de Antropología Biológica* 1996; 17: 49-62.
27. PAIDOS' 84. Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil. Madrid: Jomagar, 1985.
28. Serra-Majém L, Ribas Barba L, Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P. Pena Quintana L. Chilhood and adolescentobesity in Spain. Results of the enKid Study (1998-2000). *Med Clin (Barc)* 2003; 29 (19): 725-32.
29. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Campos Amado J, Calderón Pascual V, en nombre del Grupo Colaborativo Proyecto PERSEO. Proyecto PERSEO. Diseño y metodología del estudio de evaluación *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 2013; 19: 76-87.
30. Estrategia NAOS Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, 2005 (www.naos.aesan.msssi.gob.es). (Accedido 15 Enero 2015).
31. Varela Moreiras G (coord.). Libro Blanco de la Nutrición en España. Madrid: FEN-AESAN-Ministerio de Sanidad y consumo, 2013. Disponible en: [http://www.fundacionbamberg.org/innovacion/estudios-publicaciones/estudios/estudio-dieta-total] (Accedido 15 Enero 2015).
32. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española (ENIDE) 2011. [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enide.shtml
33. Ortega Anta RM, López Sobaler AM, Perea Sánchez JM, González Rodríguez LG, Villalobos Cruz T, Pérez Farinós N, et al. Estudio Aladino. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2011. Madrid: AECOSAN, 2013. Disponible en: [http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/docs/docs/documentos/estudio_ALADINO.pdf] (Accedido 15 Enero 2015).
34. AECOSAN. "ENALIA" Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia.shtml] (Accedido 15 Enero 2015).
35. AECOSAN. "ENALIA 2" Encuesta Nacional de Alimentación en la población adulta y mujeres embarazadas. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia_2.shtml] (Accedido 15 Enero 2015).

36. Informe 2013 sobre Producción, Industria, Distribución y Consumo de Alimentación en España. Madrid: MERCASA, 2013. Disponible en: [http://www.mercasa.es] (Accedido 15 Enero 2015).
37. La Alimentación mes a mes en España Año 2014. Madrid: MAGRAMA, 2014. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/] (Accedido 15 Enero 2015.
38. Ruiz E, Ávila JM, Castillo A, Valero T, del Pozo S, Rodríguez P et al. The ANIBES Study on Energy Balance in Spain: Design, Protocol and Methodology. *Nutrients* 2015, 7, 970-998; doi:10.3390/nu7020970.
39. Fundación Eroski – Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Encuesta Nutricional de la Población Española (ENPE). Madrid: SPRIM, 2014.
40. García Almansa A, López Nomdedeu C. Experiencias de encuestas alimentarias en el programa EDALNU. En: Actas del 1 Simposium Nacional sobre Metodología en los Estudios de Consumo de Alimentos. Valencia: Conselleria de Sanitat i Consum, 1991.
41. Grupo de Expertos Directrices para la elaboración de estudios poblacionales de alimentación y nutrición. *Rev San Hig Public* 1994;68 (2): 247-259.
42. Serra Majem L, Román B, Ribas L.-Metodología de los estudios nutricionales. *Actividad Dietética* 2001; 12: 180-5.

DOCUMENTO DE CONSENSO
Y CONCLUSIONES

La metodología de las encuestas alimentarias, estudios nutricionales, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):7-8
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5044

Documento de consenso y conclusiones. La metodología de las encuestas alimentarias, estudios nutricionales, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida

Javier Aranceta[1,2,3], Gregorio Varela-Moreiras[4,5], Lluis Serra-Majem[2,3,6], Carmen Pérez-Rodrigo[7]; Rosa Abellana[8], Ignacio Ara[9], Victoria Arija[10], Susana Aznar[11], José Manuel Ávila[5], Susana Belmonte[12], Raquel Blasco[13], Jesús Caldeiro[14], Lourdes Carrillo[15], Dolores Corella[16,3], María Luisa López[17], Marta Garaulet[18], Pedro Pablo García-Luna[19], Aquilino García-Perea[20], Ángel Gil[21], Carmen Gómez-Candela[22], Marcela González-Gross[23], Susana Granado de la Orden[12], Mercedes López-Pardo[24], Ascensión Marcos[25], Emilio Martínez de Victoria[21], Luis Morán[26], José María Ordovás[27], Rosa Mª Ortega[28], Nieves Palacios[9], Isabel Polanco Allué[22], Josep Mª Ramón[8], Lourdes Ribas[2], Pilar Riobó[29], Gemma Salvador Castell[30], Carmen Serrano[12], María Lourdes de Torres[31], Rafael Urrialde[32], Salvador Zamora[18]

[1]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [2]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Cientific de Barcelona. [3]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [4]Departamento de Farmacia y Ciencias de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Madrid. [5]Fundación Española de la Nutrición (FEN). Madrid. [6]Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [7]Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. [8]Universidad de Barcelona. [9]Consejo Superior de Deportes. Madrid. [10]Universidad Rovira i Virgili. Reus. [11]Universidad de Castilla-La Mancha. Toledo. [12]Consejería de Sanidad. Comunidad de Madrid. Madrid. [13]Centro Regional de Medicina Deportiva. Junta de Castilla y León. Valladolid. [14]IPSOS España. Madrid. [15]Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. semFYC. Santa Cruz de Tenerife. [16]Universidad de Valencia. [17]Centro de Salud Roxa Luxemburgo. San Sebastián de los Reyes. Madrid. [18]Universidad de Murcia. Murcia. [19]Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla. [20]Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos. CGCOF. Madrid. [21]Universidad de Granada. [22]Hospital Universitario La Paz. Madrid. [23]Universidad Politécnica de Madrid. [24]Asociación Española de Enfermeras de Nutrición y Dietética. ADENYD. Córdoba. [25]Consejo Superior de Investigaciones Científicas. ICTAN-CSIC. Madrid. [26]Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética. SANCYD. Sevilla. [27]Universidad de Tufts. Boston. [28]Universidad Complutense de Madrid. [29]Hospital Fundación Jiménez-Díaz. Madrid. [30]Gobierno de Cataluña. Barcelona. [31]Hospital Miguel Servet. Zaragoza. [32]Coca-Cola Iberia. Madrid.

En relación a la Reunión de Consenso de Laguardia, 17-19 de Septiembre de 2014, queremos destacar el elevado nivel científico de las distintas contribuciones y la gran implicación personal de los profesionales asistentes, lo que ha permitido obtener una extensa actualización de la metodología y los diferentes factores a considerar en la puesta en marcha de estudios poblacionales de carácter nutricional en nuestro país. Consideramos aquí una síntesis de los puntos más importantes en formato de *Documento de Consenso, Laguardia 2015*:

1.- En los estudios de carácter nutricional, de actividad física y de estilos de vida, es fundamental conocer cuáles son los objetivos de interés y los recursos disponibles, para poder decidir qué método o métodos son los más adecuados en cada circunstancia.

2.- Existen numerosas fuentes de información sobre el consumo alimentario en Europa y en España. Sin embargo, es necesario seguir trabajando a nivel europeo en la estandarización de la recogida de datos para poder hacer estudios comparativos y análisis de tendencias evolutivas más precisos, ya que el desarrollo y el consumo de nuevos productos alimentarios repercute en que dichas fuentes se adapten e incorporen información sobre las características de los mismos.

3.- En las fuentes de información disponibles no se contempla el desperdicio de alimentos y se ha abandonado en buena medida la recogida de información en instituciones.

4.- Todos los métodos de evaluación de la ingesta tienen ventajas e inconvenientes, que deben tenerse en cuenta al decidir cuál es el más adecuado según los objetivos, población y recursos. En el caso de estudios de vigilancia nutricional se recomienda utilizar la combinación de más de un método.

5.-Las nuevas tecnologías deben contribuir a mejorar la calidad de los procedimientos disponibles, su validez y precisión.

6.- La población infantil, escolar, las personas mayores, grupos con necesidades especiales, deportistas y las personas de bajo nivel socioeconómico, entre otros,

Correspondencia: Javier Aranceta.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Universidad de Navarra. Pamplona.
Apartado 5199. 48080 Bilbao (España).
E-mail: jaranceta@unav.es

requieren abordajes metodológicos específicos según sus características.

7.- El diseño cuidadoso del protocolo, la selección y formación de los responsables del trabajo de campo, el estudio piloto y la utilización de unas Tablas de Composición de Alimentos con datos documentados, homologadas, actualizadas y representativas de los alimentos consumidos en el lugar de estudio, así como de instrumentos precisos de medición del nivel e intensidad de la actividad física, son puntos claves en el proceso.

8.- Los estudios nutricionales deben incorporar datos sobre el gasto energético medido a través de la práctica de actividad física, y de esta forma evaluar, de manera prioritaria, el balance energético en el colectivo de estudio.

9.- La evaluación de la actividad física y la cuantificación de los comportamientos sedentarios se debe realizar con los instrumentos más adecuados según objetivos, población y recursos. Habría que tener en cuenta que la cuantificación del gasto energético mediante cuestionarios de actividad física puede ser bastante imprecisa y generar una sobreestimación de los resultados.

10.- Se deben evaluar diferentes categorizaciones del nivel de actividad física dependiendo de diferentes aspectos como: género, edad, nivel socio económico y nivel cultural entre otros. Además, se debe procurar también incluir factores como tipo, duración, frecuencia e intensidad de la actividad física desarrollada.

11.-En todos los estudios de evaluación del consumo alimentario se observan personas que infradeclaran y/o sobredeclaran la información sobre su ingesta. Este es un problema más importante en algunos grupos, y debería tenerse en cuenta en el diseño del proyecto y en el tratamiento de los resultados para paliar su impacto en los resultados.

12.-Deben considerarse aspectos sociales relacionados con la ingesta e incorporar el "cuando", "dónde" "qué", "como" y "con quién" en la evaluación del consumo de alimentos y bebidas.

13.- Sería deseable haber validado escalas de evaluación de la inseguridad alimentaria que permiten la detección de las dificultades que las familias y los individuos pueden experimentar, o que experimentan, para acceder a una dieta variada, suficiente y adecuada. Esta sección es especialmente importante en entornos desfavorecidos y en los períodos de crisis.

14.- La evaluación y cuantificación de los datos de actividad física están relacionadas con aspectos más individuales, lo que ocasiona que su valoración sea más específica que en el caso de las encuestas de ingesta de alimentos.

15.- Para la evaluación del estado nutricional, tanto a nivel individual como poblacional, es necesario disponer de herramientas específicas para su aplicación en el ámbito clínico, asistencial e Institucional.

16.- Los instrumentos de cribado pueden ser de gran utilidad para identificar individuos o grupos de riesgo en Atención Primaria y en otros entornos asistenciales. También son de interés la puesta a punto de instrumentos de autoevaluación.

17.-La evaluación de la calidad de la dieta, estado nutricional y los diferentes biomarcadores relacionados, precisan seleccionar valores de referencia y criterios de evaluación estandarizados.

18.- La determinación de los datos antropométricos posibilita la estimación de la composición corporal del individuo, pero la complejidad de los mismos hace imprescindible que se tengan en cuenta de forma global y no de manera aislada los indicadores del índice de masa corporal, perímetro abdominal y tanto por ciento de materia grasa considerando los ajustes necesarios de acuerdo al grupo de edad o estado fisiológico. Al utilizarlos de forma combinada, la precisión de la tipificación ponderal será mucho más elevada.

19.- La realización de estudios que engloben datos antropométricos, ingesta de alimentos, nivel de actividad física y otras variables relacionadas (condicionantes económicos, culturales, sociales y medioambientales), facilita que estos factores multidisciplinares puedan tratarse de forma global, y que en la determinación de los procesos, cuantificación y valoración de los datos participen expertos de diferentes áreas del conocimiento de las ciencias de la salud.

20.- Es necesario fomentar periódicamente este tipo de reuniones científicas con expertos sobre temas monográficos de interés en el ámbito de la nutrición y salud. La elección de los participantes debe permitir un enfoque riguroso y multidisciplinar cuidando un entorno físico y humano que favorezca la comunicación, el intercambio de contenidos y la discusión. El reto de futuro es evaluar el impacto de esta reunión de consenso en la mejora de la calidad y comparabilidad de la información nutricional en España.

EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTOS Y BEBIDAS: MÉTODOS Y CONTROVERSIAS

"Reunión de consenso sobre la metodología de las encuestas alimentarias, tipificación de la actividad física y estilos de vida saludables"

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):11-16
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5045

Controversias sobre los estudios poblacionales, clínicos o de investigación básica relacionados con la alimentación, nutrición, actividad física y estilos de vida

Javier Aranceta[1,2,8], Carmen Pérez Rodrigo[3], Goiuri Alberdi Aresti[4], Gregorio Varela Moreiras[5,6], Lluìs Serra-Majem[2,7,8]

[1]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. Pamplona. [2]Fundación para la Investigación Nutricional (FIN). Parc Científic de Barcelona. Barcelona. [3]Fundación FIDEC. Bilbao. [4]School of Medical Sciences. University of Aberdeen. Institute of Medical Sciences. Aberdeen. Scotland. UK. [5]Departmento de Farmacia y Ciencias de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Madrid. [6]Fundación Española de la Nutrición (FEN). Madrid. [7]Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas. Spain. [8]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. Spain.

Resumen

Los estudios nutricionales que incluyen análisis del consumo de alimentos y bebidas son necesarios con diferentes finalidades de interés nutricional, alimentario, toxicológico o en el contexto de estrategias de intervención que incluyen la modificación de conductas alimentarias. Se han venido utilizando diferentes métodos, cada uno con ventajas, inconvenientes, sesgos y limitaciones que deben considerarse al elegir el más adecuado en cada caso. El desarrollo de las nuevas tecnologías ofrece avances interesantes para mejorar la validez y precisión de estos métodos, así como su rápidez y eficiencia. También debe tenerse en cuenta las características de los individuos objeto del estudio, su entorno así como los recursos disponibles.

Palabras clave: *Consumo alimentario. Evaluación. Validez. Precisión. Nuevas tecnologías.*

CONTROVERSIES ABOUT POPULATION, CLINICAL OR BASIC RESEARCH STUDIES RELATED WITH FOOD, NUTRITION, PHYSICAL ACTIVITY AND LIFESTYLE

Abstract

Nutritional studies including food and beverage consumption assessment are needed for different purposes in the field of nutrition, food supply monitoring, toxicology or in the context of intervention strategies that include changes in eating behaviors. Different methods have been used, each with strengths, weaknesses, biases and limitations that must be considered when choosing the most appropriate in each case. The development of new technologies offers exciting developments to improve the validity and accuracy of these methods, as well as their efficiency and commodity. The characteristics of the individuals under study, its environment and the resources available should be considered as well.

Key words: *Food consumption assessment. Validity. Precision. New technologies.*

Abreviaturas

AECOSAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.
CE: Comunidad Europea.
EFSA: European Food Safety Authority/ Agencia Europea de Seguridad Alimentaria.
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations/ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
FIVR: Food Intake and Voice Recognizer.
MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
TADA: Technology Assisted Dietary Assessment.
ANIBES: Antropometría, Ingesta, y Balance Energético en España.
ENPE: Estado Nutricional de la Población Española.
ENIDE: Encuesta Nacional de Ingesta Dietética.
PREDIMED: Prevención con Dieta Mediterránea.
PERSEO: Programa Piloto Escolar de Referencia para la Salud y el Ejercicio, contra la Obesidad.
NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey/ Encuesta Nacional de Salud y Nutrición.

Correspondencia: Javier Aranceta.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Universidad de Navarra. Pamplona.
Apartado 5199. 48080 Bilbao (España).
E-mail: jaranceta@unav.es

Introducción

El estado de salud a nivel individual y colectivo está condicionado por diversos factores genéticos, endógenos y ambientales que en proporcionalidad variable interrelacionan con el bienestar, morbimortalidad y proyección vital hacia las futuras generaciones.

Bajo este supuesto, el conocimiento y análisis de los hábitos alimentarios, actividad física, balance energético y otros estilos de vida pueden suponer una gran ayuda en los estudios de epidemiología nutricional y en los procesos de planificación sanitaria, puesta a punto de recomendaciones alimentarias o elaboración de planes de salud.

En el marco de estos estudios y de sus conclusiones surgen dudas y controversias en función de la complejidad y diversidad de las metodologías utilizadas, de los criterios considerados para establecer los puntos de corte o los intervalos de normalidad de las distintas variables; o con mayor frecuencia la baja calidad de los datos obtenidos en el trabajo de campo o en las entrevistas programadas.

Este tipo de estudios se nutren de información que, en buena medida, se relaciona con aspectos íntimos de las personas; sus hábitos alimentarios, su forma de comprar, cocinar o comer, sus horarios, ritmo de vida y otras características personales[1]. En algunas ocasiones se podrían cuestionar aspectos metodológicos, como las herramientas utilizadas para la valoración nutricional u otros aspectos relacionados con la variabilidad de la ingesta, pero en la mayoría de las ocasiones coexisten dos bloques importantes de incertidumbre:

1. Obtención de información incompleta o sesgada sobre la ingesta alimentaria, la práctica de actividad física u otros estilos de vida. Con frecuencia pensamos en fallos de memoria pero también hay razones para pensar en enmascaramiento de la realidad, debido a la necesidad de obtener la aprobación de sus hábitos o la saturación inducida por entrevistas largas o poco motivadoras.
2. Uno de los aspectos que presentan mayor dificultad de evaluación se relaciona con la actividad física: tiempo, grado o intensidad. La utilización de cuestionarios validados es solo una primera aproximación y las ayudas instrumentales son muy costosas para utilizar en estudios de gran escala y precisan personal especializado para su correcta interpretación.

Una de las razones que caracterizan a la mayor parte de los estudios poblacionales es la presencia de un gran porcentaje de infra-respondedores en torno a la ingesta energética, así como la ingesta de grupos específicos de alimentos y nutrientes. También se observa una descripción inadecuada de la actividad física y una falta de caracterización del balance energético en los individuos y en el colectivo motivo de estudio[2].

Con estas limitaciones parece muy aventurado utilizar los resultados obtenidos para intentar modificar la realidad de manera sostenible y generar recomendaciones y planes de acción en salud comunitaria.

Basados en este planteamiento estratégico parece necesario incentivar la puesta en marcha de estudios representativos de la realidad alimentaria y de sus factores determinantes en donde la evaluación de la actividad física, los hábitos culinarios, la sensibilidad individual sobre la producción sostenible, el equilibrio ecológico y emocional sean bloques de variables que merezcan un análisis operativo.

Finalidad e interés de los estudios de consumo alimentario

En general, los estudios relacionados con el consumo de alimentos y bebidas tienen múltiples vertientes de aplicación que van desde el compromiso institucional de monitorización de la ingesta o la cesta de la compra hasta el interés más comercial vinculados a las estrategias de marketing y al análisis de mercados[1].

Algunas de estas áreas de aplicación se resumen en los siguientes apartados (tabla I):

Tabla I
Objetivos y utilidad de estudios de consumo alimentario

Plan de alimentación y nutrición	*Interés nutricional*	*Aspectos toxicológicos del suministro de alimentos*
– Suministro y distribución de alimentos Por ejemplo: - Hojas de balance de alimentos - Encuestas de Presupuestos Familiares	– Insuficiencia de nutrientes – Encuestas Nutricionales y de Salud: - Encuestas regionales (Cataluña, País Vasco, Islas Canarias, Madrid, Comunidad Valenciana, Andalucía...) – Encuestas nacionales: - ENIDE (España), NHANES (EEUU), Alemania, Austria, Finlandia, Francia, Irlanda, Holanda, Reino Unido, Australia, Nueva Zelanda...	– Estudio de dietas totales – Menú de la UE
– Producción y distribución de alimentos Ejemplos: - Vigilancia por parte del Ministerio de Agricultura	– Investigación epidemiológica sobre dieta-salud-estado nutricional Ejemplo: PREDIMED...	
– Regulación alimentaria, fortificación de alimentos y educación nutricional	– Evaluación de programas de intervención nutricional, políticas y guías.	

1. *Interés nutricional*

   a) Estimar la adecuación de la ingesta a las Ingestas Recomendadas y Guías Alimentarias vigentes en cada región o país. Por ejemplo, los recientes estudios realizados en España como son el estudio ANIBES[3], el proyecto ENPE[4] o el estudio ENIDE[5].
   b) Elemento de investigación de la relación entre dieta-salud-estado nutricional: epidemiología nutricional. En este apartado consideramos las recientes aportaciones del estudio PREDIMED[6].
   c) Herramienta de evaluación de los programas de educación nutricional, intervenciones nutricionales y programas de fortificación de alimentos, como lo fue alguna de las fases del proyecto PERSEO[7].

2. *Planificación alimentaria y nutricional*

   a) Análisis de la producción y disponibilidad de alimentos en una región o país (Hojas de Balance de Alimentos de la FAO)[8].
   b) Análisis del abastecimiento y distribución de alimentos y bebidas (Encuestas de Presupuestos Familiares[9], encuestas de MAGRAMA[10,11] o MERCASA[12] en España).
   c) Programas de vigilancia alimentaria y nutricional (AECOSAN)[13].
   d) Proyectos de regulación alimentaria, fortificación de alimentos y educación nutricional como algunos de los liderados por AECOSAN sobre el contenido en sal de algunos alimentos.

3. *Aspectos toxicológicos del abastecimiento de alimentos*

   a) Proyectos de Dieta Total para la determinación de elementos traza y contaminantes contenidos en los alimentos. Diversas CCAA han elaborado este tipo de estudios y más recientemente también AECOSAN[14].
   b) Menú de la UE, proyecto coordinado por la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) con el fin de impulsar la recogida de datos sobre consumo alimentario en los países europeos con procedimientos estandarizados, para que sea posible evaluar la exposición y análisis de riesgos de forma más precisa y eficiente. Permitirá recopilar datos sobre el menú de la población europea entre 2012 y 2017.

Algunos problemas comunes en los estudios nutricionales

Existen multitud de elementos a considerar en todos los estudios poblacionales, desde la selección de la muestra hasta la interpretación de los resultados, pero uno de los elementos limitantes se relaciona con la validez y fiabilidad del método seleccionado para la recogida de datos sobre la ingesta alimentaria. La tabla II resume los problemas frecuentes y las controversias relacionadas con las encuestas de consumo de alimentos y nutrición.

De los distintos métodos disponibles y de sus variantes solemos elegir el procedimiento dependiendo de la finalidad, el presupuesto, los recursos disponibles y las características del colectivo muestral. En todos los casos, nuestro objetivo final se centra en determinar la ingesta usual de cada individuo y del colectivo motivo de estudio[15].

El conocimiento de la ingesta usual es una finalidad muy exigente. Necesitaremos la aplicación de distintos métodos de apoyo complementario basados en registros de alimentos, como recuerdo de 24 horas de uno o más días, o el *Método Automatizado de Pasos Múltiples* (MAPM). Se trata de un método computarizado para recoger sistemáticamente los cuestionarios recordatorios de los alimentos ingeridos en 24 horas mediante entrevista por teléfono o en persona. También se incluyen los cuestionarios de frecuencia de consumo e incluso cuestionarios de historia de la dieta. Con esta información podremos utilizar modelos estadísticos que nos acerquen a la realidad de la ingesta usual.

En el proceso de recogida de datos tenemos una de las claves. Necesitamos utilizar el protocolo adecuado pero también disponer de personal entrenado y cualificado que sepa motivar y extraer el máximo de información de buena calidad de cada uno de los encuestados.

Esta labor precisa del apoyo de instrumentos validados para la interpretación de pesos y raciones y una buena cobertura de las nuevas tecnologías para guardar esta información de una forma rápida y precisa. He aquí uno de los puntos clave de los estudios nutricionales.

El equipo de trabajo de la EFSA ha propuesto una línea metodológica para armonizar la recogida de datos y la valoración nutricional con el objetivo de armonizar y hacer comparables los distintos trabajos que se lleven a cabo en diferentes países y dar así la posibilidad de sumar esfuerzos y datos entre los distintos equipos de trabajo de la Comunidad Europea (CE)[16,17].

Modelos de raciones y valoración de la ingesta alimentaria

Como hemos comentado, la estimación de la ración y el peso de los alimentos es un punto limitante en los estudios nutricionales. Nos interesa obtener toda la información sobre el consumo de alimentos y bebidas en un periodo determinado de tiempo, pero también conocer la realidad de los tamaños y pesos de los alimentos e ingredientes culinarios ingeridos.

Desde la Encuesta de Nutrición de Canadá en 1974 en la que se emplearon tamaños y grosores de cartulinas, recipientes calibrados y otros artilugios, hemos pasado por el empleo de réplicas de alimentos, estimación con medidas caseras (platos, cucharas, vasos, tazas...) e incluso la modelización con dedos y manos. En la actualidad, los modelos fotográficos y las aplicaciones tecnológicas son los recursos más utilizados[18]. En los modelos

Tabla II
Problemas y controversias en los estudios de alimentación y nutrición

Problemas	*Controversias*
Validez	Rentabilidad Estimación de la ingesta habitual Método apropiado de acurdo con los objetivos y los recursos Armonización de datos para poder compararlos Balance energético Infra- y sobre-respondedores
Raciones	Replicas y modelos de alimentos Modelos fotográficos Nuevas tecnologías
Alimentos especiales y adiciones	Pan Sal Agua y bebidas Aceite y otras grasas Suplementos
Carga del respondedor	Influencia la conducta alimentaria La tasa de respuesta
Colectivos especiales	Habilidad cognitiva Respuestas subrogadas
Estimaciones sobre la ingesta de energía y nutrientes	Bases de datos de composición de alimentos Plataformas de software adecuados
Biomarcadores	Ingesta de energía y nutrientes Actividad física *-ómica*
Actividad física	Cuestionarios Acelerómetro Nuevas tecnologías
Análisis de datos	La tasa de respuesta Sesgos y ajustes

fotográficos encontramos la idoneidad de su diseño específico para cada estudio considerando cuatro o más referencias volumétricas por alimento o grupo alimentario[19-23]. También puede ser de utilidad la tipificación de las raciones medias consumidas en pequeña, mediana, grande o muy grande.

Para cumplimentar este apartado en la actualidad es frecuente la utilización de páginas web, ordenadores portátiles, tabletas con aplicaciones específicas o teléfonos móviles. En algunas ocasiones se recurre a la grabación de imágenes en formato de registro para visualizar la elección de alimentos en restauración colectiva o el proceso de compra en pequeñas o grandes superficies, o incluso como herramienta de apoyo para los registros alimentarios[21-28].

Entre las nuevas aplicaciones, nos encontramos el sistema TADA (*Technology Assisted Dietary Assessment*), que implica tomar fotos con el móvil antes y después de la ingesta. Estas fotos son etiquetadas con detalles complementarios para estimar el tamaño de la ración y posterior análisis automático a partir de un vínculo a una base de datos de composición de alimentos[29].

El sistema FIVR (*Food Intake and Voice Recognizer*) permite captar imágenes con el móvil y grabar simultáneamente los comentarios sobre los platos preparados para la ingesta. La información es procesada con estimación de alimentos y volúmenes. El resultado final es un estudio dietético con valoración nutricional automatizada[30].

El sistema de sensores para evaluación ubicua permite la captación de imágenes y datos de registro durante un día o periodo determinado. Este método a partir de un dispositivo con sensores y cámara de grabación permite recoger información en tiempo real de factores ambientales como compra e ingesta de alimentos, técnicas culinarias empleadas, actividad física, actividades en el tiempo libre, consumo de bebidas u otras sustancias. Es un proceso de gran interés en el futuro de la telemedicina y la investigación en salud[31].

Dificultades especiales en la estimación de la ingesta alimentaria

La evaluación dietética es un proceso complejo. Todos los alimentos, tanto frescos como preparados, precisan de una atención especial para que ningún detalle se escape a la valoración global. Sin embargo, algunos elementos de la dieta presentan una dificultad añadida para su cuantificación precisa.

Agua y bebidas

La estimación del consumo de agua y otras bebidas no alcohólicas precisa de una atención especial y de cuestionarios específicos. Muchas personas tienen dificultades para recordar su ingesta de agua, y su variabilidad complica la valoración de la ingesta usual. En este caso el uso de biomarcadores y producción de orina son recomendados.

Bebidas alcohólicas

Completar la ingesta de bebidas alcohólicas en personas bebedoras precisa una minuciosa entrevista sobre este particular, comenzando por el momento de levantarse hasta la hora de acostarse e incluso en horario nocturno. Este apartado debería cumplimentarse al final de la entrevista con delicadeza y empatía.

Ingesta de sal

Evaluar el consumo de sal y el aporte total de sodio es un reto de difícil solución. Podemos recabar información secuencial sobre compra y gasto de sal en un periodo de tiempo determinado según número de usuarios en cada familia. Información sobre la utilización de sal extra en la mesa y/o aporte de sal marcada con litio. Podemos recurrir a la determinación de sodio en orina de 24 horas y en especial, a una buena tabla de composición de alimentos o un sistema de análisis de duplicados.

Consumo de aceite y otras grasas

La cuantificación del consumo de aceite a nivel individual o colectivo tiene diversos grados de dificultad en función de las técnicas culinarias, aceite añadido, tipo de aceite, ratio entre disponibilidad de aceite e ingesta entre otros. Necesitaremos poner a punto criterios homogéneos de asignación de consumo de aceite según tipo de plato y volumen de alimento, acompañado cuando sea posible de la utilización de biomarcadores.

En el caso de las grasas untables recurriremos a la receta, medida casera de la porción o asignación de cantidades según tamaño de la superficie receptora.

Pan

El pan es otro alimento de difícil caracterización en algunas situaciones. Necesitaremos conocer los tamaños y pesos de los panes más utilizados en cada zona, junto con el peso y tamaño de los panes de molde y similares. Los modelos fotográficos, las medidas caseras y la compra usual nos ayudaran a cuantificar su consumo.

Otras variables críticas

Junto con la complejidad de evaluar la dieta en su conjunto y algunos alimentos o productos en particular surgen distintos retos vinculados a las interrelación entre encuestado y encuestador en todo el proceso del trabajo de campo. En distintos apartados de este monográfico se discutirán estos detalles con especial meticulosidad. Se trata de obtener una buena tasa de respuestas válidas sobre una muestra teórica bien seleccionada. Adaptar toda la dinámica de encuentro para favorecer la participación de los encuestados y en todo caso plantear un adecuado análisis de la no respuesta.

Observamos peculiaridades añadidas en algunos colectivos como ancianos, niños, discapacitados, indigentes, inmigrantes o personas afectadas por alguna enfermedad o característica diferenciada. También con ocasión de respuestas subrogadas.

Algunos estudios mantienen importantes limitaciones en base a tasas de respuestas bajas, importantes subgrupos de infra-respondedores y la utilización de tablas de composición de alimentos de calidad insuficiente o de difícil comparativa.

Algunos sesgos están relacionados con la ausencia de información de calidad sobre consumo de suplementos nutricionales o productos dietéticos. La consideración de pocos días de observación de la ingesta o periodos que no permiten incorporar la variabilidad estacional o mensual pueden también sesgar los resultados.

Valoración instrumental: antropometría y actividad física

Algunos estudios nutricionales y casi todos los que tienen como objetivo la valoración del estado nutricional, incorporan un apartado más o menos extenso sobre las mediciones antropométricas. Este apartado precisa de una gran capacitación técnica, aparataje homologado, calibración y controles de calidad diarios. El trabajo previo a la puesta en marcha de estudio permitirá alcanzar un elevado nivel de entrenamiento en la toma de mediciones junto con la decisión de los puntos de corte y los valores de referencia que podremos utilizar.

Como habíamos adelantado, un apartado de capital importancia se relaciona con la investigación de la actividad física y el gasto calórico de cada participante en el estudio. A la utilización de cuestionarios validados se hace necesaria la incorporación de modernos instrumentos y nuevas tecnologías como son las aplicaciones específicas en conexión con acelerómetros, podómetros y otras utilidades técnicas[32].

La pertinencia de incorporar indicadores hematológicos, bioquímicos, otras pruebas biológicas o determinaciones genéticas se discutirán por parte del equipo investigador según los objetivos del proyecto y las características del colectivo de estudio. Finalmente los Comités de Ética serán una garantía añadida de equilibrio en nuestras propuestas globales.

Otros estilos de vida

En esta revisión preliminar de los distintos factores a considerar en la puesta a punto de estudios poblacionales de carácter nutricional no podemos olvidarnos de incorporar el hábito tabáquico, el consumo de alcohol, fármacos y otras drogas junto con indicadores precisos de la salud mental y la calidad de vida.

Desde el marco modelizado de la Dieta Mediterránea no nos olvidaremos de aspectos cronobiológicos, tiempo y hábitat dedicado a cada comida, criterios de sostenibilidad, características de la producción de alimentos, balance de restos, sobras y otras variables antropológicas vinculadas a la dieta.

Todos ellos factores relacionados y condicionantes de los hábitos alimentarios y del estado de salud. Datos que en mayor o menor medida que nos serán de mucha utilidad para nuestra propuesta futura de iniciativas de intervención y educación nutricional.

Referencias

1. Aranceta J. Nutrición Comunitaria (3ª edición). Barcelona: Elsevier-Masson, 2013.
2. Archer E, Hand GA, Blair SN. Validity of U.S. Nutritional Surveillance: National Health and Nutrition Examination Survey Caloric Energy Intake Data, 1971–2010. *PLoS ONE* 2013; 8 (10): e76632. doi:10.1371/journal.pone.0076632
3. Ruiz E, Ávila JM, Castillo A, Valero T, del Pozo S, Rodriguez P et al. The ANIBES Study on Energy Balance in Spain: Design, Protocol and Methodology. Nutrients 2015 (in press).
4. Fundación Eroski–Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. Encuesta Nutricional de la Población Española (ENPE). Madrid: SPRIM, 2014.
5. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española (ENIDE) 2011. [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enide.shtml
6. Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED). [http://www.predimed.org/]
7. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Campos Amado J, Calderón Pascual V, en nombre del Grupo Colaborativo Proyecto PERSEO. Proyecto PERSEO. Diseño y metodología del estudio de evaluación. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 2013; 19: 76-87.
8. FAO. Food Balance Sheets Avaible at:[http://www.fao.org/economic/ess/hojas-de-balance-de-alimentos/es/].
9. INE. Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF). INEbase. Disponible en: [www.ine.es] (Accedido 15 Enero 2015).
10. La Alimentación mes a mes en España Año 2014. Madrid: MAGRAMA, 2014. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/] (Accedido 15 Enero 2015).
11. del Pozo de la Calle S, García Iglesias V, Cuadrado Vives C, Ruiz Moreno E, Valero Gaspar T, Ávila Torres JM, Varela Moreiras G. Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (FEN)-MAGRAMA, 2012. Disponible en: [http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/30092012125258.pdf] (Accedido 15 Enero 2015).
12. Informe 2013 sobre Producción, Industria, Distribución y Consumo de Alimentación en España. Madrid: MERCASA, 2013. Disponible en: [http://www.mercasa.es] (Accedido 15 Enero 2015).
13. AECOSAN. Evaluación de riesgos. Datos de consumo alimentario. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/seccion/datos_consumo.shtml] (Accedido 15 Enero 2015).
14. Estudio de Dieta Total. Madrid: AESAN-Fundación Bamberg, 2007. Disponible en: [http://www.fundacionbamberg.org/innovacion/estudios-publicaciones/estudios/estudio-dieta-total] (Accedido 15 Enero 2015).
15. Serra Majem LI, Aranceta Bartrina J (eds). Nutrición y salud pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2 ed. Barcelona: Elsevier-Masson; 2006.
16. European Food Safety Authority; General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey. *EFSA Journal* 2009; 7 (12):1435. [51 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2009.1435
17. Gavrieli A, Naska A, Berry R, Roe M, Harvey L, Finglas P et al. Dietary monitoring tools for risk assessment. EFSA supporting publication 2014: EN-607, 287 pp.
18. Gibson RS. Principles of nutritional assessment (2nd edition). New York: Oxford University Press, 2005.
19. Islam NG, Dadabhoy H, Gillum A, Baranowski J, Zimmerman T, Subar AF, Baranowski T. Digital Food Photography: dietary surveillance and beyond. *Procedia Food Science* 2013; 2: 122-8.
20. Mccabe-Sellers, B. Advancing the art and science of dietary assessment through technology. *J Am Diet Assoc* 2010; 10 (1): 52-4. doi: 10.1016/j.jada.2009.10.014.
21. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 2012; 41: 1187-203.
22. Subar AF, Crafts J, Zimmerman TP, Wilson M, Mittl B, Islam NG et al. Assessment of the accuracy of portion size reports using computer-based food photographs aids in the development of an automated self-administered 24-hour recall. *J Am Diet Assoc* 2010; 110: 55-64.
23. Toobert DJ, Strycker LA, Hampson SE, Westling E, Christiansen SM; Hurley TG, Hébert JR. Computerized portion-size estimation compared to multiple 24-hour dietary recalls for measurement of fat, fruit, and vegetable intake in overweight adults. *J Am Diet Assoc* 2011; 111: 1578-83.
24. Millen BE. Dietary behavior assessment: historical and recent innovations. *J Am Diet Assoc* 2010; 110 (8): 1166-9. doi: 10.1016/j.jada.2010.05.011.
25. Ngo J, Engelen A, Molag M, Roesle J, García-Segovia P, Serra-Majem L. A review of the use of information and communication technologies for dietary assessment. *Br J Nutr* 2009; 101 (suppl. 2): S102-S112.
26. Stumbo PJ, Weiss R,.Newman JW, Pennington JA, Tucker KL, Wiesenfeld PL, Illner AK, Klurfeld DM, Kaput J. Web-enabled and improved software tools and data are needed to measure nutrient intakes and physical activity for personalized health research. *J Nutr* 2010; 140: 2104-15.
27. Kirkpatrick SI, Reedy J, Butler EN, Dodd KW, Subar AF, Thompson FE, McKinnon RA. Dietary assessment in food environment research. A systematic review. *Am J Prev Med* 2014; 46 (1): 94-102.
28. Serra-Majem L. Food availability and consumption at national, household and individual levels: implications for food-based dietary guidelines development. *Public Health Nutr* 2001; 4 (2B): 673-6.
29. Stumbo PJ. New technology in dietary assessment: a review of digital methods in improving food record accuracy. *Proceedings of the Nutrition Society* 2013; 72: 70-6.
30. Food Intake and Voice Recognizer (FIVR) Disponible en: [http://www.viocare.com/index.aspx].
31. Sun M; Fernstrom JD, Jia W, Hackworth SA, Yao N, Li Y et al. A wearable electronic system for objective dietary assessment. *J Am Diet Assoc* 2010; 110 (1): 45-7. doi: 10.1016/j.jada.2009.10.013.
32. Plasqui G, Bonomi AG, Westerterp KR. Daily physical activity assessment with accelerometers: new insights and validation studies. *Obes Rev* 2013; 14 (6): 451-62. doi: 10.1111/obr.12021. Epub 2013 Feb 7.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):17-23
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5046

Historia de los métodos de valoración del consumo alimentario y aplicaciones

Luis Juan Morán Fagúndez[1], Alejandra Rivera Torres[1], María Eugenia González Sánchez[1], Mari Lourdes de Torres Aured[2], Mercedes López-Pardo Martínez[3], José Antonio Irles Rocamora[4]

[1]Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética (SANCYD). [2]Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. [3]Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición del Hospital Universitario Reina Sofía. Facultad de Medicina y Enfermería de Córdoba. [4]Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla. España.

Resumen

Los métodos de valoración del consumo de alimentos, son utilizados para evaluar la salud nutricional de la población y sirven de base para la elaboración de guías, recomendaciones nutricionales y planes de salud, y el estudio de estos temas constituye una de las grandes tareas de la investigación y de las políticas sanitarias en los países desarrollados.

Los principales avances en este área en nuestro país se han realizado a partir de 1940, avanzándose tanto en la fiabilidad de los datos, como en la estandarización de los estudios, lo que es una condición necesaria para poder comparar los cambios ocurridos a lo largo del tiempo.

En este artículo se analizan la historia y aplicación de las diferentes encuestas dietéticas, de la historia dietética y de los Registros de frecuencia de alimentos.

Demás de la información procedente de algunas encuestas realizadas a nivel nacional, los principales datos de que disponemos actualmente para planificación en salud publica Nutricional, proceden de la explotación nutricional de las encuestas de presupuestos familiares y de las hojas de balance alimentario, basadas en datos proporcionados por el Ministerio de Agricultura.

Palabras clave: *Historia. Encuestas dietéticas. Historia dietética. Registros de frecuencia de alimentos.*

HISTORY OF THE VALUATION METHODS AND APPLICATIONS OF FOOD CONSUMPTION

Abstract

The food consumption assessment methods are used in nutrition and health population surveys and are the basis for the development of guidelines, nutritional recommendations and health plans, The study of these issues is one of the major tasks of the research and health policy in developed countries.

Major advances nationally in this area have been made since 1940, both in the reliability of the data and in the standardization of studies, which is a necessary condition to compare changes over time.

In this article the history and application of different dietary surveys, dietary history and food frequency records are analyzed.

Besides information from surveys conducted at a national level, the main data currently available for public health planning in nutrition comes from nutritional analysis of household budget surveys and food balance sheets, based on data provided by the Ministry of Agriculture.

Key words: *Dietetics. Diet Surveys. Food Habits. Diet Records. History.*

Introducción

Alimentarse es una necesidad primaria para el ser humano y la valoración del consumo alimentario y el estudio de la dieta tanto a nivel individual como colectivo, ha estado siempre presente en la historia de la humanidad.

En un principio el estudio de la dieta, se hizo con una única finalidad de supervivencia y la distinción entre los alimentos que favorecían la supervivencia y aquellos que eran nocivos para la salud o venenosos, se hizo con el método de ensayo-error. El conocimiento empírico adquirido con el elevado precio de numerosas vidas entre nuestros ancestros, se ha ido incorporando y transmitiendo de generación en generación, como un valioso conocimiento, en el acervo cultural de las civilizaciones.

El estudio de la dieta, ya no únicamente para subsistir, sino para mantener un buen estado de salud, ocurrió posteriormente. Etimológicamente la palabra "dieta" proviene del griego DAYTA, que significa 'régimen de vida'. Se acepta como sinónimo de régimen alimenticio, que alude al 'conjunto y cantidades de los alimentos o mezclas de alimentos que se consumen habitualmente'. También puede hacer referencia al tipo de alimentación que, en determinadas circunstancias, realizan personas sanas, enfermas o convalecientes en el comer, beber y dormir[1].

Existe información disponible sobre la dieta desde antes de apareciera la escritura y comenzase la historia. Sin embargo no ha sido hasta los últimos 200 años cuando se ha producido un mayor avance en la valoración del consumo de alimentos, con la aplicación del método científico, y actualmente, el estudio de estos temas constituye una de las grandes tareas de la investi-

Correspondencia: Luis Juan Morán Fagúndez.
Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética (SANCYD).
Pagés del Corro nº 80, 3º.
41010. Sevilla. España.
E-mail: luisjmoran@ono.com

gación y de las políticas sanitarias en los países desarrollados.

En este artículo revisamos la evolución desde sus inicios hasta la época actual de los diversos intentos de estudio de los alimentos y de su consumo. Revisándose también cual ha sido la aplicación de los diferentes métodos y técnicas de estudio de la alimentación, en los principales proyectos de intervención de Salud Pública.

Época antigua

Durante millones de años la humanidad se alimentaba de lo que podía o había a su alrededor, sin un conocimiento científico de los alimentos, siendo el primer propósito del hombre el de satisfacer el hambre. La supervivencia de los grupos humanos estuvo condicionada por la accesibilidad a los alimentos[2].

Los hábitats originarios de nuestros ancestros consistían básicamente en zonas selváticas y boscosas de clima tropical. Según se desprende del estudio de la morfología de sus denticiones, la alimentación de estos primates de hace 12 años fue especialmente frugívora, incluyendo frutos frescos y secos, hojas, tallos, semillas, etc.[3]. Posteriormente, los diversos cambios climáticos que se sucedieron en nuestro planeta fueron modificando el paisaje y la distribución de los alimentos que a su vez fueron condicionando la evolución de nuestra especie. Con el asentamiento y la aparición de las primeras civilizaciones, el hombre deja atrás la vida nómada del cazador-recolector, y da paso a una alimentación basada en alimentos que ellos mismos producen.

Probablemente, el primer experimento dietético, del que existe constancia documental, se encuentra en la historia bíblica de Daniel, que tuvo lugar 600 años a. C, cuando David rechazó la dieta basada en delicadas viandas y vino ofrecidas por el rey Nabucodonosor de Babilonia. A cambio, David consiguió persuadir al cocinero a ser alimentado él y sus compañeros durante diez días con una dieta rica en leguminosas y cambiar el vino por agua. A los diez días pudieron comprobar que el aspecto de estos jóvenes era tan satisfactorio que se les permitió continuar con la misma dieta e incluso tres años después, el propio rey advirtió que se encontraban diez veces mejor que todos los magos y encantadores de su reino. Quizás este fue el comienzo de la valoración de verdades "Científicas", aunque en esa época los conocimientos eran escasos y confusos: la confianza en la magia comenzaba a disminuir.

El hombre primitivo solamente poseía su propia experiencia como guía y por ello no debe sorprender que prevalecieran muchas ideas equivocadas. Las creencias tradicionales otorgaban a la enfermedad un carácter divino o "castigo de los dioses". La primera persona que combatió de manera firme estas supersticiones fue Hipócrates (460 años a. C.). Ofrece una visión racional, que relaciona el desarrollo de la medicina con el de la nutrición y considera que las enfermedades son el resultado de los hábitos vitales, la alimentación y el ambiente[4]. No obstante, aunque griegos y romanos consideraban indicada la dieta en el tratamiento de las enfermedades, desconocían exactamente qué alimentos se requerían o porqué. Sin embargo de esa época ya tenemos constancia de uno de los primeros datos del consumo de alimentos en la población. En la época de la Republica de la Antigua Roma, estaba controlado el comercio de alimentos básicos como el trigo, conociéndose la regulación de sus precios y las cantidades almacenadas sus depósitos, o consumidas por la población.

Posteriormente, la época que se extiende desde la caída del Imperio Romano (año 476 a.C.) hasta la Edad media, fue el período de la expansión del cristianismo, y no se prestó mucha atención a la medicina ni a la ciencia[2].

El método experimental

Por lo que conocemos, Hipócrates fue el primero en modificar los conceptos antiguos respecto a los alimentos; pero se hubo de esperar hasta el comienzo de la era cristiana para iniciar el método experimental. Galeno, médico griego (130 a 200 d. C), a través de experimentos en animales y disecciones en cadáveres humanos, dedujo que el estómago era el lugar en que los alimentos se fragmentaban en partículas suficientemente pequeñas para absorberse, desveló las funciones del riñón y la vejiga y demostró que las arterias transportan sangre, poniendo fin la idea vigente de que lo que transportaban era aire. Dio un gran impulso al método experimental como elemento necesario en el estudio de la medicina. Sin embargo, durante los siguientes diez siglos después de su muerte se hicieron muy pocos progresos en este campo y escritos fueron considerados como la última palabra en la materia durante casi los 1.200 años siguientes[4].

Sanctorius (1561-1636), médico italiano, estuvo varias semanas registrando su propio peso, el de los alimentos que tomaba y el de todos los productos de excreción del cuerpo. Probablemente fue el primero que emprendió el estudio de la nutrición en seres humanos y su libro publicado en Leipzig en 1614 podría considerarse como el primero acerca del metabolismo basal en hombre[4].

A partir de aquí, se comenzaron a realizar progresos en medicina; William Harvey (1578-1657), demostró la circulación de la sangre; el francés René Réamur (1683-1757) demostró la digestión como proceso químico y la existencia del ácido en el jugo gástrico, el ruso Pedro Iván Pavlow (1849-1936), publicó su trabajo "Lecturas sobre el trabajo de las glándulas digestivas " La química evolucionó a grandes pasos durante el siglo XIX, se identificó el jugo gástrico como ácido clorhídrico, y la presencia de otro agente responsable del proceso de disolución de los alimentos, la enzima pepsina (1835).

Otro de los avances imprescindibles en el mundo de la nutrición fue el descubrimiento del metabolismo. En el siglo XVIII, Antoine Lavoisier fue el primero en medir el metabolismo en el ser humano, cuyos trabajos fueron continuados por científicos ilustres de la talla de Liebig, Voit y Rubner[3]. Lavoisier evidenció que en ciencia es esencial el realizar los pesos y las medidas con rigurosa exactitud. Sus experimentos proporcionaron las bases para entender los

procesos metabólicos que ocurren en el cuerpo humano y esto le valió el título de *padre de la nutrición*[4].

A comienzos del siglo XIX se conocían tres clases de materias alimenticias: los sacáridos, los oleaginosos y los albuminosos. Los mismos elementos que posteriormente se llamaron hidratos de carbono, grasas y proteínas. Ya a mediados del siglo XIX, se comenzaron a estudiar con sentido mucho más crítico y a indagar cómo se formaban en el cuerpo, de dónde provenían y si eran o no necesarios en la alimentación[4].

También comienza a investigarse sobre los minerales (hierro, calcio y fósforo) así como sobre las vitaminas, cuya historia es probablemente la más larga, aunque haya sido el último grupo de nutrientes estudiarse.

Época actual

Actualmente la salud de las poblaciones se aborda a través de un nuevo enfoque, el de la Nutrición en Salud Pública, que a día de hoy constituye una de las grandes tareas de la investigación y de las políticas sanitarias en los países desarrollados, y que probablemente continuará siendo así a lo largo de las próximas décadas.

Durante las dos o tres primeras décadas del siglo pasado, las enfermedades deficitarias e infecciosas resultaban la principal causa de mortalidad, pero a mitad del siglo XX las enfermedades crónicas tomaron el relevo. A partir de este momento, fue el papel de la dieta en la conservación de la salud y en la reducción del riesgo de sufrir patologías crónicas, como las enfermedades coronarias y el cáncer, el que constituía la base de la mayoría de las investigaciones que se llevaban a cabo. Posteriormente, se reafirmó gracias a la investigación epidemiológica clínica y de laboratorio que la dieta es uno de los factores más importantes implicados en la etiología de dichas enfermedades[5].

Las principales herramientas de que disponemos son: Las encuestas dietéticas, La Historia dietética y Los Registros de frecuencia de alimentos.

Las encuestas dietéticas

Fueron utilizadas por primera vez en los años 30 del presente siglo, en estudios destinados a describir el estado nutricional de las poblaciones.

El método "Recordatorio de 24" horas fue mencionado por Burke en 1938[5], presentándolo como un método básico para enseñar a las madres a recoger la ingesta dietética de sus hijos. Pero, dado que los resultados no fueron calculados en términos de energía y nutrientes, Wiehl ha sido citado frecuentemente como el primer investigador que utilizó dicho método, en un estudio de deficiencias dietéticas entre los trabajadores industriales en 1942. Ha sido uno de los método más empleado en los estudios nacionales, destacándose países como Canadá, España, Estados Unidos (NHANES I, II, III), México y países sur y centro americanos.

La historia dietética

Fue utilizada por primera vez en 1947 por Burke et al., con el fin de medir la ingesta habitual. La técnica estaba estructurada en 3 partes: 1.- Entrevista acerca del patrón habitual de ingesta del individuo encuestado, estimando las cantidades mediante medidas caseras.2.- Interrogatorio sobre una lista detallada de alimentos para clarificar el patrón global de ingesta y verificar la información obtenida en la primera parte (cross-check) y 3.- Registro de alimentos por estimación durante 3 días[6].

Como fue descrito por Burke, el elemento central de la Historia Dietética es la entrevista detallada sobre la ingesta habitual. El registro de 3 días y el cuestionario de frecuencia se utilizan como técnica de comprobación, contraste y verificación de la información.

Los registros de frecuencia de alimentos

Wiehl ideó, en 1960, un corto cuestionario para la clasificación cualitativa de los hábitos dietéticos. Los registros de dietas utilizados por Heady tenían como objeto demostrar que las frecuencias de los alimentos consumidos era mayor que los pesos totales de los mismos alimentos. Se basó en un cuestionario auto-administrado basado estrictamente en las frecuencias de los alimentos consumidos.

Stephanik y Trulson en 1963 encontraron que un registro de frecuencia de alimentos discriminaba entre grupos de sujetos definidos por el origen étnico, pero no se consideró que un cuestionario podría ser útil en el cálculo de la ingesta de nutrientes.

J. H. Abramson también en 1963 estudió las limitaciones y los posibles usos de las entrevistas de frecuencia de alimentos concluyendo que "su uso en estudios epidemiológicos es útil como una simple y económica herramienta, aunque no es muy exacto"[7], Marr en 1971-1973 propuso diversos métodos de valoración de la ingesta[8].

En 1985 desarrollado por Walter Willett se establece un registro de frecuencia de alimentos la "Harvard FFQ" que incluye información del tamaño de las porciones como parte de la descripción de los alimentos, en lugar de una lista separada[9].

En la actualidad existen nuevos diseños de cuestionarios de frecuencias de consumo de alimentos que abordan grupos poblacionales con complejidad específica, tales como niños[10] o ancianos[11,12]. También hay cuestionarios que se centran en la caracterización de alimentos o nutrientes concretos, tales como calcio o zinc[13].

La necesidad de continuar investigando y mejorando la metodología de los cuestionarios individuales para la valoración de la ingesta dietética merece un renovado esfuerzo y el máximo impulso[13].

Época actual en España

Actualmente las principales fuentes de información del consumo de alimentos en nuestro país proceden

tanto del conocimiento de la disponibilidad de alimentos, basado en las hojas de balance alimentario (HBA), como del análisis de datos nutricionales derivados de las encuestas de presupuestos familiares (EPF) y de otras encuestas realizadas a nivel nacional.

Si hacemos un recorrido histórico desde 1900 a la actualidad, podemos ver como se ha ido avanzando tanto en la fiabilidad de los datos, como en la estandarización de los estudios, que es una condición necesaria para poder comparar los cambios ocurridos a lo largo del tiempo. En la evolución de estas fuentes de información, podemos diferenciar claramente dos etapas: la anterior y la posterior a 1940.

La primera etapa, desde el final del siglo XIX, hasta 1940, se caracteriza por la escasez y poca homogeneidad de la información disponible. Las fuentes de información proceden del ministerio de agricultura y de algunas encuestas de ámbito provincial o regional. Algunos historiadores como Simpson y Cusso, han analizado estos datos realizando una reconstrucción retrospectiva de esos años[14,15].

Entre las dificultades que encontraron, están la poca fiabilidad del diezmo en muchas zonas después de la Guerra de la Independencia, y la falta de un catastro o de buena información de la superficie cultivada. Las estimaciones de producción se basan en el Censo de Frutos y Manufacturas o en la Junta Consultiva Agronómica (JCA)[16].

Entre los estudios posteriores a 1900, destaca el del farmacéutico J. Giral, "la Ración alimenticia desde el punto de vista higiénico y social", de 1914, uno de los clásicos de la transición de la nutrición en España. Se basa en documentos y trabajos de la Comisión Extraparlamentaria para la Transformación del Impuesto de Consumos, y proporciona información sobre la estimación del consumo en calorías, albuminas, carbohidratos y grasa, así como del consumo de varios grupos de alimentos, para 6 grupos de población con diferente renta económica. Las diferencias, especialmente en proteínas para familias pobres, son claras[17].

Carrasco Cadenas, en la Cátedra de Higiene de la Alimentación y Nutrición de la Escuela Nacional de Sanidad, realizó varios estudios para conocer la alimentación habitual media de los españoles, a partir de las cantidades consumidas de cada alimento en todo el país, con metodología recomendada del Comité Internacional de Expertos de Ginebra y el Comité de Roma de 1932. Con el método de encuesta alimentaria, destaca el trabajo de los farmacéuticos Francisco Jiménez y Manuel Jiménez, de 1934, realizado en la provincia de Jaén, estudiando 3.592 casos en 70 pueblos, a partir de los carnés familiares de alimentación, con metodología recomendada por el Comité de Higiene de la Sociedad de Naciones. Fueron anotando para cada persona la alimentación habitual, en cantidades de pan, carne, huevos, etc., así como datos epidemiológicos y antropométricos. La mayor ingesta de proteína animal era una constante en clases medias y altas. Los pescados eran más consumidos por clase trabajadora especialmente el bacalao en salazón[18].

Durante los primeros años de la década de 1940, Francisco Jiménez García y Francisco Grande Covián, del Instituto Nacional de Higiene de la Alimentación, publicaron en la Revista Clínica Española una serie de estudios clínicos sobre las enfermedades carenciales en la población madrileña durante la guerra y la posguerra. Podemos conocer datos de esta década, a través del estudio de la alimentación en Madrid durante la Guerra, 1937 a 1939[19,20].

A partir de 1940, para conocer en el conjunto del país los hábitos alimentarios de nuestra población a lo largo de un número importante de años, la aportación más importante, es la explotación nutricional de las encuestas de presupuestos familiares (EPF) realizada en colaboración entre el Instituto Nacional de Estadística y el Instituto Nacional de Nutrición, para los años 1958, 1964-1965, 1980-1981 y 1991.

Los primeros datos estandarizados sobre disponibilidad de alimentos son la HBA, que aparecen a partir de 1940 y continúan hasta la actualidad. Están elaboradas por la Food and Agriculture Organization, de las Naciones Unidas (FAO) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), a partir de datos facilitados por el Ministerio de Agricultura. Las HBA proporcionan información sobre la cantidad de alimentos que entra en el mercado nacional, disponibles para su consumo El cálculo de la disponibilidad alimentaria es una síntesis en la que se integran datos procedentes de numerosas estadísticas, encuestas y, en ocasiones, las estimaciones de otras fuentes.

Recientemente, Rodriguez Artalejo ha realizado la primera reconstrucción sistemática de la historia alimentaria y nutricional de España en los últimos cincuenta años, reanalizando los datos del Ministerio de Agricultura, desde el año 1940 al 1988. Estas nuevas HBA para España incorporan además de las fuentes citadas, información del Consejo Oleícola Internacional, el Sindicato Vertical del Olivo, la Asociación Nacional de Fabricantes de Harinas de Pescado y el Servicio Nacional del Trigo. Los cambios ocurridos se han producido sobre todo desde los años sesenta, coincidiendo con la aceleración del desarrollo económico (21).

Entre las encuestas a partir de 1940, destaca la de G. Varela de 1961, basada en datos de Instituto Nacional de Estadística (INE). Posteriormente el análisis de datos nutricionales derivados de las encuestas de presupuestos familiares (EPF) ha proporcionado información de los alimentos consumidos por persona y día a partir de las cantidades físicas de alimentos adquiridos por los hogares. A partir de 1987 el Panel de Consumo Alimentario en España, realizado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (antes MARM y MAPA). Desde 1987, y hasta el año 2005 publicaba, con carácter anual, el volumen "Alimentación en España".

Posteriormente, el Ministerio, en virtud del Convenio Marco de colaboración firmado con la Fundación Española de la Nutrición (FEN), dio un paso más, al decidir realizar un análisis nutricional más completo de los datos obtenidos, dando lugar al volumen "Valoración de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario", desde el año 2000 al 2006. La última edición de 2012 valora datos correspondientes a los años 2007 y

2008. Las cifras se refieren al consumo realizado en hogares, hostelería/restauración e instituciones.

Finalmente entre otras encuestas en población infantil realizadas más recientemente destaca el Estudio ENKID.

Aplicaciones de los métodos de valoración del consumo alimentario

Los métodos de valoración de consumo alimentario constituyen una herramienta fundamental en la determinación de la ingesta de alimentos en los grupos poblacionales. Son útiles para evaluar y vigilar la salud nutricional, permitiendo observar tendencias y cambios en los patrones de consumo. Estas informaciones sirven como fundamento para la elaboración de guías, recomendaciones nutricionales y planes de salud, así como para la organización de políticas de precios agrícolas y de alimentación y nutrición. También, para ejecutar acciones para la prevención y control de las enfermedades no trasmisibles y, en ocasiones, para la regulación de la publicidad sobre los alimentos industrializados.

A continuación revisamos algunos de estos documentos básicos, en el ámbito de la Salud Pública, como las Guías de Recomendaciones, el desarrollo de los Planes de Salud y las acciones sobre Desnutrición Relacionada con la Enfermedad (DRE)

Guías de recomendaciones

Se conocen documentos que datan de los años 40 hasta los 60 del siglo XX y son los precursores de las actuales guías dietéticas; pero hasta el año 1970 no empezaron a aparecer guías, algunas ya en forma de pirámide, publicadas por los organismos y agencias estatales competentes de cada país. La primera fue publicada en Suecia en 1974. En los Estados Unidos de América, las primeras guías aparecen en 1980 (Food Based Dietary Guidelines) y son revisadas cada 5 años. En enero de 2005 se concretan ya algunas de las bases de la nueva pirámide; la última revisión es la de 2010 y la próxima, actualmente en periodo de confección y que se publicará en 2015. Posiblemente, la más conocida es la versión introducida por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1992, revisada y actualizada en 2005, conocida como My Pyramid, en la que aparece reflejada la importancia del ejercicio físico y que fue, a su vez, posteriormente sustituido por Mi Plato (My Plate) en 2011[22].

En Europa en 1992 la FAO y la OMS, durante la reunión de Roma, realizaron una declaración en la que animaban a todos los países a adoptar estrategias de promoción de la salud a través de la alimentación y a realizar guías dietéticas para orientar a la población. En 1996 se desarrolló un informe describiendo la metodología para la creación y las normas de uso correcto de estas guías basadas en consumo de alimentos[23,24].

En España la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) con el patrocinio de la Organización Mundial de la Salud realiza un documento, pionero en nuestro país, en el que se revisa el estado nutricional de la población, se definen objetivos nutricionales y se divulgan las guías alimentarias de la población, escenificándose en la forma de una pirámide nutricional. La Guía de Alimentos, publicada en 1992, responde al modelo impulsado por el National Nutrient Database for Standard Reference (USDA), que reflejaba la ciencia nutricional más reciente. Hasta la publicación de la nueva pirámide, esta Guía de Alimentos constituía la única guía de nutrición para los consumidores. En los años sucesivos se hizo una labor divulgativa de la pirámide nutricional, siendo utilizada por multitud de instituciones y organismos a nivel nacional, autonómico y local e incluida en publicaciones y libros de texto sobre nutrición. Posteriormente en 2001, a raíz del IV Congreso de la SENC en Bilbao, se editó la 2ª edición de las Guías Alimentarias, incorporándose recomendaciones para distintos colectivos y enfermedades En 2004 la SENC publica la "Guía de la Alimentación Saludable" en colaboración con la "Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición" (AECOSAN)[25].

Además de la pirámide alimentaria también se han propuesto otros recursos gráficos para la educación nutricional de la población, como la rueda de alimentos, recurso didáctico que fue muy utilizado en los años 70 y 80 y que fue promovida en España por el programa EDALNU del Ministerio de Sanidad e implicó a profesionales de la salud y educación en el año 2005[26]. La Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA) recuperó esta imagen, actualizándola, con la colaboración de la Universidad Alfonso X el Sabio de Madrid y la Comunidad de Madrid[27].

Algunos datos más recientes sobre la dieta española, deberán tenerse en cuenta en acciones futuras sobre planificación Nutricional[28,29].

Planes de salud

En la Conferencia Internacional sobre Nutrición (CIN), celebrada en diciembre de 1992, fueron 159 los países que aprobaron por unanimidad una Declaración Mundial y un Plan de Acción para la Nutrición, en donde se subraya el firme empeño de todos los gobiernos participantes de eliminar el hambre y todas las formas de malnutrición antes del fin del siglo XX. La nueva declaración mundial de la CIN y el Plan de Acción para la Nutrición[23], aprueban nuevos objetivos para combatir la malnutrición para el año 2000 como: pronosticar y detectar problemas nutricionales a corto plazo o en agudos; especificar grupos de población para las campañas de socorro a corto plazo; elaboración de políticas y programas a largo plazo; seguir de cerca los cambios de la situación; organizar programas y evaluar los efectos de las intervenciones y de los programas de desarrollo.

En los últimos años se ha trabajado en un plan integral para la nutrición materno-infantil, infantil y juvenil votado y adoptado por los 194 países miembros de la OMS en 2012, durante la 65ª Asamblea Mundial de la

Salud. Este plan, contiene seis objetivos relacionados con la nutrición que deben alcanzarse para el año 2025. En junio de 2014 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó su propuesta de Plan de Acción sobre Alimentación y la Nutrición para el periodo 2015-2020[24].

En la última Conferencia Internacional sobre Nutrición de la FAO en Roma en noviembre de 2014 se propone un marco de acción con 60 objetivos a alcanzar antes del 2025 cuyo cumplimento será controlado cada dos años por la FAO y la OMS[23,24]. El programa aboga, entre otros retos, por reducir en un 40% la cifra de menores de 5 años que padecen retraso en el crecimiento, en un 50% el número de anemias que sufren las mujeres en edad reproductiva y en un 30% la cifra de los bebés que al nacer pesan menos de lo saludable[23]. Se fija también como objetivos, el aumento del 50% de los índices de lactancia materna en los primeros seis meses de vida y la disminución del 30% del consumo de sal, de azúcares, de grasas animales y de las grasas llamadas trans.

Como se puede observar, los objetivos van dirigidos a conseguir que las personas puedan obtener un correcto estado nutricional, tanto en situaciones de abundancia de recursos, como en situaciones de escasez. Otra de las novedades es la creación de una web como instrumento de carácter pedagógico sobre directrices dietéticas basadas en el correcto consumo de alimentos, intentando unificar los mensajes de los educadores en materia nutricional para que no vayan cada uno por su lado, creando una amalgama de consejos en muchas ocasiones contradictorios[23,30]. Esta web de nutrición, cuenta actualmente con una colección de directrices dietéticas procedentes de más de 100 países, entre las que se incluye España.

Desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE)

Todas las menciones hechas hasta ahora, se refieren a guías o protocolos de cara a la población entendida como sana; pero uno de los temas que más preocupa en las últimas décadas es la desnutrición relacionada con la enfermedad (DRE) ya que constituye un problema sanitario de elevada prevalencia y altos costes. Afecta a unos 30 millones de personas en Europa y conlleva un coste asociado de unos 170 x 109 euros anuales. En este aspecto, la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE) es quien ha tomado la iniciativa y lidera los estudios respecto de este tema, ya que al formar parte de la European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), hace suyas las recomendaciones de la European Nutrition for Health Alliance (ENHA) sobre Valoración del Riesgo Nutricional en Europa.

La desnutrición es un problema común en todos los niveles de atención sanitaria, desde atención primaria a especializada y en centros de atención geriátrica. Su incidencia en los hospitales es del 40% y en las residencias de mayores supera el 60%. La desnutrición aumenta las cifras de morbilidad, mortalidad, ingresos hospitalarios y duración de la estancia. Estas cifras más elevadas suponen lógicamente un aumento del uso de recursos sanitarios. Según la (ENHA) en Europa hay 20 millones de personas que sufren desnutrición. Este es un problema universal, como ya reconoció el Consejo de Europa en 2003.

El Proyecto + Nutridos, es un Plan Estratégico Integral o "Plan de Acción de Lucha contra la Desnutrición en España" que contempla los siguientes puntos: Formación en nutrición; evaluación de la desnutrición relacionada con la enfermedad; tratamiento nutricional en centros de atención primaria, hospitales y residencias de ancianos definiendo grados de intervención; monitorización de los cuidados y tratamientos nutricionales; registro de los diagnósticos de los pacientes con desnutrición relacionada con la enfermedad; y evaluación de Resultados en salud[30,31].

Uno de los planteamientos del Proyecto es que invertir en el cuidado nutricional precoz, es invertir en salud y, al mismo tiempo, permite ahorrar costes.

La Estrategia 2008-2013 "Together for Health" planteada en el Parlamento Europeo, insta a los Estados miembros a que desarrollen, junto con las autoridades regionales y locales, iniciativas en el ámbito de la educación a la población, la formación específica, la investigación y las buenas prácticas clínicas. La ENHA ha promovido la Estrategia "Optimal Nutritional Care for All" (ONCA) debatida en Bruselas en 2014 por varias delegaciones de países miembros, que recoge el testigo de la anterior y sobre la que se trabajará a partir de ahora.

Estas líneas estratégicas continúan las recomendaciones propuestas por el Consejo de Ministros de la Unión Europea en la "Resolución sobre Alimentación y Cuidado Nutricional en los hospitales", hecha pública en 2003 y otras iniciativas como la "Declaración de Praga" de junio de 2009.

En 2011 se presentó en el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad el Consenso sobre el Abordaje Multidisciplinar de la Desnutrición en España suscrito por los representantes de más de 35.000 profesionales sanitarios representados en 22 Sociedades y Asociaciones científicas, la Fundación Española de Nutrición y el Foro del Paciente. Con todas estas estrategias, se pretende situar a la DRE en el foco de atención del sistema sanitario, como estrategias similares han situado a la obesidad.

El médico sueco Arvid Wretlind, hacia 1961 dijo: "La desnutrición en los pueblos es signo de pobreza, en los hospitales es signo de ignorancia".

Conclusiones

La cuantificación del consumo y los hábitos alimentarios ha despertado interés desde tiempos de Hipócrates y se relacionaba con el estado de salud del individuo.

Desde los años 30 y 40 del siglo XX este afán por la recogida de datos de consumo alimentario comienza a estandarizarse en forma de cuestionarios, en una época en la que las enfermedades deficitarias e infecciosas resultaban la causa principal de mortalidad.

Con el relevo que han supuesto las enfermedades crónicas a partir de la mitad del siglo XX, los métodos de valoración del consumo alimentario toman un papel mejor orientado a la conservación de la salud y a la reducción del riesgo de sufrir patologías crónicas.

Actualmente, constituyen una herramienta fundamental en la determinación de la ingesta de alimentos en los grupos poblacionales. Son útiles para evaluar y vigilar la salud nutricional de la población permitiendo observar tendencias y cambios en los patrones de consumo, estas informaciones sirven como fundamento para elaboración de guías, recomendaciones nutricionales y planes de salud, así como para la organización de políticas de precios agrícolas y de alimentación y nutrición. También sirven para ejecutar las acciones para la prevención y control de las enfermedades no transmisibles y en ocasiones la regulación de la propaganda sobre los alimentos industrializados.

Sin embargo, es necesario continuar investigando y mejorando la metodología de los cuestionarios individuales para que su aplicabilidad de respuestas fieles a las realidades de consumo alimentario.

Referencias

1. Pinto JA , Carbajal A. La dieta equilibrada, prudente o saludable. Nutrición y Salud 1. Dirección General de Salud Pública y Alimentación. Consejería de Sanidad y Consumo de Madrid. Madrid 2006.
2. Anderson. Nutrición y dieta de Cooper. Mcgraw-hill Interamericana de España, s.l. 17º Ed. 1980.
3. Salas-Salvadó J, García-Lorda P, Sánchez JM. La alimentación y la nutrición a través de la historia. Editorial Glosa. 2005.
4. Lowenberg-Wilson .Los alimentos y el hombre. Editorial Limusa Wiley. México 1970.
5. García Closas R. Historia de la Nutrición en Salud Pública. En: Nutrición y Salud Pública. Métodos, Bases científicas y aplicaciones. Editorial Masson, S.A. Barcelona 1995.
6. Burke BS. The dietary history as a research tool. *Am Diet Assoc* 1947; 23:1041-6.
7. Abramson JH. Slome C. Kosovsky C. Food Frequency Interview as an Epidemiological Tool. *Am J Public Health Nations Health* 1963 July; 53(7): 1093–1101.
8. Marr JW. Individual dietary surveys: purposes and methods. *World Rev Nutr Diet* 1971; 13: 105-64.
9. Willett WC, Sampson L, Stampfer MJ, Rosner B, Bain C, Witschi J, Hennekens CH, Speizer FE. Reproducibility and validity of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Am J Epidemiol* 1985; 122 (1): 51-65.
10. Parrish LA, Marshall JA, Krebs NF, Rewers M, Norris JM. Validation of a food frequency questionnaire in preschool children. *Epidemiology* 2003; 14: 213-7.
11. Dumartheray EW, Krieg MA, Cornuz J, Whittamore DR, Lovell DP, Burckhardt P et al. Validation and reproducibility of a semi-quantitative Food Frequency Questionnaire for use in elderly Swiss women. *J Hum Nutr Diet* 2006; 19: 321-30.
12. Quandt SA, Vitolins MZ, Smith SL, Tooze JA, Bell RA, Davis CC, et al. Comparative validation of standard, picture-sort and meal-based food-frequency questionnaires adapted for an elderly population of low socio-economic status. *Public Health Nutr* 2007; 10: 524-32.
13. Martin-Moreno M, Gorgojo L. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Rev Esp Salud Pública* 2007; 81 (5): 507-18.
14. Simpson, J. La agricultura española (1765-1965): la larga siesta. Alianza, Madrid. 1995, 1997.
15. Cussó, X. "El estado nutritivo de la población española, 1900-1970". *Historia Agraria* 2005; 36: 329-58.
16. Documentos y Trabajos de la Comisión Extraparlamentaria para la Transformación del Impuesto de Consumos. Imp. de Sucesora de M. Minuesa de los Rios. Madrid 1906.
17. Giral Pereira J. La ración alimenticia desde los puntos de vista higiénico social. pág. 350. Editor Adrian Romo. Madrid 1914.
18. Bernabeu-Mestre J, Barona Vilar JL, Del Cura MI et al. "La alimentación como problema sanitario: nutrición y salud pública en la España de la primera mitad del siglo XX". En: VIII Congreso de la Asociación de Demografía Histórica [Recurso electrónico] : 30 mayo, 1 y 2 de junio 2007, Maó (Menorca). Madrid: ADEH, 2007.
19. Grande Covián F. La alimentación en Madrid durante la Guerra. Estudio de la dieta suministrada a la población civil madrileña durante diecinueve meses de guerra: Agosto 1937 a Febrero 1939., Publicación de la Revista de Sanidad e Higiene Pública, 1939.
20. Jiménez García, F., Grande Covián, F., Sobre los trastornos carenciales observados en Madrid durante la Guerra. I. Los cuadros clínicos presentados con más frecuencia y su clasificación. *Rev Clin Esp.* 1940; 1: 313-8.
21. Rodríguez Artalejo F, Banegas JR, Graciani MA, Hernández Vecino R, Rey Calero J. El consumo de alimentos y nutrientes en España en el periodo 1940-1988. Análisis de su consistencia con la dieta mediterránea. *Med Clin (Barc)* 1996; 106: 161-8.
22. U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services [Internet].América: U.S. Government Printing Office; c2014citado [17/12/14] History of Dietary Guidelines for Americans Disponible en http://www.cnpp.usda.gov/DietaryGuidelines.htm
23. FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. Europa: FAO; c2014 citado [17/12/14]. Food based dietary guidelines. [aprox.8 pantallas]. Disponible en https://dietery-guidelines@fao.org
24. OMS: Organización Mundial de la Salud [Internet] citado [17/12/14]. [aprox.24 pantallas] Plan de Acción sobre Alimentación y la Nutrición para el periodo 2015-2020. Disponible en https://who.int/es
25. SENC: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria [Internet]. España: SENC; citado [17/12/14]. [aprox.10 pantallas] Elaboración de guías de la alimentación saludable Disponible en https://nutricioncomunitaria.com.
26. MSSSI: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad [Internet].España citado [17/12/14]. [aprox.30 pantallas] Nutrición y hábitos saludables. Disponible en https://aesan.msssi.gob.
27. SEDCA: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la alimentación. [Internet].España: SEDCA; citado [17/12/14]. [aprox.5 pantallas] La nueva rueda de los alimentos Disponible en https://nutricion.org
28. Marrodan MD Montero P, Cherkaoui M. Transición Nutricional en España durante la historia reciente. *Nutr Clin Diet Hosp* 2012; 32 (Supl. 2): 55-64.
29. Varela-Moreiras Gregorio, Ruiz Emma, Valero Teresa, Ávila José Manuel, Pozo Susana del. The Spanish diet: an update. Nutr. Hosp. [revista en la Internet]. [citado 2014 Dic 28]. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&tpid=S0212-16112013001100002&tlng=es.
30. Norte Navarro A. I., Ortiz Moncada R.. Calidad de la dieta española según el índice de alimentación saludable. Nutr. Hosp. [revista en la Internet]. 2011 Abr [citado 2014 Dic 28]; 26 (2): 330-6. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&tpid=S0212-16112011000200014&tlng=es.
31. SENPE: Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral [Internet]. España: SENPE-Fundación ABBOTT. 2012. citado [17/12/14]. [aprox.17pantallas] Programa Más Nutridos. Cuaderno nº1. Plan de eficiencia nutricional. Herramientas de cribado nutricional para Hospitales, Residencias y Comunidad. Disponible https://
32. SENPE: Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral [Internet]. España: SENPE-Fundación ABBOTT. 2014. citado [17/12/14]. [aprox.20pantallas] Programa Más Nutridos. Cuaderno nº 2. Hacia la desnutrición cero en centros hospitalarios. Disponible en https://senpe.com/MASNUTRIDOS/Presentacion+Nutridos+socios+SENP.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):24-33
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5047

Fuentes de información sobre el consumo alimentario en España y Europa

Susana del Pozo de la Calle, Enma Ruiz Moreno[1], Teresa Valero Gaspar, Paula Rodríguez Alonso
José Manuel Ávila Torres

[1]*Fundación Española de la Nutrición.*

Resumen

La estimación del consumo de alimentos y la ingesta de nutrientes es un tema de creciente interés. Actualmente, tanto en Europa como en España, existen numerosas fuentes de información sobre el consumo de alimentos que nos ofrecen la información a distintos niveles nacional, familiar o individual, todas ellas son de gran utilidad, pero incluyen algunas limitaciones.

Los datos obtenidos permiten, entre otras cosas, conocer los hábitos alimentarios, explorar la calidad de la alimentación, estudiar la ingesta de energía y nutrientes y/o evaluar la exposición a riesgos alimentarios.

Entre las fuentes existentes en España se pueden resaltar dos encuestas de especial relevancia: la encuesta de presupuestos familiares del Instituto Nacional de Estadística (INE) y el panel de consumo de alimentos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Ambas proporcionan desde hace bastantes años información relativa al consumo de alimentos en los hogares.

Tanto a nivel europeo como español sería necesario, para mejorar la utilidad de los datos, estandarizar el tipo de encuestas utilizadas para poder realizar comparaciones.

Palabras clave: *Consumo de alimentos. España. Europa.*

SOURCES OF INFORMATION ON FOOD CONSUMPTION IN SPAIN AND EUROPE

Abstract

Estimation of food consumption and nutrient intake is a topic of growing interest. Currently, both in Europe and in Spain, there are numerous sources of information on food consumption, that we provide information on different levels: national, household and individual, all of them are useful, but including some limitations.

The data obtained allow, among other things, meet dietary habits, explore the food quality, study the energy and nutrient intake and / or assessing exposure to food risks.

Among the existing sources in Spain can highlight two surveys especially useful: the Household Budget Survey of the National Statistics Institute (INE) and Food Consumption Panel Ministry of Agriculture, Food and Environment (MAGRAMA). Both provide for many years food consumption in households.

Both European and Spanish would be necessary to improve the usefulness of the data, standardize the type of survey used and could be comparable between them.

Key words: *Food consumption. Spain. Europe.*

Abreviaturas

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

EPF: Encuestas de Presupuestos Familiares.

AESAN: Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.

EFSA: Agencia Europea de Seguridad Alimentaria.

EFG: Grupos de alimentos europeos.

FEN: Fundación Española de la Nutrición.

UE: Unión Europea.

INE: Instituto Nacional de Estadística.

COICOP: Clasificación del Consumo Individual por Finalidad.

MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Correspondencia: José Manuel Ávila Torres.
Fundación Española de la Nutrición.
Gral. Álvarez de Castro, 20, 1ª pta.
28010 Madrid. España.
E-mail: jmavila@fen.org.es

Antecedentes

Existen numerosos factores que influyen en la salud de la población, algunos de ellos, como la edad, el sexo o la raza, no son modificables, pero otros, entre los cuales se encuentra la dieta, si se pueden modificar. Esta es la razón del creciente interés por conocer el consumo de alimentos de la población.

La ingesta de alimentos está regulada en los seres humanos por muchos factores, además de los nutricionales, que en conjunto determinan su elección y por lo tanto los hábitos alimentarios, que son el resultado del comportamiento más o menos consciente, colectivo en la mayoría de los casos y siempre repetitivo, que conduce a seleccionar, preparar y consumir un determinado alimento o un menú como una parte más de las costumbres sociales, culturales y religiosas, y que está influenciada por múltiples factores (socioeconómicos, culturales, geográficos, etc.).

Para lograr conocer el consumo de alimentos de la población se usan distintas herramientas, más o menos correctamente.

	Metodología	*Diferencias entre:*
Encuestas nacionales	Hojas de balance de alimentos	Países y regiones de todo el mundo
Encuestas familiares	Encuesta de presupuestos familiares	Países, localidades, estacionales y hogares
	Encuesta en hogares, cesta de la compra	
Encuestas individuales	Pesada precisa o medidas caseras	Geográficas, estacionales, entre subgrupos demográficos e individuos
	Cuestionario de frecuencia de consumo	
	Recuerdo de 24 horas	
	Historia dietética	Grupos individuos, estacionales y demográficas

Fig. 1.—Fuentes de información. Encuestas dietéticas.

Este consumo puede ser obtenido en tres niveles diferentes, según la unidad de consumo estudiada en la recogida de los datos y la metodología: nacional, familiar o individual (fig. 1).

Encuestas nacionales: la estimación de la disponibilidad de alimentos para el consumo humano se realiza usando hojas de balance de alimentos que incluyen las estadísticas nacionales sobre producción, importaciones, exportaciones, etc. Estas representan un amplio panorama de la estructura de la oferta de alimentos de un país durante un período de referencia especificado.

Los cálculos se basan en el inventario de alimentos disponibles para todos los habitantes de un país. Teniendo en cuenta la producción y las importaciones de alimentos y realizando las reducciones debidas a pérdidas por exportación, en transporte, empleo con fines distintos al consumo humano (piensos, semillas para la agricultura, usos industriales, etc.) y por almacenamiento y se obtiene dividiendo este total por el censo del país. Es una estimación indirecta de la disponibilidad media por persona y día. También muestran las tendencias del suministro nacional de alimentos general, dan a conocer los cambios que podrían haberse producido en los tipos de alimentos consumidos y ponen de manifiesto hasta qué punto el suministro de alimentos del país es suficiente en relación con las necesidades nutricionales.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) publicó las primeras hojas de balance de alimentos en 1949 que incluyeron los períodos 1934-1938 y 1947-1948, desde entonces se han hecho numerosas publicaciones periódicas en la tema[1].

Para conocer el consumo de alimentos también se pueden realizar encuestas dietéticas que evaluan cuantitativa y cualitativamente un alimento o grupo de alimentos en la dieta de un individuo o el global de esta, durante un período determinado de tiempo.

Encuestas familiares: se realizan usando las encuestas de presupuestos familiares (EPF) que recogen todos los alimentos consumidos por la familia.

EPF se llevan a cabo periódicamente por las Oficinas Nacionales de Estadística de la mayoría de los países europeos. La técnica consiste en cuantificar todos los alimentos de la despensa al principio y al final del estudio y completar con las entradas diarias: compras, regalos, etc. y descontar todos los alimentos que no estén destinados para el consumo de los encuestados.

Posteriormente, para conocer el consumo per capita, se realiza una distribución homogénea entre todos los comensales. A menudo, el grupo de encuestados presenta características bastante homogéneas, por ejemplo, cuando se trata de las comidas en comedores escolares o en residencias, pero en otras ocasiones, como en una familia, la composición puede ser muy heterogénea.

Generalmente se lleva a cabo durante una semana o, en el caso de un comedor colectivo, durante el tiempo necesario para cubrir todo un período de menús. En los comedores colectivos resulta más complejo, ya que, en algunas ocasiones se realizan todas las comidas y en otras no, la unidad de consumo es el hogar (institución o grupo homogéneo).

Destacar que en 1945, durante la primera reunión de la FAO (Quebec), indicaron que se debería empezar a hacer encuestas dietéticas, a nivel mundial, para recoger datos sobre el consumo de alimentos, hábitos alimentarios, estado nutricional, prevalencia de desnutrición y enfermedades carenciales y en relación a las EPF se recogía la importancia de los estudios de consumo basados en estas como información adicional a las hojas de balance de alimentos[2].

Encuesta individual: existen distintos métodos que se pueden utilizar para realizar una recogida de la ingesta individual de alimentos. Algunos estudian la ingesta actual, hacen un estudio prospectivo y otros estudios la ingesta pasada, retrospectivos. Entre los métodos para realizar encuestas individuales se pueden resaltar: pesada individual precisa, frecuencia de consumo de alimentos, registro de consumo de alimentos, recuerdo de 24 horas e historia dietética.

El método de *pesada precisa* se utiliza en encuestas en las que se desean datos muy exactos sobre el consumo de alimentos de individuos o grupos, pero debido al ele-

vado coste de este método suele usarse en muestras pequeñas. Se pesan todos los alimentos que va a consumir la persona, antes y después de preparar la comida, y los restos.

Frecuencia de consumo de alimentos se realiza con una lista de alimentos y bebidas para los que se consultan la frecuencia (diaria, semanal, mensual, etc.) y la cantidad habitual de consumo referida al último mes. La cantidad consumida se estima mediante medidas caseras o colecciones de fotografías.

El *registro de consumo de alimentos* es menos preciso pero es especialmente adecuado para los estudios individuales y permite su realización en muestras más grandes que la pesada precisa.

El *recuerdo de 24 horas* es una de las técnicas más utilizadas por su sencillez, fue concebido por Burke a finales de los años 30 y desarrollado por Wiehl a principios de 1940[3], que lo utilizó por primera vez en 1942. Su objetivo es obtener información detallada sobre todos los alimentos y bebidas que se consumen en un día determinado. El participante recuerda la ingesta de alimentos y bebidas en las últimas 24 horas (y posiblemente los suplementos dietéticos). Las cantidades de alimentos se evalúan mediante el uso de medidas caseras, modelos de alimentos, imágenes o marcas.

La *historia de la dietética* fue desarrollada por Burke en 1947 y cuantitativamente evalúa una ingesta individual y los hábitos alimentarios[3]. Permite conocer la dieta habitual de una persona utilizando generalmente como período de referencia el último mes.

El método consta de tres componentes:

1. Frecuencia de consumo de alimentos del mes anterior.
2. Preguntas detalladas sobre el patrón alimentario habitual y la organización de comidas.
3. Un registro de alimentos de tres días auto administrado o, alternativamente, un recuerdo de 24 horas. La lista de alimentos y el registro de alimentos de 3 días sólo se utilizan como controles cruzados para modificar la información recopilada durante la entrevista patrón alimentario.

Los métodos de entrevista son los más baratos para la recopilación de datos de consumo de alimentos de grandes grupos de población seleccionados al azar. Tanto el recuerdo de 24 horas, como la historia dietética proporcionan resultados bastante fiables sobre la ingesta de grupos de individuos, pero son menos adecuados para estudiar el consumo de alimentos individual. Una ventaja de la historia dietética sobre el recuerdo de 24 horas es que proporciona datos sobre el consumo de alimentos habitual, aspecto importante en los estudios epidemiológicos.

Aunque los resultados no son tan precisos como los obtenidos con los registros realizados pesando o estimando pesos de alimentos, dan una buena idea general de la dieta. Una ventaja de estos métodos es que normalmente la muestra es grande, aunque no siempre puede ser representativa. Con y sin inventarios puede ser utilizado también para estudiar el consumo de las personas que viven en instituciones.

El nivel al que realicemos la elección de los datos, nacional, hogar o individual dependerá de los objetivos del estudio para el que se utilizaran estos datos.

En base a esto, nos proponemos hacer una descripción de la situación actual de las diferentes fuentes de información sobre el consumo de alimentos en España y Europa que describa sus limitaciones, controversias y aplicaciones.

Interés

Conocer el consumo de alimentos, tanto en Europa como en España, tiene numerosas aplicaciones, que se verán influenciadas por el nivel al que se recoja la información. Así por ejemplo, cuando la información es recogida a nivel nacional estos datos pueden ser útiles para el desarrollo de políticas nutricionales o para planificar la adecuación de la oferta, producción, distribución y regulación de los productos alimenticios. Permiten conocer los hábitos alimentarios, el consumo de alimentos enriquecidos/fortificados y también estimar el consumo diario de un alimento o bebida concreto. También será posible evaluar los programas de intervención y educación en nutrición y los riesgos y exposición a la ingesta de sustancias tóxicas contaminantes o aditivos alimentarios.

Los datos sobre el consumo de alimentos también tienen un interés nutricional importante, ya que permiten, entre otras cosas, conocer la ingesta de energía y nutrientes y compararla con los valores de referencia o con las recomendaciones. Estas ingestas ayudarán a identificar a personas o poblaciones con ingestas inadecuadas por deficiencias o excesos, e identificar los grupos de riesgo entre la población estudiada. Por lo tanto, permiten realizar un mapa del estado nutricional de la población.

Por otro lado, conocer el consumo de alimentos es muy importante en salud pública, ya que, permite investigar la relación entre dieta, salud y estado nutricional, conocer las pautas y tendencias del consumo de alimentos a nivel mundial y regional y promover dietas y estilos de vida saludables y con ello reducir la carga mundial de enfermedades no transmisibles, porque hay una correlación positiva entre el consumo de alimentos y diferentes enfermedades.

Controversias

Actualmente existe un debate sobre la utilidad de las encuestas alimentarias debido a los sesgos producidos por los diferentes métodos utilizados, ya que ningún método es capaz de dar una imagen exacta de lo que consume una población o un individuo, porque todos tienen limitaciones.

Por tanto, es importante que cada estudio utilice el método más apropiado que dependerá de la finalidad que persiga, de la muestra, del tipo de información que se desea obtener, precisión, etc. y así se obtendrá un mapa adecuado de consumo de alimentos en todo momento.

Por esta razón, es preferible utilizar un instrumento que recoja los datos de la dieta con el menor sesgo posible.

Limitaciones

Para hablar de limitaciones, es necesario distinguir entre los diferentes métodos de medida de la ingesta utilizados, porque cada uno tiene características distintas, y por tanto fortalezas y limitaciones distintas.

– Las *encuestas nacionales* indican el consumo de alimentos a nivel nacional, es decir, sólo recogen la cantidad de alimentos disponibles para el consumo humano a nivel nacional no indican lo que se consume en realidad. No consideran las posibles pérdidas a lo largo de la cadena alimentaria por almacenamiento, transporte, preparación, etc., ni los alimentos para uso animal. Por otra parte, no proporcionan datos sobre la diferencia en la dieta consumida entre las diferentes regiones o en diferentes meses.

– Cuando se habla de *encuestas a nivel familiar o individual,* para obtener información detallada sobre el acceso a los alimentos en el hogar o el consumo individual de comida, una de las limitaciones es que puede ser largo y costoso, y requiere un alto nivel de capacidad técnica tanto para la recogida y el análisis de datos.

– La *EPF*: proporciona información sobre el consumo de alimentos en el hogar, pero no sobre el consumo de cada uno de los individuos que lo componen, es decir se considera que todos los miembros del hogar consumen exactamente lo mismo.

– Una limitación de las *encuestas individuales* aparece cuando el entrevistado tiene una gran variedad de alimentos en su dieta, realiza muchas ingestas fuera del hogar o toma muchos alimentos envasados de los que no se conoce su composición. Otro problema puede ser el subregistro, este dependerá de la edad, el género y/o nivel cultural de la muestra, ya que algunos grupos de poblaciones pueden tener mayores problemas para realizar las encuestas, y puede realizarse una sobre o subestimación de la ingesta de alimentos. Actualmente se han desarrollado un estudio, ANIBES, cuyo objetivo es minimizar este problema, para ello se ha utilizado una nueva metodología con la posibilidad de grabación en "tiempo real" de las distintas comidas.

Otra de las limitaciones viene del propio alimento, ya que existen algunos difíciles de registrar en una encuesta dietética, entre ellos podemos destacar el agua, el aceite, el pan, la sal y el alcohol.

Por último una limitación común a todas las encuestas individuales es el grado de abandono que puede producirse por la muestra durante el estudio.

Debido a estas limitaciones es importante recordar que los datos recogidos utilizando estos instrumentos son propensos a errores de medición (la diferencia entre el valor real de un parámetro y el valor obtenido de la ingesta dietética registrada). Por ello es importante saber cómo tratar los errores de medición cuando se realizan estudios dietéticos.

Estado actual

Europa

Actualmente existen diferentes fuentes de información sobre el consumo de alimentos en Europa. Entre ellos podemos destacar:

- **FAO**: *FAOSTAT* la división de estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura proporciona series cronológicas y datos transversales relacionados con la alimentación y la agricultura de unos 200 países. Recoge un cuadro completo de la pauta de suministro de alimentos de un país durante un período de referencia especificado mediante las *hojas de balance de alimentos*. Estas hojas incluyen cambios en la producción, importación, uso para piensos, semillas, residuos y exportación entre otros y los contenidos de energía, proteínas y lípidos[4,5].

Evaluación nutricional. Perfiles nutricionales por países FAO: son presentaciones completas que describen la situación alimentaria y nutricional de cada país, con estadísticas básicas sobre los factores relacionados con la alimentación, tales como la producción agrícola, además de indicadores seleccionados demográficos, económicos y de salud[5,6].

- **DAFNE**. Data Food Networking system - El base de datos DAFNE se basa en la información recogida en las EPF. Las EPF se llevan a cabo periódicamente por las oficinas nacionales de estadística de la mayoría de los países europeos, utilizando muestras de hogares representativas de cada país. La metodología seguida es lo suficientemente uniforme para permitir comparaciones entre países utilizando algunos ajustes[5,7].
- **European Nutrition and Health Report** 2009. El objetivo del European Nutrition and Health Report es proporcionar una visión completa sobre el estado nutricional y de salud de la población de la Unión Europea (EU)[5,8].
- **PANCAKE.** Estudio piloto para evaluar, en la población infantil europea, el consumo de alimentos y la ingesta de nutrientes. El objetivo era desarrollar, probar y evaluar las herramientas y procedimientos para un futuro estudio de consumo de alimentos (EU Menú) entre los recién nacidos, niños (hasta diez años) y mujeres en periodo de lactancia[5,9].
- **SENECA** Survey in Europe on Nutrition and the Elderly. A Concerted Action. Estudio longitudinal, de cohortes, internacional y multicéntrico, para tratar de conocer la relación de diversas culturas alimentarias

europeas y su contexto social, con la salud y la capacidad física de las personas de edad[5,10].

Algunos proyectos desarrollan **metodologías** para valorar el consumo de alimentos:

- **EFCOSUM.** El objetivo de este proyecto es definir un método, en Europa, para conocer el consumo de alimentos en muestras representativas a nivel nacional de todas las categorías de edad y sexo de una manera comparable. Además, el proyecto quiere comparar los datos de consumo de alimentos existentes con el sistema de vigilancia de la salud (HIEMS)[5,11].
- **EFCOVAL.** Validación del consumo de alimentos en Europa. Este proyecto se desarrolló para validar un software para realizar encuestas alimentarias (EPIC-SOFT) que se utiliza para recabar información dietética en encuestas europeas. EPIC-Soft se había utilizado anteriormente para recopilar datos sobre el consumo de alimentos en periodos no consecutivos de veinticuatro horas. El proyecto Efcoval se dedicó a evaluar las deficiencias encontradas a la hora de aplicar dicho programa en los distintos países. Además, sus responsables ampliaron su uso a la población infantil y al análisis de la exposición a sustancias peligrosas[5,12].

Para obtener estos consumos de alimentos es necesario contar con sistemas de **identificación, clasificación y descripción de alimento.** Existen muchos sistemas diferentes para definirlos. Para elegir el adecuado, es importante recordar, que la clasificación es sólo un punto de vista y es necesario pensar en el estudio que se va a realizar para averiguar qué sistema de clasificación debe ser utilizado. Entre los sistemas de clasificación podemos destacar:

- **LanguaL the International Framework for Food Description.** Sistema internacional de codificación, identificación y descripción de alimentos. Desde 1996, el tesauro Langual proporciona un lenguaje estandarizado identificar alimentos y un software para su clasificación.

LanguaL es un sistema multilingüe que clasifica los alimentos atendiendo a distintas variables. Cada comida es descrita mediante un conjunto de sus características, los términos son elegidos de variables propias de la calidad nutricional y / o higiénica del alimento, por ejemplo pueden indicar el origen biológico, los métodos de cocción y conservación o los tratamiento tecnológicos[5,13].

A nivel europeo también se pueden destacar:

- **Eurocode 2**: es un sistema de clasificación de alimentos con el objeto de hacer comparables los datos de encuestas alimentarias en Europa, divide los alimentos en 14 grupos básicos con un conjunto de subgrupos[5,15].
- **EFG European Food Groups**: incluye 33 grupos. Este sistema intenta evaluar el nivel de descripción y clasificación de los alimentos que permite una comparación internacional de los resultados de las encuestas de consumo y la disponibilidad de alimentos. Para formular el sistema EFG, se han usado varios esquemas de clasificación para el registro de la ingesta de alimentos, se clasificaron tanto sistemas internacionales, como nacionales y después se compararon: a nivel internacional FAO: Hojas de balance de alimentos, la OMS: GEMS/FOOS dietas regionales, DAFNE sistema de clasificación para las EPF y Eurocode 2 clasificaciones principales (niveles 1 y 2); y varios nivel nacional – francés: Estudio Nacional de Consumo de Alimentos (1999), holandés: Estudio Nacional de Alimentación Consumo (1998), y británicos: Encuesta Nacional de Alimentos. En estos procesos en los que se compara la ingesta de alimentos de distintos países europeos, las comparaciones son posibles sólo cuando los resultados se expresan sobre el alimento crudo. Así por ejemplo, los alimentos clasificados en la base de datos del DAFNE son alimentos crudos, este fue uno de los sistemas de clasificación internacional utilizados para crear el EFG European Food Groups[5,16].
- **FoodEx2**: Es una nueva nomenclatura estandarizada para la clasificación de alimentos permite el uso de datos de consumo de distintos países Europeos. El proyecto ha sido desarrollado por un grupo de trabajo que incluyo personal de la EFSA y los expertos externos. Este sistema de clasificación y descripción de alimentos permite el uso de los datos de consumo de diferentes países de la UE para poder evaluar riesgo y estudios nutricionales entre otros[5,17].
- **CIAA y EUROFIR**: Ambos son usados sólo para realizar la clasificación de alimentos[16].

Es importante recordar que podemos clasificar los alimentos en relación a muchos aspectos como pueden ser:

- Los aditivos alimentarios (CIAA, el Codex NGAA).
- Los pesticidas (Clasificación del Codex de alimentos y piensos CCPR).
- Contaminantes (Codex Clasificación contaminantes y toxinas para GSC).
- EC Común nomenclatura PRODCOM (Eurostat), la Organización Mundial del Comercio...
- Global Product Classification (GPC GS1, GSDN Alimentos y Bebidas Extensión).
- Grupos de alimentos europeos (Acción COST 99 / EFCOSUM) y la EFSA Alimentos Categorización (Conciso Alimentaria Europea Base de Datos de Consumo).
- Bases de datos de composición de alimentos (Clasificación EuroFIR)[5,16].

Y muchas otras clasificaciones.

En la UE, no hay ningún requisito relacionado con la recopilación de datos sobre el consumo de alimentos de carácter individual. Sin embargo, hay encuestas dietéticas nacionales en distintos países que proporcionan información valiosa para su uso en las políticas nacionales y son fundamentales para la evaluación del estado nutricional de los distintos países. Entre las encuestas

nacionales, llevadas a cabo en los últimos años, de los países de la Unión Europea encontramos:

- Alemania (14-80 años, 2008)
- Austria (18-65 años, 2008)
- Finlandia (25-74 años, 2008)
- Francia (3-79 años, 2007)
- Irlanda (> 18 años 2008)
- Holanda (7-69 años, 2010)
- Reino Unido (> 1,5 años, 2010)[18].

España

Los proyectos anteriormente mencionados pueden ser utilizados para conocer el consumo de alimentos en España, pero es importante encontrar bases de datos de consumos de alimentos específicos para cada país.

En España se han realizado diferentes encuestas dietéticas que han obtenido datos útiles sobre el consumo de alimentos.

La primera Encuesta de Consumo de Alimentos se realizó en 1956 en virtud de la Encuesta Nacional de Salud. Otras encuestas realizadas en España que podemos resaltar son:

- INE (Instituto Nacional de Estadística), **Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF)**: esta encuesta es anual, proporciona información sobre la naturaleza y el destino de los gastos en los hogares, así como en una serie de características relativas a las condiciones de vida en los mismos.

Los gastos de consumo que se registran en la EPF se refieren tanto al flujo monetario que destina el hogar al pago de determinados bienes y servicios de consumo final, como al valor de determinados consumos no monetarios efectuados por los hogares. Entre éstos últimos cabe señalar los alquileres imputados (es decir, el alquiler estimado de la vivienda en la que reside el hogar cuando es propietario de la misma o la tiene cedida), el salario en especie, las comidas gratuitas o bonificadas efectuadas en el lugar de trabajo o los consumos procedentes de la producción para consumo final propio (huerto, explotación agrícola, fábrica, taller o el comercio propio).

Desde su creación en el año 1958 se han venido alternando diferentes modelos de encuesta que trataban de recoger la información necesaria en cada momento.

La encuesta proporciona datos sobre el gasto de consumo anual de los hogares a distintos niveles, para el conjunto nacional y para las distintas Comunidades Autónomas, así como su clasificación según diversas variables del hogar y el consumo de determinados alimentos a nivel nacional[19].

La EPF incluye distintas características de clasificación entre ellas las geográficas, relativas a los miembros y el sustentador principal del hogar, a las viviendas, etc.

La clasificación utilizada para recoger los gastos de la de COICOP, adaptación nacional de la clasificación internacional utilizada en Eurostat para las encuestas de presupuestos (COICOP/EPF), y que está estructurada en 12 grandes categorías o grupos, 37 subgrupos, 79 clases y 126 subclases, que incluyen un total de 489 artículos.

El número de artículos de la cesta de la compra ha ido cambiando desde el inicio, en 1936 que era diferente en cada capital de provincia, variando entre 95 y 139 artículos y actualmente es de 489 artículos.

Los resultados de esta encuesta están disponibles en el sitio web http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176806&menu=resultados&idp=1254735976608.

El tratamiento de los datos obtenidos en esta encuesta dio lugar a la Encuesta Nacional de Nutrición y Alimentación (ENNA 1, 2 y 3) que incluye la conversión en energía y nutrientes de los alimentos que habían adquirido los hogares en el población española[20].

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MAGRAMA: **Panel de consumo de Alimentos**:

El Panel de Consumo de Alimentos, realizado desde hace más de 25 años (desde 1987) por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente MAGRAMA, tiene como uno de sus objetivos el estudio de consumo de alimentos en los hogares, establecimientos comerciales y de restauración social en España y representa una de las fuentes más fiables sobre la compra de alimentos en España[21].

El tamaño de la muestra en 2013 fue de 12.000 hogares, los datos de las compras o entradas de productos en el hogar se registran mediante un lector óptico el mismo día de la adquisición del producto, y durante un periodo de siete días. La elección de esta muestra es aleatoria con un método bietápico.

En cada una de las entidades elegidas en la primera etapa, se extrae una muestra de hogares proporcional al tamaño de la entidad en cuestión mediante un muestreo aleatorio restringido, es decir, los hogares serán seleccionados aleatoriamente, pero de manera que todas las tipologías estén representadas a nivel de zona geográfica. En el segundo, se seleccionan cada uno de los puntos elegidos.

En 2011, hubo un cambio de censo, que fue utilizado por primera vez en la recogida de datos de consumo de alimentos en el año 2013. En ese año convivieron los dos censos. El panel de consumo extra-hogar se modificó en 2012, pasando de mostrar peso/año, volumen/año, unidades/año per cápita, a mostrar la incidencia y la penetración de los diferentes productos estudiados y la evolución de estos.

Como en el caso anterior, los resultados del panel de consumo de alimentos se pueden consultar en la página web del MAGRAMA (http://www.magrama.gob.es/es/ alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/).

Tradicionalmente el MAGRAMA publica sus resultados en un texto anual, titulado "La alimentación en España", que antes incluía un apartado en el que se realizaba la valoración nutricional de la dieta comprada

"dieta alimentaria", desde el año 2000 estos datos han sido valorados por personal de la Fundación Española de Nutrición y se han realizado varias publicaciones:

- Valoración nutricional de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario.
- Evaluación del consumo de alimentos enriquecidos/fortificados en España a través del Panel de Consumo Alimentario.

– La **Encuesta Nacional de Salud de España** (ENSE), realizada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad en colaboración con el Instituto Nacional de Estadística, recoge información sanitaria relativa a la población residente en España en 21.508 hogares. Es de periodicidad quinquenal que permite conocer numerosos aspectos de la salud de los ciudadanos a nivel nacional y autonómico, y planificar y evaluar las actuaciones en materia sanitaria, para el diseño y la evaluación de las intervenciones en la atención sanitaria. Entre la información se recoge el consumo de alimentos[22].

A nivel nacional, la AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición) recientemente ha llevado a cabo distintos estudios:

- **ENIDE** Encuesta Nacional de Ingesta Dietética (2009-2010). Evaluación nutricional de la población adulta española, con objetivo de determinar el consumo de alimentos en España y, más concretamente, los patrones de ingesta alimentaria en la población adulta española de ambos sexos[23].
- **ENALIA** encuesta alimentaria de la población infantil y adolescente (entre 6 meses y 17 años de edad) de todas las Comunidades Autónomas. Es una encuesta individual, que permite conocer con exactitud el tipo de alimentos y las cantidades que se consumen, lo que resulta esencial para valorar la ingesta de nutrientes y para la investigación científica sobre la exposición a otras sustancias químicas a través de los alimentos[24].
- **ENALIA 2** Este estudio, continuación de la encuesta ENALIA, incluye dos grandes grupos de edad comprendidos entre 18 y 64 años y entre 65 y 74 años (de todas las Comunidades Autónomas), y realiza un análisis específico de la población de embarazadas. Es una encuesta individual, que identifico el tipo y la cantidad de comida consumida, para evaluar la ingesta de nutrientes la exposición a las sustancias químicas a través de la alimentación[25]. Recordar que la última encuesta, de referencia en España en el grupo de niños y jóvenes (2-24 años), fue el **EnKid**, y en adolescentes el estudio multicéntrico **AVENA**.
- A nivel regional, han sido realizadas numerosas encuestas con resultados importantes y representativos: La Comunidad de Madrid, realizo una encuesta que ha sido actualizada recientemente por la FEN (**ENUCAM,** Encuesta de Nutrición de la Comunidad de Madrid), también se realizaron encuestas en Cataluña (**ENCAT,** Evaluación del estado nutricional de la población catalana 2002-2003, Evolución de los hábitos alimentarios y el consumo de alimentos y nutrientes en Cataluña (1992-2003)), en la Comunidad Valenciana (Encuesta de Nutrición de la Comunidad Valenciana), en Galicia (Encuesta sobre los hábitos nutricionales de la población gallega, 2007), en el País Vasco (EINUT-1. Encuesta de nutrición de la Comunidad Autónoma del País Vasco) y en Andalucía (Encuesta Nutricional de Andalucía), entre otros.

Otras encuestas, que se pueden resaltar, realizadas en España son: **UNINUT** (Estudio de los hábitos alimentarios y estilos de vida de los universitarios españoles), **ANIBES** (Estudio de Antropometría, Ingesta y Balance Energético en España), **ENRICA** (Estudio de Nutrición y Riesgo Cardiovascular en España), **ENICM** (Encuesta de Nutrición Infantil de la Comunidad de Madrid), Proyecto **SUN** (Seguimiento Universidad de Navarra), **PREDIMED** (PREvención con DIeta MEDiterránea).

Perspectivas

La autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) promueve y coordina la recopilación de datos normalizados sobre el consumo de alimentos y está trabajando con los estados miembros para la elaboración de encuestas armonizadas sobre dicho consumo en la Unión Europea. De esta manera, los estudios realizados permitirán realizar comparaciones a nivel comunitario. Concretamente en febrero de 2010 los miembros del Foro Consultivo de la EFSA firmaron una declaración de apoyo al establecimiento de un estudio en el ámbito paneuropeo sobre el consumo de alimentos[26].

EFSA ha publicado una guía para la realización de encuestas en un marco europeo y otros documentos sobre clasificación y codificación de alimentos, además de la base de datos "Comprehensive Food Consumption Database" con datos detallados procedentes de las encuestas individuales realizadas en varios países de la UE.

En este sentido también se ha desarrollado "The food classification and description system FoodEx 2", un nuevo sistema de clasificación y codificación de alimentos que permiten el uso de los datos de consumo de diferentes países de la UE para diferentes propósitos: evaluación de riesgos, estudios nutricionales y cualquier otra necesidad que pueda surgir posteriormente.

Otro proyecto coordinado por EFSA en estrecha colaboración con los estados miembros es el EU menú cuyo objetivo es armonizar la recopilación de datos sobre el consumo de alimentos en toda Europa. Permitirá la recopilación de datos de consumo de alimentos comparables en toda la UE.

Aunque en muchos países europeos ya se han realizado encuestas dietéticas nacionales, actualmente no es factible llevar a cabo un análisis de toda la UE o una comparación entre países sobre el consumo de alimen-

tos porque la recogida de datos se realizó utilizando distintas metodologías. Por ello, el proyecto EU Menú quiere armonizar la recogida de los datos de consumo en todos los países y regiones en toda la UE. La metodología de este proyecto nos proporcionara información comparable, que permitirá evaluar de forma eficiente y precisa y la exposición a riesgos y tomar decisiones sobre la inocuidad de los alimentos Los resultados de este proyectos permitirán desarrollar políticas cuyo objetivo sea el establecimiento de una alimentación saludable y sus resultados se podrán estudiar a lo largo del tiempo. En este sentido EU Menú contribuirá a que los ciudadanos europeos tengan una alimentación más segura y saludable.

Aplicaciones

El conocimiento del consumo de alimentos a nivel nacional, del hogar o individual puede tener numerosas aplicaciones como la identificación de los patrones alimentarios y las fuentes de nutrientes, estudiar la calidad de los alimentos o la exposición alimentaria para evaluar determinados riesgos.

También puede ser utilizado para conocer el estado nutricional, porque aunque no es factible, tener una idea exacta exclusivamente a partir de los datos de la dieta, los resultados de las encuestas pueden indicar que existe la posibilidad de que la ingesta diaria de una persona o un grupo se encuentre en riesgo de ser insuficiente de energía y nutrientes. Para valorar el estado nutricional, una vez conocido el consumo de alimentos, se convierte en energía y nutrientes, a través de bases de datos de composición de alimentos, y posteriormente, se realiza la comparación con recomendaciones. Además, se pueden calcular diferentes indicadores de calidad de la dieta que aportaran una idea global sobre estado nutricional, juzgado por la dieta, y se podra utilizar para actualizar las recomendaciones actuales de energía y nutrientes.

La transformación del consumo de alimentos en energía y nutrientes, para evaluar el estado nutricional de un individuo o grupo, es la aplicación más utilizada desde la FEN. Las fuentes utilizadas por la FEN son EPF y más recientemente el Panel de Consumo Alimentario. Ambos proporcionan el consumo de alimentos per capita al año, unidades/año, volumen/año o unidades /año y son transformados en g/persona y día y este consumo se convierte en energía y nutrientes, para ello se descuenta la porción no comestible de todos los alimentos y se realiza una "corrección" en el caso de los aceites vegetales (-20%).

La EFP fue utilizada para la realizar el "Estudio Nacional de Nutrición y Alimentación (ENNA 1, 2 y 3)" y el segundo, el panel de consumo de alimentos (MAGRAMA) para la "Valoración nutricional de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario (2008 y 2012) " y la "Evaluación del consumo de alimentos enriquecidos/fortificados en España a través de Panel de Consumo Alimentario". La tabla I presenta un resumen de las características de ambas fuentes y la tabla II muestra sus puntos fuertes y débiles.

Table I
Encuesta de Presupuestos Familiares vs Panel de Consumo Alimentario

	Panel de Consumo Alimentario	*Encuesta de Presupuestos Familiares*
Comienzo	1987	1939
Frecuencia	Anual	Trimestral
Ámbito poblacional	Hogares, hostelería / restauración y las instituciones	Toda la población que reside en viviendas familiares en España; se excluyen los gastos de las personas que residen en hogares colectivos o instituciones (conventos, residencias de ancianos, prisiones, etc.) y los gastos de los no residentes.
Ámbito geográfico	Península, Baleares y Canarias	Todo el territorio nacional
Muestra	12.000 hogares	24.000 hogares
Criterios	Zonas geográficas y Comunidades Autónomas Nivel socioeconómico del hogar Tamaño del hábitat Tamaño del hogar Edad y actividad del responsable de compras Presencia de niños en el hogar	Comunidades Autónomas Provincia Tamaño del municipio Composición del hogar Nivel de ingresos del hogar Nivel de estudios del sustentador principal Trimestre de la encuesta....
Número de alimentos	130 alimentos básicos desagregados en 416 entradas (cuantificados en peso)	187 alimentos 66 (cuantificados en peso)

Tabla II
Fortalezas y debilidades de la Encuesta de Presupuestos Familiares y el Panel de Consumo Alimentario

	Fortalezas	*Debilidades*
Panel de Consumo Alimentario	• Antigüedad • Anual • Representativa • Incluye una elevada cantidad de alimentos • Información fiable • Permite estudiar la evolución de la alimentación • Datos de libre disposición	• No estudia Ceuta y Melilla • Desde 2011 no recoge kg/persona y día en hostelería e instituciones • No se valora el desperdicio de alimentos • No permite valoración según edad o sexo • Cambio de censo • No incluye contenido de energía y nutrientes (salvo Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario)
Encuesta de Presupuestos Familiares	• Antigüedad • Trimestral • Ponderada • Incluye cambios de base • Clasificación internacional (COICOP) • Representativa • Todo el territorio nacional • Información fiable • Permite estudiar la evolución de la alimentación • Datos de libre disposición	• No recoge todos los alimentos cuantificados en peso • Excluyen instituciones • No se valora el desperdicio de alimentos • No permite valoración según edad y/o sexo • No incluye contenido de energía y nutrientes (salvo ENNA)

Recomendaciones

Existen numerosas fuentes de información sobre el consumo de alimentos, pero la diversidad de metodologías para realizar la recogida de datos dificulta la realización de comparaciones. Por tanto, es necesario seguir trabajando a nivel europeo en la estandarización de la recogida de datos, ya que, la complejidad, tanto en estudios individuales, como poblacionales, requiere modelos de cuestionarios y herramientas que faciliten la identificación de la recopilación de información para que sean comparables entre países.

En relación a las encuestas individuales, se debería seguir trabajando en el uso de tecnologías que faciliten grabar la ingesta en el momento del consumo.

En cuanto a los datos de España, la coexistencia de dos bases de datos (Panel de Consumo Alimentario y EPF) contribuye en gran medida a mostrar una buena radiografía de la alimentación de los españoles, sin embargo, al igual que en Europa, se debe seguir un sistema de codificación y clasificación de los alimentos único, para poder realizar mejores comparaciones.

Referencias

1. Cotier, J and Morón, C. Hojas de balance de alimentos. EN: FAO. Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. FAO, 1997.
2. Food and agriculture organization of the united nations. FAO. Report of the conference of FAO. First Session. FAO. Quebec: 1945.
3. Manjarrés, LM. Métodos para precisar la recolección de la ingesta dietética. Perspectivas en nutrición humana Vol. 9, nº 2, pp. 155-163, Julio-diciembre 2007.
4. Food and agriculture organization of the united nations. FAOSTAT. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/FB/FB/E. [Accessed: September 29, 2014].
5. Beltrán B, Carbajal A, Cuadrado C, García-Diz L, Goñi I, Sierra JL. Encuestas dietéticas. Innovadieta. https://www.ucm.es/innovadieta/encuestas. [Accessed: December 17, 2014].
6. Food and agriculture organization of the united nations. FAO. Evaluación nutricional. Perfiles Nutricionales. http://www.fao.org/food/evaluacion-nutricional/perfiles-nutricionales-por-paises/es/. [Accessed: September 29, 2014].
7. DAFNE. Data Food Networking. DAFNE. 2005. http://www.nut.uoa.gr/dafnesoftweb/ . [Accessed: September 29, 2014].
8. Elmadfa I, Freisling H, Nowak V, Hofstädter D, Hasengger V, Ferge M et al. European Nutrition and Health Report 2009. Vienna: Karger, 2009.
9. PANCAKE- Pilot study for de assessment of nutrient intake and food consumption among kids in Europe. The PANCAKE consortium. EN-339. Supportin Publications, 2012.
10. del Pozo S, Cuadrado C, Moreiras O. Cambios con la edad en la ingesta dietética de personas de edad avanzada. Estudio Euronut-SENECA 348-352. Nutr. Hosp., 2003, Vol. XVIII (6).
11. EFCOSUM group. European Food Consumption Survey Method. Final Report.Report, TNO Nutrition and Food Research. 2001.
12. EFCOVAL. Efcoval. European Food Consumption Validation. 2010. http://www.efcoval.eu/. [Accessed: Septiembre 29, 2014].
13. Danish Food Informatics. LanguaL™ - the International Framework for Food Description. 2014. http://www.langual.org/. [Accesed: September 30, 2014].
14. Ireland, J and Moller, A. Strengths and weaknesses of existing food classification systems. Parma, Italy: EFSA Scientific Colloquium on Food Classification, 2010.
15. Unwin, I; Møller, A. EUROCODE 2. Food Coding System. Febrero 3, 1999. http://www.ianunwin.demon.co.uk/eurocode/index.htm. [Accessed: September 30, 2014].
16. The LanguaL 2013 Thesaurus- Systematic Display. 2013. http://www.langual.org/langual_thesaurus.asp?termid=A0690&thaschildren=True&towner=A0356&topenstr=A0724_A0361_00000_B1564_J0107_A0356_A0690_A0289. [Accessed: September 30, 2014].
17. EFSA (European Food Safety Authority). The food classification and description system FoodEx 2 (draft-revision 1). Supporting Publications 2011:215. [438 pp.]. Available online: http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/215e.htm.
18. AECOSAN. Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición. Consumo de alimentos en Europa http://aesan.msssi.

gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/alimentos_europa.shtml. [Accessed: September 29, 2014].
19. Estadística, INE. Instituto Nacional de. INEbase. 2014. http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736176806&menu=resultados&idp=1254735976608. [Acceso: 13 de mayo de 2015].
20. Varela, G; Moreiras, O; Carbajal, A; Campo, M. Estudio nacional de nutrición y alimentación 1991 (ENNA 3). Tomo I. Ingesta de alimentos, energía y nutrientes. Adecuación a las ingestas recomendadas. Tendecias de consumo en los últimos 30 años: Instituto Nacional de Estadística. 1995. (ISBN: 84 260 2973 6). 352 pp.
21. del Pozo, S; García, V; Cuadrado, C; Ruiz, E; Valero, T; Ávila, JM; Varela, G. Valoración de la dieta española de acuerdo al panel de consumo alimentario. Fundación Española de la Nutrición. 2012.
22. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Nacional de Salud de España 2011/12. 2014. https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm. [Accessed: October 2, 2014].
23. AECOSAN. Agencia española de consumo seguridad alimentaria y nutrición. ENIDE: Encuesta nacional de ingesta dietética (2009-2010). Resultados sobre datos de consumo. 2014. http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enide.shtml. [Accessed: october 2, 2014].
24. AECOSAN. Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición. "ENALIA" Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. 2014. http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia.shtml. [Accessed: october 2, 2014].
25. AECOSAN: Agencia Española de consumo seguridad alimentaria y nutrición. "ENALIA 2" Encuesta Nacional de Alimentación en la poblaicón adulta y mujeres embarazadas. 2014. http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia_2.shtml. [Accessed: october 2, 2014].
26. EFSA (European Food Safety Authority). EU Menu. http://www.efsa.europa.eu/en/datexfoodcdb/datexeumenu.htm. [Accessed: November 5, 2014].

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):34-41
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5048

Métodos de evaluación de la ingesta actual: registro o diario diétetico

Rosa M. Ortega[1], Carmen Pérez-Rodrigo[2], Ana M. López-Sobaler[1]

[1]Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. [2]Fundación FIDEC. Bilbao. España.

Resumen

Entre los métodos de evaluación de la ingesta actual los métodos de registro, o diario dietético, destacan por su interés y fiabilidad. Se trata de un método prospectivo en formato abierto que recoge información sobre los alimentos y bebidas consumidos en un periodo de tiempo previamente especificado. Permite estimar la ingesta actual de individuos y de grupos de población, así como identificar grupos con riesgo de presentar ingestas inadecuadas. Se trata de un método de interés para su aplicación en estudios epidemiológicos o en el ámbito clínico.

Cuando se aplica de forma adecuada, y se considera el periodo de estudio suficiente, tiene alta validez y precisión, por lo que es un método de análisis de la ingesta considerado a menudo como referencia en estudios de validación. No obstante, está sujeto a errores y limitaciones, derivadas principalmente de la tendencia del sujeto a declarar consumos de alimentos próximos a los que considera correctos. Otros problemas son la alta demanda de colaboración, posible inducción de modificaciones en la dieta de los sujetos analizados o dificultades para describir los alimentos y/o porciones consumidas. Cuanto mayor es el número de días de observación de la dieta disminuye la calidad de los registros completados. También hay que considerar el elevado coste de procesado de la información. Entre las principales ventajas de este método destaca el registro de los alimentos y bebidas en el momento de su consumo, lo que reduce el problema de omitir alimentos por olvido. El registro por pesada permite estimaciones más precisas de las cantidades consumidas.

Las nuevas tecnologías pueden ser de gran ayuda para mejorar y facilitar el grado de colaboración de las personas estudiadas, así como la precisión de las estimaciones, aunque sería deseable evaluar sus ventajas y limitaciones para optimizar su utilización.

Palabras clave: *Registro dietético. Consumo de alimentos. Ingesta de energía y nutrientes. Análisis de la ingesta. Validez.*

DIETARY ASSESSMENT METHODS: DIETARY RECORDS

Abstract

Dietary records or food diaries can be highlighted among dietary assessment methods of the current diet for their interest and validity. It is a prospective, open-ended survey method collecting data about the foods and beverages consumed over a previously specified period of time. Dietary records can be used to estimate current diet of individuals and population groups, as well as to identify groups at risk of inadequacy. It is a dietary assessment method interesting for its use in epidemiological or in clinical studies.

High validity and precision has been reported for the method when used following adequate procedures and considering the sufficient number of days. Thus, dietary records are often considered as a reference method in validation studies. Nevertheless, the method is affected by error and has limitations due mainly to the tendency of subjects to report food consumption close to those socially desirable. Additional problems are related to the high burden posed on respondents. The method can also influence food behavior in respondents in order to simplify the registration of food intake and some subjects can experience difficulties in writing down the foods and beverages consumed or in describing the portion sizes. Increasing the number of days observed reduces the quality of completed diet records. It should also be considered the high cost of coding and processing information collected in diet records. One of the main advantages of the method is the registration of the foods and beverages as consumed, thus reducing the problem of food omissions due to memory failure. Weighted food records provide more precise estimates of consumed portions.

New Technologies can be helpful to improve and ease collaboration of respondents, as well as precision of the estimates, although it would be desirable to evaluate the advantages and limitations in order to optimize the implementation.

Key words: *Dietary record method. Food intake. Energy and nutrient intakes. Diet assessment. Validity.*

Correspondencia: Rosa M. Ortega.
Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia.
Universidad Complutense de Madrid.
Plaza Ramón y Cajal s/n.
28040 Madrid. España.
E-mail: rortega@ucm.es

Introducción

La ingesta de nutrientes modula la salud y capacidad functional tanto a corto como a largo plazo, por lo que es de interés la valoración de la ingesta dietética y puede tener diferentes propósitos y realizarse en una gran variedad de contextos. Hay diferentes métodos para estudiar la ingesta de alimentos y bebidas, que pueden ser utilizados para analizar la ingesta desde un punto de vista prospectivo o retrospectivo. El registro dietético (RD) destaca entre los métodos prospectivos[1-4].

Descripción y tipos de RD

El RD es un método prospectivo abierto, en el que el sujeto anota todos los alimentos y bebidas consumidas durante un periodo de tiempo específico. Dependiendo del objetivo/hipótesis del estudio es frecuente pedir información detallada sobre los métodos de preparación de los alimentos, ingredientes de los platos y recetas, e incluso la marca concreta de los productos comerciales. El RD recoge datos suministrados por el propio sujeto y anotados en el momento en el que los alimentos son consumidos, lo que minimiza la necesidad de confiar en la memoria. Sin embargo, para obtener datos más exactos, los participantes deben ser entrenados antes del comienzo del estudio. Por otra parte, es necesario un alto nivel de motivación y contar con la alta carga de esfuerzo que supone la participación en la investigación[3,4].

Aunque se pueden utilizar cuestionarios completamente libres y abiertos, es especialmente útil emplear un formato estructurado en el que se pregunte por las diferentes comidas (desayuno, comida, merienda, cena, entre horas…), la hora, el lugar, la compañía, el menú y los ingredientes de cada plato, y el peso de los alimentos consumidos, ya que ayuda a recordar mejor todo lo ingerido. El RD debe tener un formato apropiado que proporcione el espacio adecuado para que el individuo anote todos los datos. Además se puede proporcionar un cuaderno de bolsillo para anotar los alimentos consumidos fuera del hogar[1].

También se han desarrollado cuestionarios cerrados, que incluyen una lista de alimentos específicos, para que el encuestado indique cuáles de los alimentos ha consumido en concreto[5,6]. Adicionalmente, se puede desarrollar una lista de comprobación, para contrastar el consumo de alimentos específicos que pueden contribuir de manera sustancial a la ingesta de algunos nutrientes, o que puedan ser vehículo de contaminantes. Se debe preguntar además por el tamaño de las porciones consumidas, bien en formato abierto o utilizando categorias[5,7].

El RD puede ser cumplimentado por el propio sujeto o por otra persona. Este procedimiento es frecuente en el caso de niños, o de personas con problemas para anotar o recordar los alimentos consumidos[5]. Teóricamente el alimento se registra en el momento en el que es consumido, pero no siempre es necesario hacerlo en un formato de papel. En algunos estudios se han empleado dictáfonos o grabadoras, y parecen de gran ayuda para conocer el consumo de alimentos de grupos con bajo nivel de estudios[4]. También se han utilizado cámaras fotográficas, teléfonos móviles y otros medios tecnológicos para captar imágenes de los alimentos y comidas, especialmente en el caso de personas con alguna minusvalia[8].

Entrenamiento del encuestado

La persona encuestada debe recibir un entrenamiento específico que le permita describir, de manera adecuada, todos los alimentos y bebidas consumidos y las cantidades concretas, incluyendo el nombre/marca de los alimentos, recetas de los platos, método de preparación o cocinado, y también el tamaño de las raciones. En algunos estudios este entrenamiento se ve reforzado con un contacto posterior con el encuestado, después del primer día de registro, con el objetivo de revisar lo anotado y resolver cualquier posible duda. Al final del periodo de registro, un entrevistador cualificado debe revisar el RD con el sujeto de estudio, para clarificar cualquier duda y controlar el posible consumo de alimentos olvidados[5].

Descripción del tamaño de las porciones consumidas

Se debe anotar el tamaño de las raciones consumidas con la mayor precisión posible. Se puede medir, pesando la cantidad de alimento consumida con una bascula de cocina o indicando cantidades concretas utilizando medidas caseras (como por ej. cazos, tazas, vasos). De manera alternativa, el tamaño de las porciones se puede estimar en relación a medidas caseras estándar, o utilizando modelos tridimensionales de alimentos, o bidimensionales, como por ejemplo, con álbumes fotográficos[5].

Cuando el encuestado utiliza medidas caseras comunes para describir las cantidades consumidas, es importante que el codificador reciba un entrenamiento específico para transformar estas cantidades en gramos de alimentos consumidos.

Algunos programas de software utilizados habitualmente para procesar los RD (como el DIAL) incluyen una base de datos con información sobre el peso medio de raciones estándar (cucharadas, tazas, vasos, plato, cazo…), de manera que se facilita el tratamiento de la información suministrada en el RD (fig. 1).

Cuando se procede a la revisión del RD, y para clarificar cuestiones sobre las cantidades descritas, puede ser de utilidad emplear modelos de alimentos que representan platos o alimentos de diferentes tamaños. En este caso el encuestado tiene que indicar cuál es el modelo cuyo tamaño es el más próximo al consumido.

Duración aconsejada para los RD

Es importante establecer el número de días a controlar en el RD, y también si estos deben ser consecutivos o

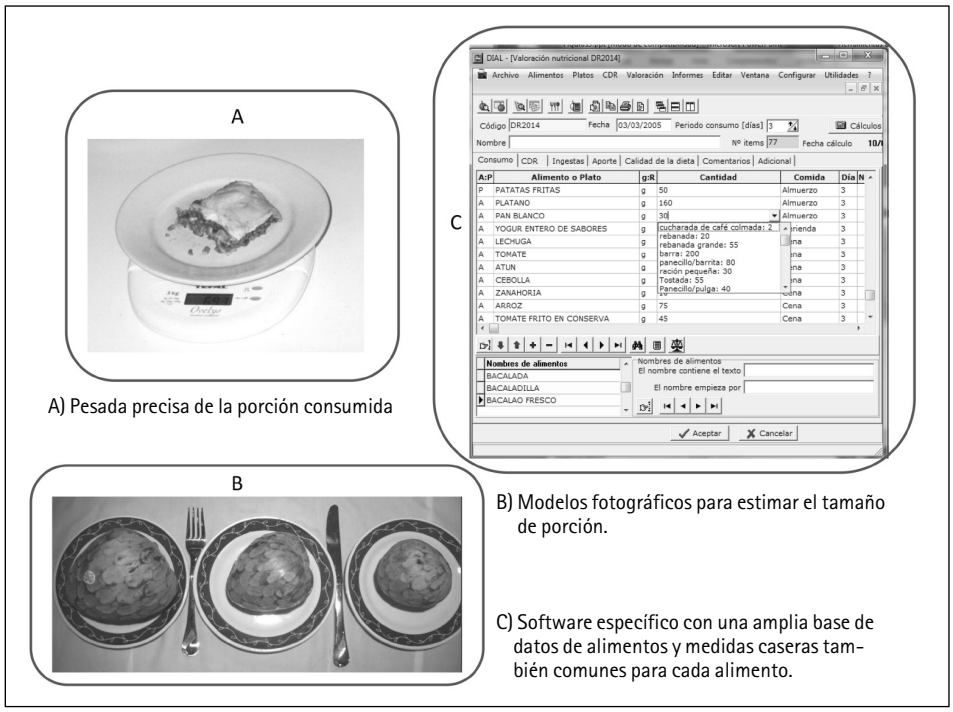


Fig. 1.—Algunas ayudas útiles para obtener información precisa con los RD y tabularlos.

no. Lo ideal es controlar periodos que sean lo suficientemente largos como para proporcionar información fiable sobre el consumo habitual de alimentos (se requiere un mínimo de 3 días), pero también tiene que considerarse que el periodo de registro no sea demasiado largo, para evitar un deterioro en la cumplimentación por cansancio del sujeto de estudio[1,2].

Tradicionalmente los RD más comunes tienen una duración de 7 días consecutivos. Este periodo de tiempo permite recoger suficiente información sobre la dieta, minimizando los sesgos asociados a la elección de un día de la semana, y también ayuda a recoger información sobre los alimentos consumidos con menos frecuencia.

Sin embargo, se ha constatado que los registros de más de 4 días consecutivos son generalmente poco satisfactorios, ya que las ingestas descritas disminuyen debido a la fatiga del encuestado, y que los sujetos que los cumplimentan adecuadamente difieren sistemáticamente de los que no los cumplimentan bien. Además, se ha observado que muchos de los encuestados desarrollan la práctica de llenar el registro de forma retrospectiva en lugar de prospectiva[5], por lo que la validez de la información recogida disminuye en los últimos días de un período de recogida de 7 días, en contraste con la información recogida en los días anteriores[2,5].

Teniendo en cuenta estas limitaciones, se suelen utilizar RDs de menor duración[1,2]. El número óptimo de días para recoger los datos más fiables depende en gran parte de los nutrientes objetos de atención, o del tamaño de la muestra del estudio. Como regla general, cuanto menor es el número de individuos, mayor debe ser el número de días controlados. Cuando el objetivo es tener una visión general de un grupo, el interés principal es que la muestra sea lo suficientemente grande para ser representativa, en lugar de aumentar el número de días controlados. Sin embargo, es probable que los alimentos que se consumen con una frecuencia de 1-2 veces/semana o menos, no sean capturados en 3-4 días en el RD. En estos casos, puede ser útil para complementar la información recogida la aplicación de un breve cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFC) o de un cuestionario de consumo de alimentos poco habituales.

Por otro lado, debido a que los alimentos y las cantidades consumidas en días consecutivos de registro pueden estar relacionados (es el caso de las sobras, y el comer más un día y menos al día siguiente), puede ser ventajoso recoger registros de días no consecutivos con el fin de aumentar la representatividad de la dieta del individuo[5].

Independientemente de la duración del RD, es conveniente controlar tanto días laborables como festivos, con el fin de obtener una mejor visión de la dieta total. En algunos estudios también se requiere recoger información en diferentes estaciones del año, teniendo en cuenta que la disponibilidad y preparación de los alimentos cambia con la estación. Por estas razones, conviene registrar la fecha de cada uno de los días incluidos en el registro[1,2,5].

Fortalezas del RD

La principal ventaja del RD es su potencial para recopilar información cuantitativa precisa sobre los distintos alimentos consumidos durante el período de registro[5]. Teniendo en cuenta la calidad de los datos dietéticos obtenidos, el RD se considera el "gold standard" de los métodos dietéticos, y se utiliza con frecuencia como

referencia en la calibración o validación de los datos obtenidos utilizando otros métodos menos laboriosos y costosos.

El RD cumplimentado mediante pesada de los alimentos consumidos proporciona estimaciones de la ingesta individual más precisas, y que pueden estar relacionadas con indicadores de salud y del estado nutricional valorado mediante la utilización de parámetros bioquímicos sanguíneos.

Como los alimentos se anotan en el momento de ser consumidos, es menos probable el omitir/olvidar productos y, por otra parte, la descripción es más precisa. Además, como la cantidad que se consume se registra al miempo que se ingiere, se recoge también información precisa sobre **el tamaño exacto de la porción consumida**, y por lo tanto no depende de la estimación de un tamaño de porción esándar. En este sentido, el RD con pesada es también una herramienta valiosa para estimar los tamaños de las raciones consumidas.

Cuando el RD utiliza preguntas abiertas, la **información recogida puede ser abundante y analizarse de diferentes maneras**. Por ejemplo, si se registran suficientes días, se puede analizar la variación de la ingesta entre días. También puede lograrse una descripción detallada de los alimentos consumidos en todas las ocasiones de consumo.

Puede aplicarse fácilmente a diversos grupos, con una **amplia gama de hábitos alimentarios**, y se puede utilizar para calcular la ingesta promedio de una población[3,5] ya que proporciona excelentes estimaciones en cuanto a la ingesta de energía, nutrientes, alimentos y grupos de alimentos.

El RD es **adecuado en los estudios metabólicos y de intervención**. En este último caso, el RD con pesada es muy útil para el estudio de los hábitos alimentarios y de sus cambios[5,9]. El hecho de registrar la dieta, por si mismo, es una técnica efectiva en los programas de pérdida de peso[5].

Desventajas del método

La dieta es muy variable de un día a otro, de modo que los datos recogidos pueden representar la **dieta actual**, pero no la **dieta habitual**. Pero la ingesta habitual también puede estimarse si se repite el RD.

Aquellos que tienen que rellenar el RD (encuestados o cuidadores) deben estar a la vez motivados y saber leer y escribir (si el RD se hace en papel), lo que potencialmente limita su aplicación en algunos grupos de población (personas con bajo nivel de alfabetización, los inmigrantes con habilidades lingüísticas limitadas, niños, ancianos, personas con dificultad para escribir...). Dado que el RD requiere una alta cooperación, está limitado el tipo de población a la que se puede aplicar, y esto puede comprometer la generalización de los resultados a la población en su conjunto[5] (tabla I).

El método puede resultar **complejo para algunas personas**, sobre todo para aquellas que no cocinan regularmente y no están familiarizados con el peso de los alimentos (tabla I).

Saber que se deben registrar todos los alimentos y las cantidades consumidas, y la exigente tarea de hacerlo, pueden **alterar los hábitos alimentarios** que precisamente pretende medir esta herramienta. Estudios previos han observado que algunos participantes pueden mejorar sus hábitos dietéticos de forma no intencionada, como consecuencia de una auto-reflexión. Sin embargo, algunos encuestados pueden alterar su dieta intencionalmente para evitar el exceso de trabajo que supone anotar numerosos alimentos, o incluso optan por no indicar la ingesta real[3]. Esto puede afectar tanto al tipo de alimento que se consume como a las cantidades[5,10,11]. Este efecto es una debilidad del RD cuando el objetivo es analizar el comportamiento alimentario habitual[5].

En el RD utilizando la pesada de los alimentos, es necesario emplear una báscula y esto puede sesgar los resultados del estudio porque:

Tabla I
Características, fortalezas y limitaciones del registro dietético

Método	*Medida subjetiva utilizando un cuestionario de respuesta abierta autoaplicado*
Datos recogidos	Información sobre la ingesta actual, durante un periodo determinado.
Fortalezas	Proporciona datos detallados sobre la ingesta, no es necesario un entrevistador, no hay sesgo de recuerdo.
Limitaciones	Exige implicación del encuestado (es necesaria una cierta formación y elevada motivación, la infravaloración es frecuente); costoso en tiempo y recursos, se necesitan varios días para tener conocimiento de la ingesta habitual, y se pueden producir cambios en la ingesta al realizar medidas repetidas.
Nuevas tecnologías	Tecnología requerida: Software, internet, PDA, teléfono móvil, etc.
Fortalezas de las nuevas tecnologías	Se facilita la estandarización, es posible recoger datos en tiempo real; posibilidad de reducir el tiempo y el coste; aumenta la viabilidad del estudio.
Limitaciones de las nuevas tecnologías	Las inherentes a sesgo de autodeclaración de consumo; requiere entrenamiento de los participantes sobre el modo en el que deben utilizar la tecnología.

Modificado de Shim et al.[3]

- El sujeto tiene que tener una bascula (lo que supone un sesgo en la participación).
- Si el investigador proporciona basculas a los participantes, el estudio resulta más costoso (es necesario adquirir las basculas) y hay que entrenar al específicamente para que maneje adecuadamente la balanza y anote de forma clara y correcta los alimentos consumidos (si el peso es sólo el de la comida, o si incluye el plato, si el peso se refiere a alimento completo o la parte comestible...).
- El encuestado debe emplear más tiempo (además de completar el registro, debe pesar los alimentos), y llevar siempre con él/ella la bascula (lo que supone un problema en relación con las comidas realizadas fuera del hogar).
- El individuo objeto de estudio puede modificar aún más sus hábitos dietéticos, y las elecciones alimentarias pueden estar más influenciadas por el hecho de que sea más consciente de que su dieta va a ser analizada.

A menos que se utilicen dispositivos electrónicos para procesar el RD, la codificación de un formato abierto requiere un esfuerzo de recopilación de datos, tabulación y análisis considerable. Cada RD requiere una revisión cuidadosa por personal investigador entrenado. Se deben codificar todos los alimentos y platos consumidos teniendo en cuenta la descripción detallada que haga el encuestado, eligiendo de la base de datos el alimento o plato más adecuado para cada caso. El tamaño de la porción consumida debe transformarse en su peso exacto. Estos procesos tienden a ser lentos, laboriosos y muy costosos de implementar[3]. En este sentido, es de gran interés utilizar un software que permita introducir la información utilizando los nombres más comunes por los que son conocidos diversos alimentos, ya que ayuda a ahorrar tiempo en la codificación de los mismos[5].

Teniendo en cuenta que el RD es un método que requiere importantes recursos personales y económicos, y la gran implicación y esfuerzo por parte del individuo estudiado, este método **no es práctico para estudios con grandes muestras de población**.

Como el RD mide la ingesta actual, y se centra principalmente en la ingesta a corto plazo, no puede utilizarse cuando lo que se busca es una asociación entre la **ingesta pasada** y sus consecuencias sanitarias, o cuando interesa conocer el efecto de la **exposición alimentaria a largo plazo** en relación con el padecimiento de enfermedades crónicas. En este último caso, para medir la ingesta media, se necesita aplicar varios RDs. Pero la medida repetida no sólo requiere una gran cantidad de recursos y tiempo, sino que también existe el riesgo de que la repetición de la encuesta vaya modificando la dieta de los encuestados.

Fuentes de error

En el RD, y en los métodos prospectivos en general, el encuestado puede modificar voluntariamente su dieta porque es consciente de que está siendo estudiado, por lo que la principal fuente de error es la tendencia a declarar un consumo de alimentos y porciones próximos a lo que se considera socialmente deseable (tabla II)[1,2].

Algunas de las fuentes de error debidas al encuestado son:

- Motivación, memoria, habilidades de comunicación.
- Percepción (tipo y cantidad): sobre o subestimación.
- El olvido de ciertos alimentos (pan, grasas, aceites, líquidos, snacks, bebidas alcohólicas).
- Las características personales (edad, sexo, obesidad).

Tabla II
Dificultades metodológicas generales de los registros dietéticos

Aspecto afectado	*Problemas detectados*
Tipo de alimentos	Se añaden/omiten alimentos según el concepto que tiene la persona entrevistada.
Cantidad de alimentos	– Se subestima la ingesta a medida que aumenta el tamaño de las raciones. – Se sobreestima cuando disminuye. – La valoración personal de un alimento puede hacer que se declaren cantidades mayores/menores de ingesta.
Influencia de la edad de la población objeto de estudio	**Ancianos:** – Función mental inadecuada. – No saben ingredientes / dificultades para describir las porciones consumidas. – Dificultades culturales y físicas para apuntar los alimentos. **Niños:** – No saben lo que han comido o no conocen los ingredientes. – Dificultad para apuntar los alimentos.
Problemática del colectivo o de algunos de los individuos estudiados	**Obesos, enfermos, deportistas:** Temen declarar haber tomado los alimentos que consideran o les han sido prohibidos, o los que creen que ayudan a su éxito (en deportistas).

Otras fuentes de error dependen de los implicados en el trabajo de campo:

- Insuficiente capacitación para instruir a los encuestados en la cumplimentación del RD.
- Inadecuada comprobación del RD cuando se recoge.
- Errores en la tabulación y codificación de alimentos del RD.

Otras posibles fuentes de error que deben considerarse son los posibles errores en la base de datos en relación a la composición nutricional de los alimentos, o en las ingestas recomendadas, etc.

Validación de los datos del RD

El RD se considera con frecuencia como el "gold standard", frente al cual se pueden valorar el resto de los métodos dietéticos[4]. Pero, de todos modos, y teniendo en cuenta que el RD también tiene limitaciones, conviene que sea validado utilizando un método más preciso con una fuente diferente de error.

En comparación con otros métodos, como el cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ) o el de Recuerdo de 24 horas, que son más prácticos y menos costosos para su aplicación en grandes estudios epidemiológicos, un RD de 4 días proporciona una estimación más precisa de la ingesta de energía y proteínas, como se ha demostrado utilizando el método del agua doblemente marcada y la eliminación de nitrógeno en orina de 24 h[12]. En la cohorte EPIC-Norfolk un RD de 7 días mostró datos más próximos que el FFQ a los biomarcadores de proteínas, potasio y de consumo de sodio[13], al menos considerando ingestas absolutas[14].

Los marcadores bioquímicos (medidos en sangre/orina) son útiles para analizar la relación entre la ingesta de nutrientes obtenida utilizando el RD y los indicadores bioquímicos correspondientes de estado nutricional. Una correlación positiva entre la ingesta de nutrientes y los datos de suero ayuda a validar la fiabilidad del RD. Pero esta correlación es más probable que se observe cuando la ingesta del nutriente es inadecuada y la probabilidad de alcanzar niveles óptimos en sangre es menor. Cuando la ingesta del nutriente es adecuada, una ingesta superior no siempre está relacionada con mayores niveles en sangre. En este caso (ingestas elevadas) los parámetros urinarios pueden ser más útiles, dado que la correlación entre ingesta y eliminación de nutrientes hidrosolubles y/o catabolitos nitrogenados, se mantiene cuando la ingesta es elevada. Otra posibilidad para comprobar la validez del RD es encontrar diferencias significativas en los parámetros bioquímicos seleccionados, entre los sujetos con ingestas menores o mayores a las recomendadas para diferentes nutrientes[1,2].

Se han empleado en algunos estudios epidemiológicos marcadores bioquímicos específicos como indicadores de la ingesta dietética de nutrientes seleccionados o de algunos componentes de la dieta[3,15-17]. Estudios previos han encontrado que estos marcadores correlacionan fuertemente con los niveles de ingesta alimentaria, y no se ven influidos por el sesgo asociado a lo que resulta socialmente deseable, a la influencia de la memoria, y no dependen de la capacidad de los sujetos para describir el tipo y cantidad de alimentos consumidos[3,18]. Por lo tanto, estos marcadores bioquímicos pueden proporcionar medidas más precisas que las obtenidas a partir de un control de la ingesta. Sin embargo, se sabe que algunos biomarcadores son un reflejo tanto de la ingesta como de la absorción y metabolismo del nutriente, y también se ven afectadas por enfermedades o cambios en la regulación homeostática, por tanto, sus valores no se pueden considerar como representativos de la ingesta alimentaria absoluta del sujeto. Por otra parte, los resultados basados en biomarcadores no permiten realizar recomendaciones dietéticas encaminadas a modificar los hábitos dietéticos de un sujeto. En este sentido, la evaluación directa de la ingesta alimentaria puede ser más informativa que los resultados de los biomarcadores[3,18,19].

La comparación de la ingesta energética (IE) con el gasto energético (GE), medido o estimado, en personas con peso estable, también ayuda a identificar a aquellos sujetos más propensos a sobrevalorar/infravalorar la ingesta energética. La discrepancia entre la IE y GE, medido con la fórmula: (GE-IE) x 100/GE, proporciona un porcentaje de la posible infravaloración (si los valores son positivos) o sobreestimación de la ingesta (cuando los valores son negativos)[20-22].

Usando las ecuaciones del IOM[23] para estimar el GE, y obteniendo la IE mediante la utilización de RD, se observa en algunos estudios una discrepancia muy baja entre la IE y el GE (-0,64 ± 10,5%)[24]. Pero esta cifra media, aunque indica que la IE está muy próxima al GE, no garantiza que no haya un porcentaje importante de individuos que infravaloren/sobrevaloren su ingesta energética[2,20].

Hay una tendencia general a declarar alimentos y cantidades próximas a las que se consideran más correctas, y algunos de los factores que pueden contribuir a aumentar esta discrepancia pueden ser:

- **Tener sobrepeso u obesidad**: la infravaloración de la ingesta energética incrementa con el aumento de peso[20,21].
- **Preocupación por el peso corporal/figura**: aquellas personas que desean perder peso, incluso aunque no tengan un exceso, muestran una tendencia a infravalorar su ingesta energética en mayor medida que las personas que no tienen esta preocupación por el peso, independientemente del IMC real[20,22].

En alguna investigaciones, en las que se ha realizado un seguimiento del peso corporal de los sujetos estudiados, durante un periodo de 30 días para ver si este peso era estable[22], se ha comprobado que la infravaloración de la ingesta energética era mayor en aquellos individuos

que manifestaron un deseo de perder peso, y esta discrepancia aumentaba a medida que lo hacía el IMC. Por otro lado, entre las personas que no querían perder peso, se observó una ligera sobreestimación de la ingesta, que aumentaba a medida que disminuía el IMC, sobre todo cuando se observaba un déficit de peso[22] (fig. 2).

Teniendo en cuenta que un alto porcentaje de la población presenta sobrepeso/obesidad[25] o están preocupados por el control del peso corporal (incluso teniendo un peso normal)[26], estos datos deben ser tenidos en cuenta cuando se realizan estudios dietéticos, con el fin de mejorar la precisión de los datos que se pueden obtener.

Otro punto a considerar es que las personas tienden a declarar un consumo de alimentos cercano al que consideran apropiado o saludable. A veces las ideas erróneas y las ideas preconcebidas pueden hacer que algunos alimentos considerados poco saludables (con razón o sin ella) sean registrados/declarados en cantidades menores a las ingeridas realmente, mientras que los alimentos más valorados (como frutas, verduras...) pueden ser declarados/registrados en cantidades más altas de las reales[27].

Nuevas Tecnologías y RD

En los últimos años, se han desarrollado nuevas tecnologías con el fin de aumentar la viabilidad del RD en grandes estudios epidemiológicos. Sus principales objetivos son reducir el esfuerzo para los encuestados, mejorar la precisión y hacer posible la realización de múltiples auto-administraciones. Varios estudios han analizado su utilidad e implicaciones en el ámbito clínico y de investigación[3,28,29].

Aunque muchas de estas técnicas aún están en fase de desarrollo, se han logrado grandes avances. Es cierto que el desarrollo de software y hardware implica una gran inversión en las primeras etapas de la investigación. Pero una vez desarrolladas, estas nuevas tecnologías pueden reducir los costos y recursos necesarios. Recoger y tratar los datos resulta más fácil, la validez de la información mejora, y la recopilación de datos y el cálculo de la ingesta dietética, en tiempo real, permite a los encuestadores que se centren en la evaluación de la dieta[3] (tabla I).

Algunas de las aplicaciones desarrolladas permiten al usuario utilizar su teléfono móvil para introducir su ingesta alimentaria. El sujeto puede registrar su ingesta, señalando lo consumido en una lista predefinida de alimentos y bebidas, y la cantidad ingerida se puede registrar eligiendo entre varios tamaños de porción predefinidos[3,30]. En otros estudios se han empleado cámaras o el propio teléfono móvil de encuestado para registrar todo lo consumido, enviando imágenes antes y después de comer al personal investigador[3]. Se puede utilizar un software específico para estimar el peso del tamaño de las porciones. Algunas de las tecnologías basadas en Internet incluyen tutoriales on-line, imágenes digitales para la identificar los alimentos y estimar el tamaño de las porciones, y archivos de audio. Por lo tanto, las personas con bajo nivel de alfabetización pueden completar fácilmente la encuesta, y los investigadores pueden recoger datos en tiempo real[3].

Mientras que la viabilidad de realizar numerosos RD en los estudios epidemiológicos, ha mejorado considerablemente con la ayuda de estas nuevas tecnologías, todavía existen algunas limitaciones. En primer lugar, estos métodos pueden ser difíciles de aplicar a ciertas poblaciones que no están familiarizadas con las tecnologías innovadoras o nuevos dispositivos: esto implica tener que enseñar a los sujetos a usar estas tecnologías y utilizar un ordenador, incluyendo el acceso a Internet[3]. En segundo lugar, deben mejorarse los problemas técnicos en la transmisión de datos, almacenamiento, duración de la batería, y otras limitaciones similares. Y en tercer lugar, estos nuevos métodos no parecen superar los problemas metodológicos relacionados con la auto-declaración de alimentos. Los sujetos siguen teniendo dificultades para recordar y registrar su dieta, la infravaloran en estudios repetitivos, y alteran su consumo de alimentos cuando conocen la fecha de la encuesta de antemano[28]. Por estas razones, aún no se han implementado de forma generali-

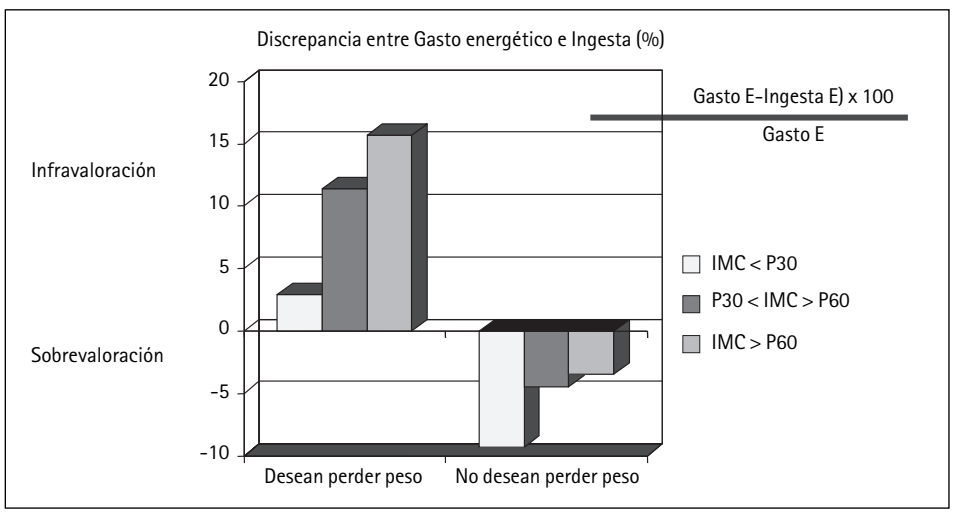


Fig. 2.—Influencia del IMC y de la preocupación por el peso en la discrepancia entre la Ingesta y el Gasto energético con RD[22].

zada estos los métodos de respuesta abierta con nuevas tecnologías como la herramienta de evaluación primaria en los estudios epidemiológicos[3] (tabla I).

Conclusiones

La ingesta dietética es difícil de medir, y cualquier método, utilizado de manera aislada, no puede evaluar la exposición alimentaria a la perfección. Pero el RD es uno de los métodos más fiables de evaluación de la dieta. Sin embargo, es importante tener en cuenta algunos aspectos como la duración del estudio (≥ 3 días, ≤7 días), el formato del cuestionario, la motivación de los participantes, su entrenamiento para cumplimentar el cuestionario, y la necesidad de personal capacitado. Las nuevas tecnologías son muy prometedoras y probablemente en un futuro próximo, facilitarán la implementación del RD en grandes estudios epidemiológicos. Se deben considerar algunos aspectos de los encuetados ya que pueden influir en la exactitud del RD: El índice de masa corporal, la preocupación por el peso/figura, o la percepción del sujeto sobre ciertos alimentos pueden ser útiles para detectar/corregir errores. A pesar de ser un método fiable, siempre es recomendable validar los resultados del RD con marcadores bioquímicos o analizar la discrepancia entre la ingesta y el gasto de energía.

References

1. Ortega RM, Requejo AM, López-Sobaler AM. Questionnaires for dietetic studies and the assessment of nutritional status. In: Nutriguia. Manual of Clinical Nutrition in Primary Care. Ortega RM, Requejo AM. Eds. Madrid: Complutense ed., pp. 456–67, 2009.
2. Ortega RM, Requejo AM. Encuestas nutricionales individuales. Criterios de validez. *Nutrición y Obesidad* 2000; 3 (4): 177-85.
3. Shim JS, Oh K, Kim HC. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 2014; 36: e2014009.
4. Thompson FE, Byers T. Dietary assessment resource manual. *J Nutr* 1994; 124 (11 Suppl.): 2245S-317S.
5. Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology. In: Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease. Coulston AM, Boushey CJ, Ferruzzi MG eds. Amsterdam: Elsevier, Academic Press, pp. 5-46, 2013.
6. Lillegaard IT, Loken EB, Andersen LF. Relative validation of a precoded food diary among children, under-reporting varies with reporting day and time of the day. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61: 61-8.
7. Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Requejo AM, Aparicio A, Molinero LM. 2013. DIAL software for assessing diets and food calculations (for Windows, version 3.0.0.5). Department of Nutrition (UCM) & Alceingeniería, S.A. Madrid, Spain. (http://www.alceingenieria.net/nutricion.htm)
8. Ptomey LT, Willis EA, Goetz JR, Lee J, Sullivan DK, Donnelly JE. Digital photography improves estimates of dietary intake in adolescents with intellectual and developmental disabilities. *Disabil Health J* 2014: S1936-6574 (14) 00139-3.
9. Glanz K, Murphy S, Moylan J, Evensen D, Curb JD, Improving dietary self-monitoring and adherence with hand-held computers: a pilot study. *Am J Health Promot* 2006; 20: 165-70.
10. Kristjansdottir AG, Andersen LF, Haraldsdottir J, de Almeida MD, Thorsdottir I, Validity of a questionnaire to assess fruit and vegetable intake in adults. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60: 408-15.
11. Aranceta Bartrina J, Pérez Rodrigo C. Diario o registro dietético. Métodos de doble pesada. En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J (eds.). Nutrición y Salud Pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones (2.ª edición). Barcelona: Elsevier, pp. 158-67. 2006.
12. Prentice RL, Mossavar-Rahmani Y, Huang Y et al. Evaluation and comparison of food records, recalls, and frequencies for energy and protein assessment by using recovery biomarkers. *Am J Epidemiol* 2011; 174: 591-603.
13. Day N, McKeown N, Wong M et al. Epidemiological assessment of diet: a comparison of a 7-day diary with a food frequency questionnaire using urinary markers of nitrogen, potassium and sodium. *Int J Epidemiol* 2001; 30 (2): 309-17.
14. Willett W. Commentary: dietary diaries versus food frequency questionnaires—a case of undigestible data. *Int J Epidemiol* 2001; 30 (2): 317-9.
15. Ortega RM, López-Sobaler AM, Andrés P, Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, Perea JM. Folate status in young overweight and obese women: changes associated with weight reduction and increased folate intake. *Int J Nutr Sci Vitaminol (Tokio)* 2009; 55 (2): 149-55.
16. Ortega RM, López-Sobaler AM, Ballesteros-Arribas JM, Pérez-Farinós N, Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, Perea JM, Andrés P. Estimation of salt intake by 24-hour urinary sodium excretion in a representative sample of Spanish adults. *Brit J Nutr* 2011; 105: 787-94.
17. Rodríguez-Rodríguez E, Navia B, López-Sobaler AM, Ortega RM. Vitamin D in overweight/obese women and its relationship with dietetic and anthropometric variables. *Obesity* 2009; 17 (4): 778-82.
18. Potischman N. Biologic and methodologic issues for nutritional biomarkers. *J Nutr* 2003; 133 (suppl. 3): 875S-80S.
19. Wild CP, Andersson C, O'Brien NM, Wilson L, Woods JA. A critical evaluation of the application of biomarkers in epidemiological studies on diet and health. *Br J Nutr* 2001; 86 (suppl. 1): S37-S53.
20. Ortega RM, Quintas ME, Sánchez-Quiles MB, Andrés P, Requejo AM, Encinas-Sotillos A. Infravaloración de la ingesta energética en un colectivo de jóvenes universitarias de Madrid. *Rev Clin Esp* 1997; 197: 545-9.
21. Ortega RM, Redondo MR, Zamora MJ, López-Sobaler AM, Andrés P, Encinas-Sotillos A. Balance energético y perfil calórico en ancianos obesos o con sobrepeso en comparación con los de peso normal. *Med Clin (Barc)* 1995; 104: 526-9.
22. Ortega RM, Requejo AM, Quintas ME, Sánchez-Quiles B, López Sobaler AM, Andrés P. Estimated energy balance in female university students: differences with respect to body mass index and concern about body weight. *Internat J Obes* 1996; 20: 1127-9.
23. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids (Macronutrients). National Academy Press, Washington, DC, 2005.
24. Ortega RM, González-Rodríguez LG, Navia B, Perea JM, Aparicio A, López-Sobaler AM. Ingesta de calcio y vitamina D en una muestra representativa de mujeres españolas; problemática específica en menopausia. *Nutr Hosp* 2013; 28 (2): 306-13.
25. Ortega RM, López-Sobaler AM, Pérez Farinós N. Associated factors of obesity in Spanish representative samples. *Nutr Hosp* 2013; 28 (5): 56-62.
26. López-Sobaler AM, Ortega RM, Aparicio A, Bermejo LM, Rodríguez-Rodríguez E. La preocupación por el peso corporal. Estudio a nivel nacional sobre errores y hábitos relacionados con el tema, En: Nutrición en población femenina: Desde la infancia a la edad avanzada. Ortega RM ed. Madrid: Ediciones Ergón. pp. 39-49. 2007.
27. Mena MC, Faci M, Ruch AL, Aparicio A, Lozano MC, Ortega RM. Diferencias en los hábitos alimentarios y conocimientos, respecto a las características de una dieta equilibrada, en jóvenes con diferente índice de masa corporal. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2002; 8 (1): 19-23.
28. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 2012; 41: 1187-203.
29. Stumbo PJ. New technology in dietary assessment: a review of digital methods in improving food record accuracy. *Proc Nutr Soc* 2013; 72: 70-6.
30. Lieffers JR, Hanning RM. Dietary assessment and self-monitoring with nutrition applications for mobile devices. *Can J Diet Pract Res* 2012; 73: e253-e260.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):42-44
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5049

¿Qué y cuánto comemos? El método Recuerdo de 24 horas

Gemma Salvador Castell[1], Lluis Serra Majem[2,3,4], Lourdes Ribas-Barba[3,4]

[1]Agencia de Salud Pública de Cataluña. Departamento de Salud. Generalitat de Catalunya. [2]Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [3]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [4]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Cientific de Barcelona. España.

Resumen

La dieta, junto con los estilos de vida, es un importante factor determinante del estado de salud del individuo y de la comunidad. La valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional nos aporta información básica para conocer la frecuencia y la distribución de posibles desequilibrios dietéticos y/o nutricionales, así como para orientar el diseño de políticas nutricionales dirigidas a mejorar los hábitos alimentarios y los niveles de salud de una comunidad. En este artículo se revisan las características, ventajas y limitaciones del método de recordatorio dietético de 24h (RD24h), uno de los métodos mas ampliamente utilizados en epidemiologia nutricional para determinar ingesta de alimentos, energía y nutrientes, en encuestas nutricionales a nivel nacional, en estudios transversales, ensayos clínicos, estudios de cohortes y también en valoraciones individuales y en evaluación de Dieta Total. Se destaca la importancia, para reducir los principales puntos de sesgo, de la formación de los encuestadores, las herramientas de apoyo y las aportaciones de las nuevas tecnologías.

Palabras clave: *Valoración nutricional. Recordatorio dietético de 24h. Encuestas nutricionales. Encuestas dietéticas.*

WHAT AND HOW MUCH DO WE EAT? 24-HOUR DIETARY RECALL METHOD

Abstract

Diet, along with lifestyle factors, is an important determinant of the health status of an individual and of a community. Dietary assessment at the population level provides us with key information on the frequency and distribution of possible inadequate diets and/or nutritional status. It is also useful as input into the elaboration of food and nutrition policies aiming to improve dietary habits and the health status of a community. This article reviews the characteristics, advantages and limitations of the 24-hour dietary recall method (24hDR), which is one of the most widely used tools in nutrition epidemiology to identify food, energy and nutrient intake in national nutrition surveys, cross-sectional studies, clinical trials and cohort studies as well as in the evaluation of individual dietary intake and Total Diet assessment. To reduce the key factors associated with bias, the importance of previously trained interviewers is highlighted, as well as the role of support materials and the contribution of novel technologies.

Key words: *Nutrition assessment. 24-Hour dietary recall. Nutrition surveys. Dietary surveys.*

La dieta es un factor de riesgo importante para una amplia gama de enfermedades crónicas. La evaluación de la ingesta dietética a nivel de población nos proporciona importante información sobre la frecuencia y distribución de dietas inadecuadas y/o estatus nutricional, así como guía para el diseño de intervenciones basadas en la población enfocadas en la mejora de los hábitos dietéticos a nivel comunitario. La obtención de datos fiables sobre el consumo de alimentos (identificando la ingesta de energía y nutrientes) es un factor clave y una herramienta necesaria para la promoción de la salud y la predicción del riesgo de enfermedades, en particular enfermedades cardiovasculares[1,2,3].

Existe una gran variedad de métodos de encuesta dietética, cada uno de ellos presenta una serie de ventajas y desventajas que deben ser tenidas en consideración según los objetivos del estudio, el grado de precisión necesario y los recursos disponibles. De los numerosos métodos disponibles, el recordatorio dietético de 24-horas (24hDR) es uno de los más utilizados. En España, así como en muchos otros países, la mayoría de las encuestas nutricionales, especialmente en la población adulta, han utilizado este método, en combinación con otros (cuestionarios de frecuencia alimentaria, registros de dieta, historia dietética, etc.). El Recuerdo 24h también ha sido utilizado sistemáticamente en las distintas ediciones del NHANES (National Health and Nutrition Examination Study) en los EEUUA[4,5,6].

El R24h es un método subjetivo, retrospectivo que requiere una entrevista cara a cara o telefónica, y también puede ser auto-administrado utilizando programas informáticos (on line retrospective self-reported data). El método consiste en recordar precisamente, describiendo y cuantificando la ingesta de alimentos y bebidas consumidas durante el periodo de 24 horas previas, o durante el día anterior a la entrevista, desde la primera toma de la mañana hasta los últimos alimentos o bebidas consumidas por la noche (antes de ir a la cama o des-

Correspondencia: Gemma Salvador Castell.
Dietista-Nutricionista. Agencia de Salut Pública de Catalunya.
Departamento de Salut. Generalitat de Catalunya.
C/ Roc Boronat, 81-95.
08005 Barcelona. España.
E-mail: gemma.salvador@gencat.cat

pués, en el caso de los que se levantan a medianoche a comer y/o beber algo). La información debería describir el tipo de alimento y sus características (fresco, precocinado, congelado, enlatado, en conserva), la cantidad neta consumida, forma de preparación, marcas comerciales, salsas, aliños (tipo de grasas y aceites utilizados), condimentos, líquidos, suplementos multivitamínicos y suplementos alimentarios, así como el lugar y hora de su consumición (en casa, fuera de casa), etc.

La información es recogida por medio de un cuestionario abierto o predeterminado (en formato de papel o digital empleando un software fiable especialmente diseñado). El método requiere diversos instrumentos de apoyo (ejemplos de platos, volúmenes y medidas caseras, dibujos, modelos fotográficos, modelos tridimensionales, ingredientes detallados de las recetas, etc.). El tiempo medio estimado de la entrevista puede variar entre 20 y 30 minutos.

El método requiere un entrevistador preparado y la elaboración de un protocolo de procedimientos detallado y exhaustivo. Se requiere un mínimo de 2 a 5 24hDRs (en la práctica normalmente se completan 2-3) para establecer la ingesta habitual, dependiendo de los objetivos del estudio, los nutrientes de interés y el tamaño de la muestra, y óptimamente administrado en distintos momentos del año para capturar la variación estacional. En los estudios basados en la población, las encuestas son normalmente llevadas a cabo en el hogar del sujeto y como tal, facilita la cuantificación de las medidas de la casa, recopilar los nombres de las marcas y corroborar la composición de los suplementos de multivitaminas/minerales y alimentarios[7,8].

La calidad de la información obtenida está determinada en gran medida por 5 factores

1. *Encuestado:* edad, sexo, nivel educacional y cultural, grado de implicación con la alimentación y nutrición, capacidad de memorizar, etc.
2. *Encuestador:* formación previa, formación específica para el proyecto, nivel de compromiso, experiencia anterior.
3. Calidad e idoneidad de las *herramientas de apoyo a la encuesta.*
4. *Sistema de codificación y software informático que permita la conversión de la información reco*gida en datos que puedan ser utilizados in programas estadísticos.
5. *Tabla de Composición de Alimentos y Bebidas.*

Recomendaciones y procedimientos para reducir errores y sesgos

- Realizar las encuestas a lo largo de los siete días de la semana (incluyendo fines de semana).
- Es preferible hacer entrevistas directas cara a cara (idealmente en casa del sujeto).
- En nuestro marco, es importante detectar la ingesta estacional (producción estacional y preparación de los alimentos).
- Es esencial tener un exhaustivo programa de formación del encuestador y protocolo de entrevista. (Saber cómo motivar al sujeto encuestado para que participe, hacer preguntas, ayudar a recordar con respuestas influyentes, identificar cantidades, alimentos e ingredientes con agilidad, resolver eventos inesperados, etc.).
- Tener disponible/elaborar materiales de apoyo para la encuesta: fotografías de varios tamaños de raciones, volúmenes, platos, alimentos, ingredientes de recetas de comida preparada. El uso de modelos de diferentes tamaños mejora las respuestas referidas.
- La recolección de datos por medio de software especializado que lleve a cabo la codificación directamente mejora la calidad de la información obtenida, permite aumentar el número de códigos alimentarios, reduce posibles errores asociados a una codificación manual y también ahorra tiempo.
- La utilización de nuevas tecnologías para recolección y proceso de datos.

Ventajas del R 24h[7,8,9]

- Siendo un método retrospectivo, la consumición habitual del sujeto no se ve alterada.
- Los recuerdos en serie pueden estimar la ingesta habitual a nivel individual además de a nivel de comunidad.
- Su administración no requiere demasiado tiempo.
- Alta precisión (capacidad del método de producir medidas o resultados similares cuando la herramienta es administrada repetidamente en un contexto). Mejora con incrementados números de 24hDR administrados al mismo sujeto de estudio (2-3 veces).
- Elevado índice de respuesta.
- Puede ser administrado a poblaciones con un bajo índice de alfabetización (por medio de entrevistas directas).
- Validez (en la extensión en que el método o instrumento mide lo que se supone que debe de ser medido y está exento de errores sistemáticos). Es considerado como un instrumento válido para la valoración de energía y nutrientes. Para validar R 24h, el uso de recuerdos alimentarios u otros métodos tales como la observación directa de la consumición real (records de alimentos pesados, agua doblemente etiquetada, grabación, cámaras, etc.) así como ciertos parámetros bioquímicos.

Limitaciones del R 24h

- Amplia dependencia de la memoria reciente del sujeto de estudio (no recomendado para ancianos o sujetos de menos de 12 años).

– Depende de la capacidad del encuestador para describir ingredientes, preparación de los alimentos, platos.
– Un único R24h no estima la ingesta habitual. La planificación de 2 ó más R24h complica el trabajo de campo.
– Requiere encuestadores bien preparados para ambas, encuestas cara a cara y por teléfono.
– Dificultad para estimar con precisión "Qué, Cómo y Cuánto".
– En general el R24h tiende a subestimar la ingesta, especialmente en ancianos y niños.
– "Síndrome de la cuesta plana" o la tendencia a sobreestimar ingestas pequeñas y subestimar las grandes.
– La calidad de los datos obtenidos por medio de encuestas está limitada frecuentemente por la falta de las adecuadas bases de datos de composición de alimentos.

Instrumentos digitales o Papel y Lápiz

La mayoría de las tecnologías de última generación ofrecen interesantes herramientas para el proceso de evaluación de ingesta dietética en estudios epidemiológicos[10,11,12,13,14,15].

A continuación se resalta las ventajas de los instrumentos digitales:

– Reducen posibles sesgos del encuestador.
– Reducen el tiempo y coste durante el trabajo de campo.
– Recogen datos y los codifican en tiempo real.
– Calculan automáticamente la ingesta diaria.
– Opciones muy económicas para la recopilación de ingestas alimentarias: herramientas on line (ordenador, tablets y smart phone).

Las nuevas tecnologías nos proporcionan muchas posibilidades para valorar la ingesta dietética en individuos y grupos, aunque no están libres de ciertas limitaciones.

– Alto coste de diseño del programa en las fases iniciales.
– Altos costes relacionados con la adquisición de laptops, tablets...(los programas online y aplicaciones para el smart phone son las opciones más económicas).
– Los métodos son difíciles de aplicar a ciertos grupos de población que no están familiarizados con las nuevas tecnologías y tiene cierta edad.
– Requiere accesso a internet.
– El método aún depende de la capacidad de memoria del sujeto.

Conclusión

La ingesta dietética es difícil de medir y no existe un único instrumento que sea óptimo para todos los ámbitos puesto que cada método tiene sus pros y contras o dificultades prácticas que deberían ser tenidas en cuenta al seleccionar el instrumento que se administrará. A pesar del interesante progreso y la incorporación de tecnología innovadora en los métodos de valoración dietética, aún mantenemos algunos de los mismos defectos. Como tal, los grupos de investigación continúan recomendando la combinación de varios métodos, siendo el R24h el instrumento más exhaustivo, amplio y completo que existe hasta la fecha[7,8,10].

Referencias

1. Michels KB. Nutricional epidemiology-past, present, future. *Int J Epidemiol* 2003; 32: 486-8.
2. Baik I, Cho NH, Kim SH, Shin C. Dietary information improves cardiovascular disease risk prediction models. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67: 25-30.
3. Streppel MT, Sluik D, van Yperen JF, Geelen A, Hofman A, Franco OH et al. Nutrient-rich foods, cardiovascular diseases and all-cause mortality: the Rotterdam study. *Eur J Clin Nutr* 2014; 68: 741-7.
4. Serra Majem L, Ribas L, Salvador G, Castell C, Serra J, Jover J, et al. Avaluació de l'estat nutricional de la població catalana (2002-2003). Evolució dels hàbits alimentaris i del consum d'aliments i nutrients a Catalunya (1992-2003). Barcelona: Departament de Salut 2005.
5. Tur Martí JA, Obrador Adrover A. Libro Blanco de la alimentación en las Islas Baleares. Estudio de Nutrición de las Islas Baleares ENIB (1992-2000). *Revista de Ciencia* 2002; 27-8.
6. National Health and Nutrition Examinations Survey. Disponible en: www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm3.
7. Serra Majem Ll, Ribas Barba L. Recordatorio de 24 horas. En: Serra Majem LL, Aranceta Bartrina J, editores.Nutrición y salud pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones.2 ed. Barcelona: Masson; 2006, pp.168-77.
8. Martin-Moreno JM, Gorgojo. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Rev Esp Salud Pública* 2007, Vol. 81, N.° 5. P. 507-518
9. SUVIMAX. Portions alimentaires. Manuel photos pour l'estimation des quantités. Paris, SU.VI.MAX-Candia-Polytecnica; 1994.
10. Shim JS, Oh K, Kim HC. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. Epidemiol Health Volume: 36, Article ID: e2014009, 8 pages http://dx.doi.org/10.4178/epih/e2014009
11. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 2012; 41: 1187-203.
12. Shriver BJ, Roman-Shriver CR, Long JD. Technology-based methods of dietary assessment: recent developments and considerations for clinical practice. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2010; 13: 548-51.
13. Schatzkin A, Subar AF, Moore S, Park Y, Potischman N, Thompson FE et al. Observational epidemiologic studies of nutrition and cancer: the next generation (with better observation). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2009; 18: 1026-32.
14. Long JD, Littlefield LA, Estep G, Martin H, Rogers TJ, Boswell C, et al. Evidence review of technology and dietary assessment. *Worldviews Evid Based Nurs* 2010; 7: 191-204.
15. Hercberg S. Web-based studies: The future in nutritional epidemiology (and overarching epidemiology) for the benefit of public health? *Prev Med* 2012; 55: 544-5.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):45-52
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5050

Métodos de Frecuencia de consumo alimentario

Carmen Pérez Rodrigo[1], Javier Aranceta[2], Gemma Salvador[3], Gregorio Varela-Moreiras[4,5]

[1]Fundación FIDEC. Bilbao. [2]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [3]Agència de Salud Pública de Catalunya. Departament de Salut. Generalitat de Catalunya. [4]Departamento de Farmacia y Ciencias de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Madrid. [5]Fundación Española de Nutrición (FEN). Madrid.

Resumen

Los cuestionarios de frecuencia de consumo son herramientas ampliamente utilizadas en los estudios epidemiológicos que investigan la relación entre ingesta dietética y enfermedad o factores de riesgo desde comienzos de la década de los 90. Los tres componentes principales de estos cuestionarios son la lista de alimentos, la frecuencia de consumo y el tamaño de la ración consumida. La lista de alimentos debe reflejar los hábitos de consumo de la población de estudio en el momento en que se recogen los datos. La frecuencia de consumo puede preguntarse de forma abierta u ofreciendo categorías de frecuencia de consumo. Los cuestionarios cualitativos no preguntan por la ración consumida; los semi-cuantitativos presentan raciones estándar y los cuestionarios cuantitativos solicitan al encuestado que estime el tamaño de la ración consumida en medidas caseras o en gramos. Esta última opción supone un esfuerzo importante para el participante. Existen versiones exclusivamente cerradas en un formato estandarizado y otras que incorporan preguntas abiertas sobre algunos hábitos y prácticas alimentarias específicas y permiten añadir alimentos y bebidas consumidos que no están incluidos en la lista. Pueden ser auto-administrados, en papel o en soporte web, o bien mediante entrevista personal o telefónica. Por su formato estandarizado, especialmente los cerrados, y por la forma de administración, son un método con un alto rendimiento en términos de coste-efectividad que ha favorecido su extendido uso en grandes estudios epidemiológicos de cohortes y también con otros diseños. También el coste de codificación y proceso de la información recogida resulta menos costoso y requiere menos experiencia en temas nutricionales que otros métodos de evaluación de la ingesta. Sin embargo, presenta el inconveniente de incorporar errores sistemáticos y sesgos importantes, por lo que en la actualidad se buscan procedimientos para mejorar la calidad de la información y se recomienda utilizarlos junto a otros métodos que permitan realizar los ajustes necesarios.

Palabras clave: *Hábitos alimentarios. Evaluación ingesta dietética. Error validez. Estudios poblacionales.*

FOOD FREQUENCY QUESTIONNAIRES

Abstract

Food Frequency Questionnaires are dietary assessment tools widely used in epidemiological studies investigating the relationship between dietary intake and disease or risk factors since the early '90s. The three main components of these questionnaires are the list of foods, frequency of consumption and the portion size consumed. The food list should reflect the food habits of the study population at the time the data is collected. The frequency of consumption may be asked by open ended questions or by presenting frequency categories. Qualitative Food Frequency Questionnaires do not ask about the consumed portions; semi-quantitative include standard portions and quantitative questionnaires ask respondents to estimate the portion size consumed either in household measures or grams. The latter implies a greater participant burden. Some versions include only close-ended questions in a standardized format, while others add an open section with questions about some specific food habits and practices and admit additions to the food list for foods and beverages consumed which are not included. The method can be self-administered, on paper or web-based, or interview administered either face-to-face or by telephone. Due to the standard format, especially closed-ended versions, and method of administration, FFQs are highly cost-effective thus encouraging its widespread use in large scale epidemiological cohort studies and also in other study designs. Coding and processing data collected is also less costly and requires less nutrition expertise compared to other dietary intake assessment methods. However, the main limitations are systematic errors and biases in estimates. Important efforts are being developed to improve the quality of the information. It has been recommended the use of FFQs with other methods thus enabling the adjustments required.

Key words: *Food habits. Dietary assessment. Error validity. Population studies.*

Correspondencia: Carmen Pérez Rodrigo.
Fundación FIDEC.
C/ Guturbay s/n.
48010 Bilbao. España.
E-mail: carmenperezrodrigo@gmail.com

Abreviaturas

CFC: Cuestionario de Frecuencia de Consumo.
HDL: High Density Lipoprotein.
EPIC: European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition.
NCI: National Cancer Institute.
CHD: Cuestionario de Historia de la Dieta.

Introducción

Los Cuestionarios de Frecuencia de Consumo (CFC) son una versión más avanzada del método Historia de la Dieta encaminado a evaluar la dieta habitual preguntando con qué frecuencia y qué cantidad se consume de una relación seleccionada de alimentos o bien de grupos de alimentos específicos incluidos en una lista en un periodo de tiempo de referencia[1,2].

Se trata de un método originalmente diseñado para proporcionar información descriptiva cualitativa sobre patrones de consumo alimentario y posteriormente evolucionó para poder obtener información sobre nutrientes especificando también el tamaño de la ración de consumo usual. Según el interés de los investigadores, los CFCs pueden centrarse en la ingesta de nutrientes específicos, exposiciones dietéticas relacionadas con una enfermedad o evaluar de forma exhaustiva varios nutrientes[1-3].

Los instrumentos que incluyen entre 100-150 alimentos pueden requerir entre 20-30 minutos para completarse y puede hacerse mediante entrevista o bien ser auto-administrados. Por tanto, este método permite evaluar la ingesta en un amplio periodo de tiempo de manera relativamente sencilla, coste-efectiva y eficiente desde el punto de vista del tiempo requerido para procesarla[2-4].

Los CFCs se han utilizado ampliamente en estudios epidemiológicos que investigan la relación entre dieta y enfermedad. Con este fin es más importante ordenar y clasificar la ingesta de los sujetos en comparación con otros individuos de la población como alta, media o baja, o bien en cuantiles de la distribución de la ingesta, que evaluar la ingesta absoluta[3,5,6]. En grandes estudios epidemiológicos se compara la información sobre la ingesta estimada a partir de CFCs con indicadores específicos de enfermedad, como diagnóstico de cáncer, o con factores de riesgo de enfermedad como niveles de colesterol sérico total o colesterol HDL. Los CFCs también pueden utilizarse para identificar patrones alimentarios asociados con ingestas inadecuadas de nutrientes específicos[3].

Componentes del CFC

Los principales elementos de un CFC son la lista de alimentos, la frecuencia de consumo en unidades de tiempo y el tamaño de la porción consumida de cada alimento.

La lista de alimentos

La lista de alimentos debe ser clara, concisa, estructurada y debe estar organizada de manera sistemática[2,3]. Puede ser de nuevo diseño específicamente para el estudio o se puede modificar a partir de un instrumento ya existente, pero en ese caso se debe adaptar y validar para la población de estudio. Los CFCs pueden constar de una lista extensa de alimentos o de una lista relativamente corta. Los alimentos incluidos deben ser las principales fuentes de los nutrientes de interés en concreto para la finalidad del estudio en el que se va a utilizar el instrumento o bien son alimentos que contribuyen a la variabilidad en la ingesta entre los individuos en la población de estudio. Además, deben ser alimentos de consumo habitual en la población de estudio[2,3,7,8] y reflejar los hábitos alimentarios y prácticas comunes en ese grupo en particular. La longitud de la lista de alimentos puede variar de aproximadamente 20 a 200 alimentos.

Los CFCs deberían desarrollarse específicamente para cada grupo de estudio y según los fines de la investigación, puesto que el origen étnico, la cultura, las preferencias de los individuos, situación económica, etc. pueden influir en la ingesta dietética, y en este método de evaluación de la ingesta es esencial la adecuación de la lista de alimentos[3,7-10].

Los CFCs pueden pedir al entrevistado que informe bien sobre la frecuencia de consumo combinada para un determinado alimento que se consume tanto solo como en preparaciones mixtas junto a otros alimentos, o bien sobre la frecuencias de consumo separada para cada forma de utilización del alimento[3,4,10]. Sin embargo, puede resultar difícil identificar y reconocer los ingredientes en distintas preparaciones culinarias y recetas para las personas que no están acostumbradas a cocinar y a preparar comidas, y por tanto, puede que ignoren con qué frecuencia consumen ciertos alimentos.

Para poder estimar la ingesta de energía y nutrientes el CFC cuantitativo debe estar asociado a una base de datos de composición de alimentos que contempla el tamaño de la porción, bien porque se asumen tamaños de ración estándar, o porque se estima la cantidad consumida habitualmente para cada alimento de la lista[3,11,12]. Esta base de datos se crea a partir de información cuantitativa sobre la ingesta alimentaria de la población objetivo, como base para estimar la densidad de nutrientes típica de una categoría específica dentro de un grupo de alimentos. La composición media o mediana de nutrientes de cada categoría se estima considerando los códigos de alimentos concretos referidos en la encuesta poblacional y la ingesta de energía y nutrientes de cada individuo se calcula utilizando software para análisis de la dieta específico para cada CFC[11,12].

Los CFCs diseñados para evaluar toda la dieta generalmente incluyen en la lista de alimentos más de 100 ítems de alimentos y bebidas y en muchos casos, incluyen además preguntas sobre el tamaño de las raciones consumidas, de manera que para responderlos requieren entre 30 y 60 minutos, lo que suscita cierta

polémica puesto que la duración de la entrevista y el esfuerzo y dedicación que requiere por parte de los encuestados puede comprometer la tasa de respuesta. Es necesario que exista un equilibrio entre la longitud y la especificidad de la lista de alimentos[3,7-10,13]. Por otra parte, los instrumentos que se diseñan para ser escaneados tienen que constar exclusivamente de preguntas con respuestas de categorías cerradas, lo que supone una pérdida de especificidad.

Frecuencia de consumo

La frecuencia de consumo se evalúa por medio de una tabla con casillas para respuestas de opción múltiple, o bien mediante preguntas independientes sobre la frecuencia con que se consume un alimento o bebida en concreto[2,3]. Las categorías de frecuencia van desde nunca o menos de una vez al mes hasta 6 o más veces al día y los encuestados tienen que elegir una de las opciones. La mayoría de los CFCs utilizan nueve respuestas posibles. Se han utilizado distintas opciones de respuesta para mejorar la calidad de los datos y reducir la sobrecarga de los encuestados[13].

El periodo de referencia sobre el que se pregunta la frecuencia puede ser variable, pero generalmente suele ser los últimos seis meses o el último año, pero también es posible preguntar por la última semana o el último mes según el interés de la investigación. Aunque se pregunte a los encuestados sobre la ingesta en el último año, algunos estudios sugieren que la estación del año en la que se administra el cuestionario influye en la información de respuesta referida al consumo durante todo el año[3,14].

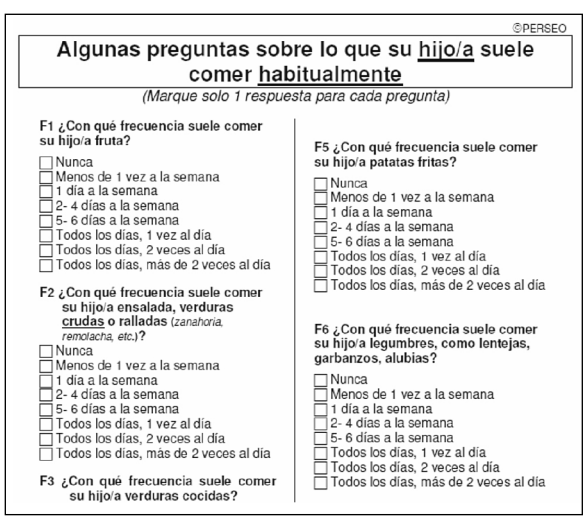
Las preguntas independientes se pueden presentar con diferentes formatos. En ocasiones se utilizan preguntas con respuesta de opción múltiple. En este caso la forma más adecuada sería ofrecer entre 5 y 10 opciones de respuesta cerrada, exhaustivas y mutuamente excluyentes (fig. 1). En otros casos se utilizan formatos parcialmente abiertos, en los que se solicita información sobre la frecuencia de consumo diaria, semanal, mensual o anual (fig. 2). Este formato es más flexible y puede contribuir a reducir el error por mala clasificación[14,15].

Para los alimentos de consumo estacional se suele pedir que respondan con qué frecuencia y durante qué periodo consumieron estos productos estacionales. En algunos casos, se estima el promedio de frecuencia de consumo para todo el periodo de referencia. En algunos cuestionarios se recoge la información sobre alimentos y bebidas de consumo muy frecuente como el café directamente en preguntas abiertas.

Tamaño de las raciones consumidas habitualmente

Los CFCs cualitativos no piden información sobre las raciones de consumo usual. Por el contrario, los CFCs cuantitativos si contemplan este tipo de información e intentan estimar el tamaño de ración consumido habitualmente para cada ítem alimentario incluido en la lista de alimentos. En estos casos puede ser necesario el uso de instrumentos de apoyo, como medidas caseras, modelos de alimentos u otros elementos. Los CFCs semicuantitativos incluyen tamaños de raciones de referencia y se pide a los encuestados que respondan con qué frecuencia consumen cantidad especificada para cada alimento o bebida, o bien estimar la cantidad que consumen considerando la ración de referencia especificada.

No está claro si los CFCs deben incluir preguntas sobre el tamaño de la ración consumida y es un tema controvertido, puesto que este tipo de preguntas suponen un mayor esfuerzo para los encuestados al completarlos[3]. Datos publicados sugieren que la frecuencia contribuye



©PERSEO

Algunas preguntas sobre lo que su hijo/a suele comer habitualmente

(Marque solo 1 respuesta para cada pregunta)

F1 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a fruta?
- ☐ Nunca
- ☐ Menos de 1 vez a la semana
- ☐ 1 día a la semana
- ☐ 2- 4 días a la semana
- ☐ 5- 6 días a la semana
- ☐ Todos los días, 1 vez al día
- ☐ Todos los días, 2 veces al día
- ☐ Todos los días, más de 2 veces al día

F2 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a ensalada, verduras crudas o ralladas *(zanahoria, remolacha, etc.)*?
- ☐ Nunca
- ☐ Menos de 1 vez a la semana
- ☐ 1 día a la semana
- ☐ 2- 4 días a la semana
- ☐ 5- 6 días a la semana
- ☐ Todos los días, 1 vez al día
- ☐ Todos los días, 2 veces al día
- ☐ Todos los días, más de 2 veces al día

F3 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a verduras cocidas?

F5 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a patatas fritas?
- ☐ Nunca
- ☐ Menos de 1 vez a la semana
- ☐ 1 día a la semana
- ☐ 2- 4 días a la semana
- ☐ 5- 6 días a la semana
- ☐ Todos los días, 1 vez al día
- ☐ Todos los días, 2 veces al día
- ☐ Todos los días, más de 2 veces al día

F6 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a legumbres, como lentejas, garbanzos, alubias?
- ☐ Nunca
- ☐ Menos de 1 vez a la semana
- ☐ 1 día a la semana
- ☐ 2- 4 días a la semana
- ☐ 5- 6 días a la semana
- ☐ Todos los días, 1 vez al día
- ☐ Todos los días, 2 veces al día
- ☐ Todos los días, más de 2 veces al día

Fig. 1.—Ejemplo de un cuestionario de frecuencia de Consumo Cualitativo con preguntas de frecuencia con un rango de opciones de respuesta cerrado utilizado en el Proyecto PERSEO para evaluar la dieta en escolares. Se invitó a los padres o tutores a completarlo.

C8 CUESTIONARIO FRECUENCIA DE CONSUMO

C8.1 Algunas preguntas sobre lo que suele comer Usted habitualmente. Piense en los alimentos y bebidas que ha consumido de forma habitual, como promedio, **en los últimos 12 meses**. Para las frutas, verduras y otros productos de consumo estacional, piense en su consumo en ese periodo del año. ¿Qué alimentos suele consumir de cada uno de los grupos que mencionamos a continuación? ¿con qué frecuencia lo consume como promedio?¿Cómo diría que es la ración más habitual; diría que es grande, mediana o pequeña?¿y durante el último año, la ha consumido con mayor frecuencia o cantidad, menos o igual que antes?

ALIMENTOS	¿COME?		SI LA RESPUESTA ES "SI COME"			TAMAÑO RACIÓN			Tendencia personal		
	SI	NO	VECES/ DÍA	VECES/ SEMANA	VECES/ MES	P	M	G	+	=	-
A) CARNES TOTAL	1	2				1	2	3	1	2	3
A.1 Pollo, pavo	1	2				1	2	3	1	2	3
A.2 Vacuno-ternera	1	2				1	2	3	1	2	3
A3. Vacuno-buey	1	2				1	2	3	1	2	3
A.4 Cerdo	1	2				1	2	3	1	2	3
A.5 Cordero, cabrito	1	2				1	2	3	1	2	3
A.6 Conejo	1	2				1	2	3	1	2	3
A.7 Caza (corzo, jabalí, faisán...)	1	2				1	2	3	1	2	3
A.8 Vísceras (hígado, callos...)	1	2				1	2	3	1	2	3
A.9 Carne picada	1	2				1	2	3	1	2	3
A.10 Salchichas hamburguesas	1	2				1	2	3	1	2	3
A.11 Morcilla	1	2				1	2	3	1	2	3
A.12 Jamón York	1	2				1	2	3	1	2	3
A.13 Fiambre de pavo	1	2				1	2	3	1	2	3
A.14 Jamón serrano	1	2				1	2	3	1	2	3
A.15 Chorizo, salchichón, mortadela	1	2				1	2	3	1	2	3
A.16 Embutidos bajos en sal	1	2				1	2	3	1	2	3
A.17 Pate, foie gras	1	2				1	2	3	1	2	3
A.18 Otros tipos de productos cárnicos	1	2				1	2	3	1	2	3

Fig. 2.— Ejemplo de un Cuestionario de Frecuencia y propensión de consumo Semi-cuantitativo con opciones de respuesta de frecuencia abiertas utilizado en el Estudio ENPE. Los datos se recogieron en una entrevista personal. P: pequeña (small); M: Media (medium); G: grande (large).

en mayor medida a la varianza en la ingesta de la mayoría de alimentos que el tamaño típico de la ración consumida, pero otros autores citan mejores resultados con los CFCs que piden a los encuestados que respondan sobre el tamaño de la ración consumida para cada alimento[13,15].

Algunos estudios han investigado cuál es la mejor forma de preguntar por el tamaño de la ración consumida en los CFCs. No obstante, la posible mejora con esta información en un estudio determinado puede depender de los objetivos del estudio y de las características de la población[13-17].

Algunos CFCs pueden incluir preguntas suplementarias sobre métodos de cocinado y tipos de grasa culinaria, pan, leche, condimentos y otros elementos añadidos a las preparaciones como la sal. También puede preguntarse nombres de marcas de los productos[8,13,15]. Otros CFCs pueden incluir una sección de preguntas abiertas para que los encuestados puedan anotar el consumo de otros alimentos no incluidos en la lista y así asegurarse de que contemplan la totalidad de la dieta del individuo y además, puede ser de ayuda para identificar sujetos con dietas muy atípicas, para quienes el cuestionario estándar no sería adecuado.

Para poder procesar los datos recogidos por medio de CFCs es necesario decidir algunos aspectos en relación con el análisis, tales como el tratamiento de los datos que faltan (*missing data*), bien asignar valores nulos o asignar el valor de la mediana de los valores con respuesta válida. Se ha visto que ambos enfoques son equivalentes en relación al posible sesgo en las estimaciones de riesgo[3,18,19].

Utilidad

Los CFCs pueden ser auto-administrados en soporte papel o bien en una web, o también pueden ser completados por un encuestador en el transcurso de una entrevista personal o de una entrevista telefónica. Muchos instrumentos de frecuencia de consumo están diseñados para ser auto-administrados y se pueden escanear o se completan a través de una web. Completarlos requiere entre 30 y 60 minutos, según el instrumento y el encuestado. Tienen un formato estandarizado, lo que disminuye considerable el procesado de los datos recogidos.

Por estos motivos son uno de los métodos retrospectivos más utilizados en epidemiología nutricional, en estudios de la dieta con distintos diseños, como herramienta para investigar la relación entre la ingesta dietética y el riesgo de enfermedad. Grandes estudios de cohortes[20-22] como el *European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition* (EPIC) han utilizado este método[23]. En el estudio EPIC se adaptó el instrumento de frecuencia de consumo a las características de cada país[24,25]. Sin embargo, los grandes estudios de cohortes pueden durar varias décadas y es probable que los hábitos y prácticas alimentarias cambien a lo largo de este periodo, o que se incorporen nuevos productos, de forma que puede que sea necesario revisar y actualizar la lista de alimentos del CFC para que sea útil. Estos cambios pueden hacer más difíciles las comparaciones entre observaciones realizadas en distintos momentos del estudio.

A pesar de que pueden diseñarse los CFCs para evaluar la ingesta de nutrientes específicos como por ejemplo el calcio o la vitamina D, con frecuencia es necesario evaluar el conjunto de la dieta para poder estimar la ingesta de energía, que será necesaria para realizar ajustes en el análisis de datos y para estimar las declaraciones erróneas (*misreporting*)[3,6,18,19].

Los CFCs también pueden utilizarse para identificar patrones alimentarios asociados con ingestas inadecuadas de nutrientes concretos por medio análisis estadísticos adecuados.

Validez

Debe evaluarse la precisión de los CFCs antes de utilizarlos. Coeficientes de correlación entre 0,5 y 0,7 se consideran moderados. En la tabla I se muestran los rangos de coeficientes de correlación observados en distintos estudios de validación de CFCs desde la década de los años ochenta y el método utilizado como referencia. Puesto que los CFCs con frecuencia se diseñan para evaluar la clasificación de las ingestas dentro de una población, no son muy fiables para realizar estimaciones de la ingesta absoluta. Es frecuente la sobreestimación, especialmente para los alimentos que se consumen con menos frecuencia o para los alimentos que se perciben como "saludables", como por ejemplo las frutas y verduras. Se ha observado en algunos estudios que la sobreestimación aumenta con la longitud de la lista de alimentos[3,26-28].

Se han encontrado importantes subestimaciones de la ingesta de energía auto-referida en estudios de validación de distintos CFCs utilizando biomarcadores, y en alguna medida también para la ingesta de proteínas. Las correlaciones entre los CFCs y los biomarcadores fluctuaban entre 0,1 y 0,5 para la energía y entre 0,2 y 0,7 para las proteínas[26,28]. Estos resultados sugieren que el error de medición asociado a los CFCs es mayor de lo que se había estimado antes.

Para evaluar la validez de los CFCs se utilizan diferentes métodos estadísticos que utilizan modelos de error de medición y ajuste para la energía. También para ajustar las estimaciones de riesgos relativos de los resultados de salud[6,19].

Los análisis comparativos de los riesgos estimados a partir de CFCs y de registros dietéticos en estudios de cohortes prospectivos indican que las relaciones observadas con los CFCs están atenuadas de forma importante, por tanto ocultando las posibles asociaciones[29]. La controversia existente en relación a los errores de medición en los CFCs ha suscitado un debate sobre si sería recomendable considerar otros métodos alternativos para recoger datos sobre la ingesta alimentaria en grandes estudios prospectivos. Es especialmente controvertida la asociación entre el consumo de grasa con la dieta

Tabla I
Algunos estudios de validación de CFCs: población, ítems, procedimiento y método de referencia

Autores	*Población*	*Número de ítems*	*CFC*	*Método de referencia*	*Número de días de repetición*	*Rango de correlaciones*
Bohlscheid-Thomas, 1997	49 H, 55 M	104	Auto	24-HR	12x en 1 año	0,42 energía-0,69 alcohol
Boucher, 2006	166 M	126	Auto	24-HR	2x	
Flagg, 2000	216 H, 223 M	114	Auto	24-HR	4x en 1 año	
Jaen, 2003	151 H, 159 M	166	Auto	24-HR	3x en 1 año	
Johansson, 2002	96 H, 99 M	84	Entrevista	24-HR	10x en 1 año	
Katsouañoanni, 1997	42 H, 38 M	190	Auto	24-HR	12x en 1 año	
Kroke, 1999	75 H, 59 M	146	Auto	DLW; 24-HR	14 d; 12x en 1 año	
Ocke, 1997	63 H, 58 M	178	Auto	24-HR	12x en 1 año	
Pisani, 1997	47 H, 150 M	47	Auto	24-HR	8–14x en 1 año	
Subar, 2001 (Block FFQ)	247 H, 267 M	106	Auto	24-HR	4x en 1 año	
Subar, 2001 (DHQ)	501 H, 560 M	124	Auto	24-HR	4x en 1 año	
Subar, 2001 (Willett FFQ)	254 H, 293 M	126	Auto	24-HR	4x en 1 año	
Subar, 2003	261 H, 223 M	124	Auto	DLW; 24-HR	14 d; 2x en 3 m	
van Liere, 1997	123 M	238	Auto	24-HR	12x en 1 año	
Feunekes, 1993	95 H, 96 M	104	Entrevista	HD*	1 x 1 m	0,77 energía
Jaen et al., 1982	50 M	69	Auto	HD*	DH	0,50 colesterol-0,64 energía
Andersen, 2003	17 M	180	Auto	DLW*	10 d	
Andersen, 1999	125 H	180	Auto	RD*	14 d en 5 semanas	0,44 fibra dietética-0,78 alcohol
Barasi et al., 1983	103 M	27	Auto	RD	4 d	
Bengham, 1997	156 M	130	Auto	RD	4 x 4 d en 1 año	
Block, 1990	102 M	60	Auto	RD	2 x 7 d	
Block, 1992	85 H + M	98	Entrevista	RD	4 x 3 d en 1 año	
Brunner, 2001	457 H, 403 M	127	Auto	RD	7 d	
Callmer, 1993	57 H, 50 M	250	Auto	RD	6 x 3 d en 1 año	
Engle, 1990	16 H, 34 M	120	Auto	RD	7 d	
Fidanza, 1995	11 H, 35 M	93	Auto	RD	7 d	
Goldbohm, 1994	59 H, 50 M	150	Auto	RD	3 x 3 d en 1 año	
Hartwell, 2001	16 H, 9 M	162	Auto	RD	2 x 4 d	
Larken, 1989	228 H + M	116	Entrevista	RD	16 d en 1 año	
Longnecker, 1993	64 H, 74 M	116	Auto	RD	3 x 2 d o 2 x 2 d	
Mannisto, 1996	152 M	110	Auto	RD	2 x 7 d en 3 m	
Marten-Moreno, 1993	147 M	118	Auto	RD	4 x 4 d en 1 año	
McKeown, 2001	58 H, 88 M	130	Auto	RD	2 x 7 d	
Munger, 1992	44 M	126	Auto	RD	3 d	
Patterson, 1999	113 M	122	Auto	RD	4 x 4 d	
Pietenen et al 1988	190 H	276	Auto	RD	12 x 2 d en 6 m	
Pietenen et al 1988	190 H	44	Auto	RD	12 x 2 d en 6 m	
Riboli, 1997	57 H, 50 M	350	Auto	RD	6 x 3 d en 1 año	
Rimm, 1992	127 H + M	131	Auto	RD	2 x 7 d en 6 m	
Schroder, 2001	44 H + M	157	Auto	RD	3 d	
Stuff et al., 1983	40 embarazadas M	105		RD	7 d	
Tjonneland, 1991	59 H, 85 M	92	Auto	RD	2 x 7 d	
Willett, 1985	173 M	61	Auto	RD	4 x 7 d en 1 año	
Willett, 1988	150 M	116	Auto	RD	4 x 7 d, 3–4 año antes	
Yarnell, 1983	119 H	54	Auto	RD	7 d	

24HR: Recuerdo 24 Horas; RD: Registro dietético; DLW; Agua doblemente marcada; d: día m: meses.
Modificado de: Molag ML et al., 2007[13].

y el cáncer de mama y se han puesto en duda las limitaciones de los CFCs[30-32].

En cualquier estudio deben considerarse despacio las ventajas y desventajas de utilizar un CFC en comparación con otros métodos de análisis de la ingesta de alimentos. Se ha sugerido que la combinación de métodos, como XFX con registros dietéticos o recuerdos de 24 horas; o CFCs con niveles de biomarcadores permite obtener estimaciones de la ingesta más precisas que cada uno de los métodos de forma aislada[4,33].

Varios grupos de investigación han explorado el uso de técnicas de entrevista cognitiva para mejorar la validez de los datos auto-referidos. Se pide a los encuestados que verbalicen sus pensamientos mentales según van recuperando información de la memoria a largo plazo para responder a las preguntas del CFC y después señalar las dificultades que han tenido al expresar las respuestas a preguntas concretas, como la ingesta de alimentos estacionales o estimar los tamaños de las raciones consumidas[34,35].

A partir de investigaciones cualitativas se sabe que distintos factores pueden afectar la percepción del tamaño de las raciones consumidas, como el tipo de alimentos, el papel que tiene ese alimento en la comida (ingrediente principal, ingrediente complementario, guarnición), y las preferencias alimentarias personales. Investigaciones cognitivas también sugieren que el nivel de agrupamiento de los alimentos puede afectar el recuerdo de la ingesta y que resulta más fácil para los encuestados responder las preguntas si están más desglosados. Sin embargo, el nivel de desagregación tiene el inconveniente de alargar la lista y por tanto, supone mayor esfuerzo, más tiempo para responder el cuestionario y un mayor riesgo de sobreestimación de la ingesta, por lo que debe buscar un equilibrio entre los dos aspectos[34,35].

Ventajas y limitaciones del método

En la tabla II se resumen las principales ventajas e inconvenientes de los cuestionarios de Frecuencia de Consumo. Los CFCs pueden ser auto-administrados por medio de formularios en papel o en soporte web, lo que reduce el coste de la recogida de datos. Los formularios de papel muchas veces se pueden escanear, de forma que la información se puede grabar y analizar en un periodo de tiempo más corto en comparación con otros métodos y muchas veces mediante procedimientos automatizados, lo que permite recoger datos de grupos muy numerosos de forma relativamente poco cara. Además requieren menos experiencia en nutrición para grabar los datos.

Entre otras ventajas adicionales de los CFCs se incluyen que suponen menos esfuerzo para los encuestados, son menos demandantes en comparación con otros métodos. Los cuestionarios de frecuencia evalúan el consumo usual durante un amplio periodo de tiempo. Se puede recoger información más completa si se administran mediante entrevista, pero cuando son auto-administrados puede ser menor el sesgo del encuestado. Los CFCs se pueden diseñar con atención a un grupo concreto de alimentos o para evaluar toda la dieta, e incluir además estimación del tamaño de las raciones habituales, que pueden utilizarse para obtener la ingesta absoluta de nutrientes.

Cuando incluyen una sección abierta, los encuestados pueden anotar el consume de otros alimentos no contemplados en la lista. A veces contemplan secciones aparte para preguntar por el consumo de alimentos estacionales, técnicas culinarias o condimentos, aliños y salsas añadidos.

La principal limitación del método de frecuencia de consumo es que conlleva un error de medición considerable. No miden muchos detalles de la dieta y la cuantificación de la ingesta no es tan precisa como en los recordatorios o en los registros. Las imprecisiones derivan de que la lista de alimentos es incompleta, no incluye todos los posibles, además de errores en las estimaciones de la frecuencia de consumo y del tamaño de la ración. La lista de alimentos nunca puede ser completa e incluir todos los alimentos posibles, por lo que la información solo se refiere a los alimentos que están en la lista. La precisión de la información se basa en el recuerdo del encuestado. Puede estar sesgada porque el encuestado proporcione respuestas de conveniencia social, por tanto sobreestimando el consumo de unos alimentos y subestimando otros. Además si son auto-administrados, los encuestados deben tener un nivel de alfabetización y habilidades numéricas relativamente elevado para ser capaces de responder. Si se administran mediante entrevista, los encuestadores pueden ayudar a solucionar este problema[3,4].

En todos los métodos de evaluación del consumo de alimentos es difícil para los encuestados estimar el tamaño de las raciones consumidas, pero en el caso de los CFCs es aún más difícil estimar el tamaño de la ración que habitualmente se consume, puesto que se pide al encuestado que estime el promedio para alimentos de los que se consumen cantidades muy variables de unos a otros según en qué ocasiones se consumen. Por otra parte, la utilización de descriptores como pequeña, mediana y grande puede que no signifiquen lo mismo para todas las personas[34,35].

Los CFCs desarrollados en un país o para un subgrupo de población específico es poco probable que puedan ser apropiados para utilizarse en otro, puesto que los hábitos alimentarios son diferentes. Lo mismo sucede con las diferencias étnicas y culturales en una población.

Las comidas precocinadas, listas para consumir o para llevar pueden ser difíciles de clasificar para los encuestados si la lista de alimentos se basa en categorías de alimentos básicos, pero incluir alimentos agrupados como un ítem en la lista puede hace que sea complicado responder algunas preguntas. Puede variar mucho la validez entre alimentos y nutrientes para el mismo cuestionario.

Recomendaciones y sugerencias de mejora

Los CFC más innovadores están basados en sitios web. Sin embargo, el error de medición en este tipo de instrumentos probablemente es similar al de los cuestionarios tradicionales en soporte papel, lo que sugiere que la metodología subyacente no ha cambiado con la tecnología. Los instrumentos recientes, como la versión web del cuestionario de historia dietética del Instituto Nacional del Cáncer de EE.UU. (NCI, por sus siglas en inglés), con

Tabla II
Ventajas y limitaciones de la metodología de Frecuencia de Consumo

Ventajas	*Limitaciones*
Puede ser auto-administrado	Las frecuencias de consume y los tamaños de raciones especificadas puede que no representen la ingesta usual del encuestado. Requiere un cierto nivel de alfabetización y habilidades cognitivas. Es frecuente recoger datos incompletos.
Se puede escanear	El diseño del instrumento es laborioso y requiere tiempo.
Esfuerzo moderado para el encuestado	Depende de la capacidad del encuestado para describir su dieta.
Bajo coste relativo en estudios a gran escala	Se ha puesto en duda la validez para individuos (o grupos con patrones dietéticos irregulares o muy variables.
Puede representar mejor los patrones de ingesta que solo la observación de unos días	Especialmente difícil para niños y ancianos.
El instrumento se puede diseñar en base a datos poblacionales	El recuerdo de la dieta en el pasado puede estar afectado por la dieta actual.
No influye sobre la conducta alimentaria	A veces precisión limitada para estimar el tamaño de las raciones.
Clasifica los individuos en categorías de consumo	
No requiere encuestadores muy formados con un entrenamiento intenso	
Si solo incluye preguntas cerradas, es fácil de procesar la información	
Cuando se administra vía web mejora la calidad de los datos recogidos. Puede incorporar herramientas de ayuda, modelos de alimentos e información.	Requiere tener ordenador y acceso a internet. Requiere ser capaz de navegar en internet. Persisten los errores sistemáticos inherentes al método. Sesgo de respuesta. Riesgos de seguridad para los datos del estudio.

124 ítems (Web-DHQ) incluyen fotografías digitales como ayuda para estimar el tamaño de las raciones. Se han obtenido correlaciones moderadas a muy buenas entre los datos obtenidos en la versión original en papel (Paper-DHQ) y la versión web Web-DHQ, lo que sugiere una buena reproducibilidad[15].

Entre los puntos fuertes de estas alternativas innovadoras destacan la consistencia de los datos y que están más completos, lo que puede conseguirse con los requisitos técnicos, especialmente en muestras de población de mayor tamaño, con dispersión geográfica y en poblaciones de estudios multicéntricos. Las versiones tecnológicas novedosas pueden ser potencialmente mejores para solucionar algunos de los problemas que se plantean al responder los cuestionarios y que se han señalado en investigaciones cognitivas sobre las versiones tradicionales en papel. Por ejemplo, el uso de imágenes digitales puede mejorar la identificación de los alimentos. También algunas funcionalidades técnicas pueden facilitar el paso a preguntas más personalizadas a nivel individual o proporcionar explicaciones y ayuda para responder las preguntas de forma adecuada[3,4,15].

Se ha sugerido que podría ser interesante que los CFCs no solo centrasen la atención en medir nutrientes, sino también en conductas alimentarias, así que podrían incluir preguntas sobre prácticas dietéticas usuales. Este tipo de preguntas se pueden recordar más fácilmente y de forma más precisa que las frecuencias y los tamaños de raciones de una lista larga de alimentos[34,35].

Cuando los CFCs se administran por entrevista, se debe proporcionar formación y entrenamiento adecuado a los encuestadores para realizar la entrevista y facilitar la información necesaria a los participantes, tanto si se trata de entrevistas personales como por teléfono. En la formación se debe abordar formas adecuadas de plantear las preguntas y anotar las respuestas, especialmente si se trata de entrevistas telefónicas, que requieren mantener toda la atención del encuestado hasta el final del cuestionario. Cuando los encuestados son niños, ancianos o personas con discapacidades, es necesario que estén en la entrevista los padres, tutores o cuidadores.

También son necesarios protocolos estandarizados para la revisión de los datos, depuración y análisis.

En algunos estudios epidemiológicos grandes se han implementado métodos de evaluación de la ingesta a corto plazo, bien como método de calibración en una submuestra o como instrumento principal para toda la población estudiada, dado el debate que se ha planteado en los últimos años sobre la precisión de los CFCs para clasificar individuos en base a la ingesta usual consecuencia de las limitaciones del método. Existe evidencia de que los métodos cuantitativos abiertos repetidos, como recuerdo de 24 horas y registro dietético, pueden funcionar mejor, con mayor precisión, que los CFCs para

estimar la ingesta usual individual. La complementación de estos métodos cuantitativos de ingesta reciente repetidos con información no cuantitativa sobre consumo usual (ej. CFCs no cuantitativos, también llamados Cuestionarios de Propensión Alimentaria) y/o indicadores bioquímicos junto con modelos estadísticos, pueden permitir obtener estimaciones más precisas sobre la ingesta usual individual[15]. Con esta combinación de métodos se obtendrían estimaciones menos sesgadas que cuando se utilizan solo métodos a evaluación a corto plazo para los alimentos de consumo infrecuente.

Referencias

1. Serra Majem Ll, Aranceta Bartrina J (eds). Nutrición y salud pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2 ed. Barcelona: Elsevier- Masson; 2006.
2. Martin-Moreno JM, Gorgojo L.Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Rev Esp Salud Pública* 2007; 81: 507-18.
3. Thompson FE, Subar AF. Dietary Assesshombrest Methodology. In: Coulston A, Boushey C (eds). Nutrition in the Prevention and Treathombrest of Disease, 2nd ed. Academic Press, 2008: pp. 3-38.
4. Shim JS, Oh K, Kim HC. Dietary assesshombrest methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 2014; 36: e2014009.
5. Willett WC, Hu FB. The food frequency questionnaire. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2007; 16: 182-3.
6. Willett WC. Nutritional Epidemiology. 2ª ed. Nueva York: Oxford University Press; 1998.
7. Block G, Hartman AM, Dresser CM, Carroll MD, Gannon J, Gardner L. A data-based approach to diet questionnaire design and testing. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 453-69.
8. Cade JE, Burley VJ, Warm DL, Thompson RL, Margetts BM Food-frequency questionnaires: a review of their design, validation and utilization. *Nutr Res Rev* 2004; 17: 5-22.
9. Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernandez-Rodriguez JC, Salvini S, Willett WC. Develophombrest and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 512-9.
10. Shai I, Shahar DR, Vardi H, Fraser D. Selection of food items for inclusion in a newly developed food-frequency questionnaire. *Public Health Nutr* 2004; 7: 745-9.
11. Welch AA, Luben R, Khaw KT, Bingham SA. The CAFE computer program for nutritional analysis of the EPIC-Norfolk food frequency questionnaire and identification of extreme nutrient values. *J Hum Nutr Diet* 2005; 18: 99-116.
12. Mulligan AA, Luben RN, Bhaniani A, Parry-Smith DJ, O'Connor L, Khawaja AP, Forouhi NG et al. A new tool for converting food frequency questionnaire data into nutrient and food group values: FETA research methods and availability. *BMJ Open* 2014; 4: e004503.
13. Molag ML, de Vries JH, Ocke MC, Dagnelie PC, van den Brandt PA, Jansen MC et al. Design characteristics of food frequency questionnaires in relation to their validity. *Am J Epidemiol* 2007 15; 166 (12): 1468-78. Epub 2007 Sep 18.
14. Marks GC, Hughes MC, van der Pols JC. Relative validity of food intake estimates using a food frequency questionnaire is associated with sex, age, and other personal characteristics. *J Nutr* 2006; 136: 459-65.
15. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 2012; 41: 1187-203.
16. Forster H, Fallaize R, Gallagher C, O'Donovan CB, Woolhead C, Walsh MC et al. Online Dietary Intake Estimation: The Food4Me Food Frequency Questionnaire. *J Med Internet Res* 2014; 16 (6): e150.
17. Quandt SA, Vitolins MZ, Smith SL, Tooze JA, Bell RA, Davis CC et al. Comparative validation of standard, picture-sort and meal-based food-frequency questionnaires adapted for an elderly population of low socio-economic status. *Public Health Nutr* 2007; 10: 524-32.
18. Kushi LH: Gaps in epidemiology research methods: design considerations for studies that use food-frequency questionnaires. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 (suppl. 1): 180S-184S.
19. Liu K: Statistical issues related to semiquantitative food-frequency questionnaires. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 (suppl. 1): 262S-265S.
20. Subar AF, Thompson FE, Kipnis V, Midthune D, Hurwitz P, McNutt S et al. Comparative validation of the Block, Willett, and National Cancer Institute food frequency questionnaires: the Eating at America's Table Study. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 1089-99.
21. Estruch R, Martinez-Gonzalez MA, Corella D, Salas-Salvado J, Ruiz-Gutierrez V, Covas MI et al. Effects of a Mediterranean-style diet on cardiovascular risk factors: a randomized trial. *Ann Intern Med* 2006; 145: 1-11.
22. Martínez-González MA. The SUN cohort study (Seguimiento University of Navarra). *Public Health Nutr* 2006; 9: 127-31.
23. Bingham SA. Dietary assesshombrests in the European prospective study of diet and cancer (EPIC). *Eur J Cancer Prev* 1997; 6: 118-24.
24. Bingham SA, Welch AA, McTaggart A, Mulligan AA, Runswick SA, Luben R et al. Nutritional Methods in the European Prospective Investigation of Cancer in Norfolk. *Public Health Nutr* 2001; 4 (3): 847-58.
25. Ocke MC, Bueno-de-Mesquita HB, Goddijn HE, Jansen A, Pols MA, van Staveren WA, Kromhout D. The Dutch EPIC food frequency questionnaire. I. Description of the questionnaire, and relative validity and reproducibility for food groups. *Int J Epidemiol* 1997; 26 (suppl. 1): S37-S48.
26. Bingham SA, Gill C, Welch A, Cassidy A, Runswick SA, Oakes S et al. Validation of dietary assesshombrest methods in the UK arm of EPIC using weighed records, and 24-hour urinary nitrogen and potassium and serum vitamin C and carotenoids as biomarkers. *Int J Epidemiol* 1997; 26 (suppl. 1): S137–51.
27. Block G, Wakimoto P, Jensen C, Mandel S, Green RR. Validation of a food frequency questionnaire for Hispanics. *Prev Chronic Dis* 2006; 3: A77.
28. Subar AF, Kipnis V, Troiano RP, Midthune D, Schoeller DA, Bingham S et al. Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults: the OPEN study. *Am J Epidemiol* 2003; 158: 1-13.
29. Day NE, Wong MY, Bingham S, Khaw KT, Luben R, Michels KB et al. Correlated measurehombrest error—implications for nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 2004; 33: 1373-81.
30. Bingham SA, Day N. Comhombrestary: fat and breast cancer: time to re-evaluate both methods and results? *Int J Epidemiol* 2006; 35: 1022-4.
31. Kristal AR, Peters U, Potter JD. Is It Time to Abandon the Food Frequency Questionnaire? *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14 (12): 2826-8.
32. Willet WC, Hu FB. Not the time to abandon the Food Frequency Questionnaire: Point. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2006; 15: 1757-8.
33. Bingham SA, Gill C,Welch A, Day K, Cassidy A, Khaw KT, et al. Comparison of dietary assesshombrest methods in nutritional epidemiology: weighed records v. 24 h recalls, food-frequency questionnaires and estimated-diet records. *Br J Nutr* 1994; 72: 619-43.
34. Chambers E, Godwin SL, Vecchio FA. Cognitive strategies for reporting portion sizes using dietary recall procedures. *J Am Diet Assoc* 2000; 100: 891-7.
35. Thompson FE, Subar AF, Brown CC, Smith AF, Sharbaugh CO et al Cognitive research enhances accuracy of food frequency questionnaire reports: results of an experihombrestal validation study. *J Am Diet Assoc* 2002; 102: 212-25.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):53-57
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5051

Historia dietética. Metodología y aplicaciones

Luis Juan Morán Fagúndez[1], Alejandra Rivera Torres[1], María Eugenia González Sánchez[1], Mari Lourdes de Torres Aured[2], Mercedes López-Pardo Martínez[3], José Antonio Irles Rocamora[4]

[1]Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética (SANCYD). [2]Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital Universitario Miguel Servet. Zaragoza. [3]Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición del Hospital Universitario Reina Sofía. Facultad de Medicina y Enfermería de Córdoba. [4]Unidad de Gestión Clínica de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Virgen de Valme. Sevilla. España.

Resumen

La historia dietética es método tradicional de análisis de la ingesta alimentaria. En su estructura tradicional consta de tres componentes que proporcionan una información global del patrón de ingesta habitual del individuo y también información detallada sobre algunos alimentos. La información se recoge en una entrevista y requiere encuestadores cualificados con gran experiencia. La calidad de la información depende en gran medida de la habilidad del encuestador. Se utiliza sobre todo en la práctica clínica. También se ha utilizado en estudios sobre la relación dieta y salud para investigar la dieta habitual en el pasado. El alto coste y la larga duración de la entrevista limitan su utilidad en grandes estudios epidemiológicos.

Palabras clave: *Alimentos. Hábitos alimentarios. Registro dietético. Dietética. Historia.*

DIET HISTORY. METHOD AND APPLICATIONS

Abstract

The diet history is a traditional method of analysis of food intake. In its traditional structure consists of three components that provide an overall information of the usual food consumption pattern of the individual and also detailed information on certain foods. The information is collected in an interview and requires highly experienced qualified interviewers. The quality of information depends largely on the skills of the interviewer. It is mostly used in clinical practice. It has also been used in studies of diet and health relationship to investigate the usual diet in the past. The high cost and long duration of the interview limit their usefulness in large epidemiological studies

Key words: *Food. Food Habits. Diet Records. History.*

Con el objetivo de evaluar la ingesta alimentaria de forma individual y/o colectiva se han descrito diferentes métodos a través de entrevistas, formularios, observación directa, etc. Los primeros estudios de consumo alimentario realizados con rigor metodológico fueron publicados en la década de los años 30[1].

La Historia Dietética es un método de evaluación de la dieta retrospectiva detallada utilizada con más frecuencia en la práctica clínica que en estudios de investigación. La Historia Dietética se utiliza para describir los alimentos y/o la ingesta de nutrientes habitual durante un período relativamente largo, por ejemplo, 1 mes, 6 meses, 1 año.

El método Historia Dietética fue desarrollado por Burke entre los años 1938 a 1947 en un entorno clínico[2]. De ahí su denominación como "historia dietética", por analogía con la clásica "historia clínica".

Esta técnica estaba estructurada en 3 partes:

1. Entrevista acerca del patrón habitual de ingesta del individuo encuestado, estimando las cantidades mediante medidas caseras.
2. Interrogatorio sobre una lista detallada de alimentos para clarificar el patrón global de ingesta y verificar la información obtenida en la primera parte (cross-check).
3. Registro de alimentos por estimación durante 3 días[3].

Tal y como fue descrito por Burke el elemento central de la Historia Dietética es la entrevista detallada sobre la ingesta habitual. El registro de 3 días y el cuestionario de frecuencia se utilizan como técnica de comprobación, contraste y verificación de la información.

Este método ha sido un instrumento utilizado en múltiples estudios bien reconocidos, desde su aplicación en las fases iniciales del estudio Framingham en EE.UU.[4], hasta el trabajo de campo en España dentro del estudio europeo prospectivo sobre dieta y cáncer (EPIC)[5].

Sin embargo, las limitaciones del método son también importantes para su utilización generalizada en investigaciones epidemiológicas.

Algunos autores, revisando estudios prospectivos tales como el de Framingham previamente citado, sugieren que el método de la historia dietética tiende en general a sobreestimar la ingesta[6].

Historia dietética

Básicamente, la historia dietética es una entrevista con la persona objeto de estudio llevada a cabo por un encuestador altamente cualificado en nutrición y dieté-

Correspondencia: Luis Juan Morán Fagúndez.
Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética (SANCYD).
Pagés del Corro nº 80, 3º.
41010. Sevilla. España.
E-mail: luisjmoran@ono.com

tica, donde se le pide a los participantes que intenten recordar la ingesta alimentaria propia de un periodo de tiempo determinado[7].

En su formato original se preguntaba sobre la configuración habitual de las comidas, formas de preparación además de la frecuencia de consumo de alimentos. Este modelo original ha sido modificado y, hoy día, no existe un estándar homogéneo para la utilización de este instrumento.

El método de historia dietética valora cuantitativamente la ingesta global de un individuo, sus hábitos en relación con el consumo de alimentos, la distribución y composición usual de las comidas a lo largo del día etc...[8].

El método completo habitualmente suele constar de las siguientes partes[9]:

a) Una entrevista para estimar el consumo habitual de una amplia variedad de alimentos en las distintas raciones del día que a menudo se inicia con un recuerdo de 24 horas, contemplando posibles variaciones estacionales o a lo largo de la semana.
b) Un cuestionario de frecuencia de consumo para contrastar la información.
c) Un registro dietético de 3 días.

La mayor parte de los trabajos que han utilizado este método lo han limitado a la primera parte. Las fotografías o modelos alimentarios son de gran ayuda para estimar el tamaño de las raciones consumidas.

No obstante, en el momento actual no existe ningún método estándar aceptado unánimemente para la recolección de la información a recabar, y en las distintas publicaciones especializadas aparecen muy diferentes formas de abordaje de este método[10].

La formación adecuada de los entrevistadores es un aspecto muy importante para garantizar la calidad de la información y reducir las diferencias entre encuestadores[11,12]. Es recomendable que las personas responsables de llevar a cabo las entrevistas sean nutricionistas con experiencia en el método, que no interfieran en la información y que sean capaces de dirigir y orientar la entrevista hasta su conclusión[13].

La complejidad de la entrevista hace necesaria experiencia con el método y formación en dietética y nutrición para poder llevarla a cabo correctamente. El encuestador no debe realizar sugerencias que interfieran o induzcan respuestas. En las fases previas al inicio del trabajo de campo debe seguirse un protocolo de formación estricto y controlar la posible aparición de errores sistemáticos en la recogida de información entre los diferentes encuestadores. La calidad de los datos obtenidos y en consecuencia la validez del método, depende básicamente de la profesionalidad del encuestador. La persona responsable de realizar las entrevistas debe conocer muy bien el procedimiento a seguir, el cuestionario que va a utilizar y debe ser un buen comunicador, capaz de crear un ambiente agradable para la entrevista. Debe mantener el ritmo de la entrevista e introducir preguntas de control para cerciorarse de las respuestas, que por otro lado, deben ser lo más concretas y específicas posible.

La persona que realiza la entrevista tratará de recoger no sólo el consumo habitual de alimentos y bebidas, sino también todo aquello que se considere importante en relación con los hábitos alimentarios del sujeto entrevistado (alergias alimentarias, preferencias dietéticas, variaciones estacionales, etc.).

La información es recopilada en una entrevista que puede tener una duración de 1 a 2 horas, por lo que es importante preparar de antemano impresos para recoger la información de manera estandarizada, incluso variaciones de un día a otro y excepciones a la norma habitual.

Al mismo tiempo puede resultar tedioso para el encuestado, algunos autores han aportado innovaciones al método que pretenden reducir la duración de la entrevista y sistematizar el formato de recogida de la información, de manera que no sea imprescindible la presencia del encuestador[14].

La historia dietética requiere un esfuerzo por reconocer el patrón de consumo habitual del individuo, lo que implica una alta capacidad de abstracción. No es pues, un método aplicable a niños menores de 14 años o personas mayores de 80 años, puesto que más que basarse en la capacidad de recordar aspectos puntuales se trata de ayudar a reconocer los hábitos generales de ingesta

Metodología

Como se ha destacado con anterioridad la Historia Dietética se divide en tres partes:

1. Registro de alimentos consumidos 2 ó 3 días o recuerdo de 24 horas para conocer el patrón de alimentación.
2. Frecuencia de consumo.
3. Preguntas, específicas del estudio en desarrollo

El recordatorio de 24 horas, Se trata de un método retrospectivo en el que se solicita al entrevistado que recuerde todos los alimentos y bebidas ingeridas en las 24 horas precedentes, o durante el día anterior. El entrevistador utiliza normalmente fotografías o medidas caseras con el fin de ayudar al entrevistado a cuantificar las cantidades físicas de alimentos y/o ingredientes de los platos y bebidas.

Habitualmente se sigue el orden cronológico a lo largo del día por lo que es recomendable estructurar en desayuno, media mañana, comida, merienda, cena y otras horas[15].

En el caso de aplicar el registro de alimentos, a diferencia del anterior, consiste en pedir al entrevistado que anote diariamente (durante 3 a 7 días), los alimentos y bebidas que va ingiriendo. Este método requiere que previamente, se haya instruido al entrevistado. El método de doble pesada (pesada al inicio de la comida y al final de la misma) es una variación del diario o registro dietético.

El cuestionario de frecuencia de consumo consiste en una lista de alimentos, o grupos de alimentos, sobre la

que se solicita la frecuencia (diaria, semanal o mensual) de consumo, de cada uno de los ítems.

La información que se obtiene, es básicamente cualitativa, aunque si se añade junto a cada alimento la proporción o ración media de consumo, puede obtenerse una valoración semicuantitativa. Este cuestionario puede ser auto administrado[16].

Por medio del cuestionario no se pretende concretar el consumo alimentario de un día determinado, sino el patrón habitual en líneas generales. Para ello se pregunta qué alimentos consume de manera usual, cómo los prepara, con qué frecuencia forman parte de su dieta (diaria, semanal o mensual) y en qué cantidad. Debe quedar claro que el cuestionario se refiere a los hábitos de consumo de la persona encuestada en concreto ya que en ocasiones son los responsables de la alimentación familiar y es posible que en sus respuestas se refieran a los hábitos familiares y no a los suyos propios. En la tabla I se expone un modelo de cuestionario para la toma del desayuno.

Es útil estimar las cantidades en medidas caseras, unidades, porciones o raciones así como anotar la descripción de las recetas.

Para estimar el tamaño de las raciones se pueden utilizar modelos fotográficos de platos preparados, u otro tipo de modelos y réplicas de alimentos de distintos tamaños.

En ocasiones se emplea una lista de alimentos como sugerencia para cada una de las comidas realizadas a lo largo del día, formas de preparación etc. para facilitar al encuestado el proceso de recuerdo. Esta lista también sirve como mecanismo de comprobación y control de calidad de los datos recogidos.

Se pregunta al encuestado si consume habitualmente o no cada uno de los alimentos incluidos en la lista y se considera como alimentos de consumo usual sólo aque-

Tabla I
Modelo de cuestionario para desayuno

Desayuno ¿Cuántas veces desayuna a la semana? ( )								*¿Es igual los fines de semana? SÍ ( ) NO ( )*			
Alimentos	*Tipo*	*Consume*		*Frecuencia*			*Cantidad*	*Nº unidades*	*Nº modelo*	*Marcas Observaciones*	*Gramos/día*
		SÍ	*NO*	*D*	*S*	*M*	*Tamaño de medida, porción o ración*		*Si existen modelos de referencia*		
Leche											
Yogur											
Zumos											
Infusiones											
¿Añade algo a lo anterior?											
Café											
Cacao											
Azúcar											
Miel											
Edulcorante											
Otros											
Pan											
Bollería											
Galletas											
Cereales											
Frutas											
Otros											
¿Unta algo en el pan o en la bollería? Siempre ( ) A veces ( ) Nunca ( )											
Aceite											
Mantequilla											
Margarina											
Mermelada											
Otros											
¿Añade algo a lo anterior?											
Jamón cocido											
Jamón serrano											
Fiambre de pavo											
Queso											
Huevos											
Otros											

llos productos que formen parte de la dieta al manos una vez al mes[17], en cualquier forma de preparación. Cuando la respuesta es afirmativa para un alimento, se intenta determinar la frecuencia con que se consume usualmente y no admitiéndose contestaciones ambiguas o dudosas. Debe ser el propio encuestado quien determine la frecuencia y no se debe dar por sobreentendido en ningún caso, o ser el encuestador el que decida.

Algunos autores han sugerido la posibilidad de emplear cuestionarios precodificados y una lista cerrada de alimentos como alternativa a la entrevista abierta. Con este procedimiento no es necesario que el trabajo de campo sea realizado por personal cualificado.

Aplicaciones

Este método es adecuado cuando se requiere información detallada sobre la ingesta de alimentos habitual o la ingesta de alimentos en una etapa específica de la vida a nivel individual[18].

La aplicación principal de la historia dietética reside actualmente en la práctica clínica; Debido a su importancia histórica, han existido muchos intentos para hacer este método más corto y así poderlo usar en estudios epidemiológicos[19,20]. Muchos estudios de casos y controles han usado una versión modificada de la historia dietética[21].

El método de historia dietética es un método costoso y con frecuencia no es aplicable en estudios sobre grandes muestras de población. La calidad de los datos depende en buena medida de la persona que hace la entrevista. Se obtienen datos cualitativos sobre los hábitos generales de ingesta, más que valores cuantitativos absolutos, salvo que se realicen algunas adaptaciones del método de manera que sea posible obtener datos cuantitativos fiables[22].

El método se centra en la evaluación del patrón habitual regular, con lo cual se subestiman las situaciones excep-

Tabla II
Utilidad, ventajas y limitaciones de la Historia Dietética. Modificada de Serra Majem LI, Aranceta Bartrina J. Nutrición y Salud Pública: métodos, bases científicas y aplicaciones. 2ª ed. Barcelona: Masson; 2006

Utilidad	*Ventajas*	*Limitaciones*
Utilidad principal en práctica clínica	Puede aplicarse a personas analfabetas	Los datos resultantes dependen en gran medida de la habilidad del entrevistador
Aporta información sobre el patrón de consumo habitual de alimentos	Se obtienen detalles de los distintos alimentos consumidos en cada comida.	Necesidad de entrevistador experto y gran cooperación del encuestado
Estimación de la prevalencia de ingesta inadecuada	Incluye los alimentos consumidos con menos regularidad	El método es difícil para las personas con hábitos alimenticios erráticos como trabajadores por turnos
Útil en estudios epidemiológicos sobre relación dieta-enfermedad: estudios retrospectivos y prospectivos.	Se pregunta sobre el patrón individual de la ingesta usual	Puede ser difícil evaluar el tamaño de las porciones aunque el entrevistador utilice fotografías o modelos de alimentos
Ingesta media habitual de nutrientes durante un periodo.	Se obtiene información de la totalidad de la dieta	Debido a la formación del entrevistador, codificación, etc. es un método caro.
	Permite obtener un patrón más representativo que a través de otros métodos de la ingesta en el pasado.	La comparabilidad de los datos obtenidos no está epidemiológicamente garantizada ya que no existe una manera estándar de realizar la historia Dietética
	Puede diseñarse para evaluar la dieta total o sólo algunos nutrientes	Impreciso desde el punto de vista cuantitativo
	Existen algunas versiones de bajo coste añadido	No es recomendable para menores de 14 años y mayores de 80 años
	No afecta a los hábitos alimentarios del encuestado	Es difícil determinar con precisión el periodo de recuerdo Entrevista larga y puede resultar cansada
		Tendencia a sobre valorar ingestas
		Recuerdo de la dieta pasada influido por hábitos actuales
		Con frecuencia, errores en la información facilitada

cionales. La historia dietética plantea problemas para su aplicación en colectivos con hábitos de consumo muy irregulares. Su utilidad puede ser limitada en los sujetos que "pican" todo el día y que no realizan comidas organizadas.

La capacidad de recuerdo muchas veces se refiere al pasado reciente y puede no coincidir exactamente con el periodo de interés en el estudio. Por medio de la historia dietética es posible conocer los hábitos de consumo de alimentos puntuales; sin embargo, no es posible constatar la variación en el consumo de un día a otro.

La obtención de información sobre la ingesta pasada por medio de la historia dietética retrospectiva es un método útil en estudios sobre dieta y cáncer y enfermedades crónicas a pesar del sesgo que conlleva y puede complementar la información sobre los hábitos de ingesta actual[23].

En la tabla II se resumen la utilidad de las ventajas y las limitaciones de la Historia Dietética.

Referencias

1. Medlin Ch. Individual dietary intake methodology: A 50 year review of progress. *J Am Diet Assoc* 1988; 88: 1250-7.
2. Burke BS. The dietary history as a research tool. *Am Diet Assoc* 1947; 23: 1041-6.
3. Abramson JH. Slome C. Kosovsky C. Food Frequency Interview as an Epidemiological Tool. *Am J Public Health Nations Health* 1963; 53 (7): 1093-101.
4. Mann GV, Pearson G, Gordon T, Dawber TR, Lyell L, Shurtleff D. Diet and cardiovascular disease in the Framingham study I. Measurement of dietary intake. *Am J Clin Nutr* 1962; 11: 200-10.
5. EPIC Group of Spain. Relative Validity and Reproducibility of a Diet History Questionnaire in Spain. I. Foods. *Int J Epidemiol* 1997; 26 (Supl. 1): 91-9.
6. Kohemeier L. The Diet History Method. London: Smith-Gordon; 1991.
7. José M. Martín-Moreno et al. Valoración de la ingesta dietética a nivel poblacional mediante cuestionarios individuales: sombras y luces metodológicas. *Rev Esp Salud Pública* 2007; 81: 507-18.
8. Serra Majem Ll, Aranceta Bartrina J. Nutrición y salud pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2 ed. Barcelona: Masson; 2006.
9. Nelson M, Bingham S. Assessment of food consumption and nutrient intake. In: Margetts BM, Nelson M (eds). Design concepts in nutritional epidemiology (Second edition). Oxford: Oxford University Press, 1997: 123-69.
10. Tapsell LC, Pettengell K, Denmeade SL. Assessment of a narrative approach to the diet history. *Public Health Nutr* 1999; 2: 61-7.
11. Nelson M, Bingham S. Assessment of food consumption and nutrient intake. In: Margetts BM, Nelson M (eds). Design concepts in nutritional epidemiology (Second edition). Oxford: Oxford University Press, 1997: 123-69.
12. Jain M. Diet history: questionnaire and interview techniques used in some retrospective studies on cancer. *J Am Diet Assoc* 1989; 89: 1647-52.
13. Bingham S, Nelson M, Paul A, Haraldsdottir J, Bjorge Loken E, van Staveren W. Methods for data collection at an individual level. In: Cameron ME, Van Staveren W. Manual on methodology for foof consumption studies. Oxford: Oxford University Press, 1988: 53-106.
14. Block G, Hartman AM. Dietary Assessment methods. In: Moon The, Micozzi MS. Nutrition and cancer prevention. Investigating the role of micronutrients. New York: Marcel Dekker, 1989: 159-180.
15. Manual de Nutrición y Dietética. Carbajal A. Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Sept 2013.
16. Salvador G, Palma I, Puchal A, Vilà MC, Miserachs M, Illan M. Entrevista dietética. Herramientas útiles para la recogida de datos. *Rev Med Univ Navarra* 2006; 50 (4): 46-55.
17. Jain M, Howe GR, Harrison L, Miller AB. A study of repeatability of dietary data over a seven year period. *Am J Epidemiol* 1989; 129: 422-9.
18. MRC_Medical Research Council UK [http://dapa-toolkit.mrc.ac.uk/dietary-assessment/methods/diet-history/index.html]
19. Beal VA. The nutritional history in longitudinal research. *J Am Diet Assoc* 1967; 51: 426-32.
20. Jain M, Howe GR, Johnson KC, Miller AB. Evaluation of a diet history questionnaire for epidemiology studies. *Am J Epidemiol* 1980; 111: 212-9.
21. Morgan RW, Jain M, Miller AB et al. A comparison of dietary methods in epidemiologic studies. *Am J Epidemiol* 1978; 107: 488-98.
22. Burema J, Van Staveren WA. Validation of the dietary history method. In: The Diet History Method. Kohemeier L (ed.). London, Smith-Gordon, 1991; 73-86.
23. Dwyer J, Gardner J, Halvorsen K, Krall Z, Cohen A, Valadian I. Memory of food intake in the distant past. *Am J Epidemiol* 1989; 130: 1033-46.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):58-65
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5052

Valoración de la ingesta de bebidas y del estado de hidratación

Mariela Nissensohn[1,2], Marisa López-Ufano[3], Itandehui Castro-Quezada[1], Lluis Serra-Majem[1,2]

[1]Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias (IUIBS). Grupo de Investigación en Nutrición. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [2]Ciber Fisiopatología Obesidad y Nutrición (CIBEROBN, CB06/03). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [3]Universidad Europea de Madrid (UEM) y Servicio Madrileño de Salud (SERMAS). Madrid. España.

Resumen

El agua es el principal constituyente del cuerpo humano. Está implicada en prácticamente la totalidad de sus funciones. Es especialmente importante en la termorregulación y en el rendimiento físico y cognitivo. El balance de agua refleja la ingesta y la pérdida de agua. La ingesta se realiza principalmente a través del consumo de agua potable y de bebidas (70 a 80%) más el agua que contienen los alimentos (20 a 30%). La pérdida de agua se realiza gracias a su excreción a través de la orina, las heces y el sudor.

El interés por el tipo y la cantidad de bebidas consumidas no es nuevo, y se han utilizado numerosos enfoques para evaluarla, pero la validez de estos enfoques no se ha establecido correctamente. Aún no existe, en población general, un cuestionario estandarizado desarrollado como herramienta de investigación para la evaluación de la ingesta de agua. El uso de información de diferentes fuentes y diferentes características metodológicas plantea problemas de comparabilidad entre estudios. En Europa son escasos los estudios epidemiológicos actuales que se centran exclusivamente en el consumo de bebidas.

Los biomarcadores de ingesta permiten evaluar objetivamente la ingesta dietética sin el sesgo producido por los errores del auto-reporte. Además, permiten superar el problema de la variabilidad intra-individual. Algunos métodos para medir ingesta alimentaria utilizan biomarcadores para validar los datos que recogen. Los marcadores biológicos ofrecen ventajas y son capaces de mejorar las estimaciones de la evaluación de ingesta dietética. Sin embargo, existen muy pocos estudios que examinen sistemáticamente la correlación entre la ingesta de bebidas y los biomarcadores de hidratación en diferentes poblaciones.

Utilizando el cuestionario de bebidas de Hedrick y col. se realizó un estudio piloto para evaluar la validez y fiabilidad de un modelo multimedia interactivo (IMM) y para compararlo con una versión en papel auto-administrado (PP). El estudio mostró que el IMM parece ser un modelo válido y fiable para evaluar la ingesta habitual de bebidas. Un estudio similar se realizó en China, pero, en este caso, se empleó para evaluar la ingesta de bebidas la tecnología Smartphone.

Conclusión: La metodología para valorar el consumo de bebidas en estudios poblacionales sigue siendo un tema controvertido. Existen pocos estudios validados y reproducibles, por lo que todavía no se dispone de un método ideal (corto, fácil de administrar, económico y preciso).

Esta es un área de interés científico que aún está en desarrollo y que parece ser muy prometedora para mejorar las investigaciones en el área de la salud.

Palabras clave: *Agua. Consumo de bebidas. Biomarcadores de hidratación. Evaluación.*

Correspondencia: Mariela Nissensohn.
Departamento de Ciencias Clínicas.
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Las Palmas de Gran Canaria. España.
E-mail: mnissensohn@acciones.ulpgc.es

ASSESSMENT OF BEVERAGE INTAKE AND HYDRATION STATUS

Abstract

Water is the main constituent of the human body. It is involved in practically all its functions. It is particularly important for thermoregulation and in the physical and cognitive performance. Water balance reflects water intake and loss. Intake of water is done mainly through consumption of drinking water and beverages (70 to 80%) plus water containing foods (20 to 30%). Water loss is mainly due to excretion of water in urine, faeces and sweat.

The interest in the type and quantity of beverage consumption is not new, and numerous approaches have been used to assess beverage intake, but the validity of these approaches has not been well established. There is no standardized questionnaire developed as a research tool for the evaluation of water intake in the general population. Sometimes, the information comes from different sources or from different methodological characteristics which raises problems of the comparability. In the European Union, current epidemiological studies that focus exclusively on beverage intake are scarce.

Biomarkers of intake are able to objectively assess dietary intake/status without the bias of self-reported dietary intake errors and also overcome the problem of intra-individual diet variability. Furthermore, some methods of measuring dietary intake used biomarkers to validate the data it collects. Biological markers may offer advantages and be able to improve the estimates of dietary intake assessment, which impact into the statistical power of the study. There is a surprising paucity of studies that systematically examine the correlation of beverages intake and hydration biomarker in different populations.

A pilot investigation was developed to evaluate the comparative validity and reliability of newly developed interactive multimedia (IMM) versions compared to validated paper-administered (PP) versions of the Hedrick et al. beverage questionnaire. The study showed that the IMM appears to be a valid and reliable measure to assess habitual beverage intake. Similar study was developed in China, but in this case, the use of Smartphone technology was employed for beverage assessment.

Conclusion: The methodology for measuring beverage intake in population studies remains controversial. There are few validated and reproducible studies, so there is still lacking an ideal method (ie, short, easy to administer, inexpensive and accurate) in this regard. Clearly, this is an area of scientific interest that is still in development and seems to be very promising for improving health research.

Key words: *Beverages intake. Hydration biomarkers. Beverage assessment.*

Introducción

El agua es el principal constituyente del cuerpo humano. El líquido corporal total de un adulto es de aproximadamente el 63% de su peso en los hombres y del 50 al 55% en las mujeres, debido a que ellas tienen mayor proporción de grasa corporal. En los recién nacidos, el agua ocupa hasta un 75% del peso[1]. Dos terceras partes de líquido corporal total es fluido intracelular, y el tercio restante es fluido extracelular, el cual está dividido en plasma y líquido intersticial. Existe un tercer espacio, conocido como "fluido transcelular", que está contenido en las cavidades del cuerpo, conocidos como líquidos espinal, sinovial, peritoneal y pleural. Aunque estos compartimentos de fluidos se clasifican como áreas separadas, el agua y los electrolitos circulan continuamente entre ellos.

El agua está implicada en casi todas las funciones del cuerpo humano. Es particularmente importante en la termorregulación y en el rendimiento físico y cognitivo. Beber, por lo menos, cinco vasos de agua o más por día se ha asociado con menores tasas de muerte por enfermedad coronaria cardíaca en personas de mediana y de avanzada edad.

Una buena hidratación puede reducir el riesgo de desarrollar piedras en el riñón debido a que la orina diluida ayuda a prevenir la formación de cálculos. Además, el agua se considera parte esencial del manejo dietético de la diabetes debido a que limita el desarrollo de la cetoacidosis diabética durante la deficiencia de insulina en la diabetes tipo 1, ayudando a mantener los niveles saludables de azúcar en la sangre. La ingesta adecuada de líquidos se ha asociado con beneficios gastrointestinales: menor tasa de estreñimiento y menor uso de laxantes. Algunos autores han reportado una reducción del riesgo de cáncer de vejiga en hombres, infecciones del tracto urinario, enfermedades dentales y beneficios en las enfermedades broncopulmonares.

Balance hídrico es un término usado para describir el equilibrio entre la entrada y la salida de los líquidos del cuerpo, lo cual permite que los procesos metabólicos funcionen correctamente[2]. El balance de agua refleja la ingesta y la pérdida de agua. La ingesta de se realiza principalmente a través del consumo de agua potable y de bebidas (70 a 80%), más el agua que contienen los alimentos (20 a 30%). El contenido de agua suele ser menor del 40% en productos de panadería, entre 40% y 70% en las comidas calientes, 48% en las frutas y hortalizas, y alrededor del 90% en la leche humana y de vaca[1]. Las dietas ricas en verduras y frutas proporcionan cantidades significativas al consumo total de agua, mientras que, por ejemplo, los productos de la comida rápida, por regla general, tienen bajo contenido de líquidos[3]. La pérdida de agua se debe principalmente a la excreción de agua a través de la orina, las heces y el sudor. La contribución del sudor en la pérdida de agua es mayor en las personas físicamente activas y en climas cálidos. Por lo tanto, este componente es muy variable dependiendo del estilo de vida de cada persona y de las condiciones ambientales[4].

Evaluación de la ingesta de bebidas

En la actualidad, las bebidas parecen influir en la dieta y en la ingesta de nutrientes, más que en las generaciones anteriores, probablemente, debido a la mayor accesibilidad, al cambio de las tendencias alimentarias, y a la comercialización de los alimentos. La importancia de las bebidas como de los alimentos y sus efectos sobre la ingesta de nutrientes ha sido recientemente el foco de una intensa discusión. Sin embargo, el interés por el tipo y la cantidad de bebidas consumidas no es nuevo, y numerosos enfoques han sido utilizados para evaluarlas, pero la validez de estos enfoques no ha sido bien establecido[5].

Hasta ahora, en los estudios dietéticos, el consumo de bebidas se ha recogido como parte de los cuestionarios de frecuencia alimentaria (CFA) o de recordatorios de 24 h (R-24h). Sin embargo, estas herramientas han sido diseñadas, especialmente, para recoger ingesta de alimentos, no de bebidas. Además, a menudo, en muchos estudios, la evaluación del consumo de agua es ignorada o rara vez se menciona, ya que no contribuye con calorías o nutrientes. La ingesta de bebidas se ha focalizado en las bebidas azucaradas (la mayoría en estudios realizados en niños y adolescentes) y en las bebidas alcohólicas (en estudios en adultos). Por lo general, la información proviene de diferentes fuentes o es recogida con características metodológicas diferentes, lo que plantea problemas de comparabilidad entre estudios. En general, los estudios se han centrado en el momento del consumo, por ejemplo en las comidas y snacks, pero muchas personas consumen agua entre las comidas sin necesariamente consumir otras calorías, y esta cantidad no suele aparecer en los registros. Esto da lugar a una estimación inferior de la cantidad de agua consumida realmente. El tiempo y la estacionalidad también son importantes porque las variaciones climáticas a lo largo del año podrían afectar el volumen de bebida y de agua consumidos. Aún no existe un cuestionario estandarizado desarrollado como herramienta de investigación para la evaluación de la ingesta de agua en la población general. Además, la ingesta dietética de agua es muy variable y puede presentar diferencias significativas según el día de la semana, el tamaño del cuerpo, la actividad física y la exposición climática dentro de un patrón básico de consumo[6].

En la Unión Europea, los estudios epidemiológicos actuales que se centran exclusivamente en el consumo de bebidas son escasos. Esto dificulta aún más la investigación sobre este tema, tan necesario para apoyar las políticas de nutrición de las poblaciones. En 2013 hemos desarrollado un estudio que describió cual había sido el método aplicado con más frecuencia para evaluar la ingesta de agua (o de líquidos) en poblaciones europeas[7]. Proporcionó una visión global y comprensible sobre los datos de hidratación en Europa. Este estudio utilizó como fuente de información la literatura gris e incluyó doce estudios epidemiológicos realizados entre 2003 y 2011. Con el fin de organizar la información extraída, la

ingesta de líquidos fue distribuída en tres grupos principales: 1) total de agua, 2) bebidas no alcohólicas y 3) bebidas alcohólicas. En algunos casos, la información del total de agua se recogió como agua mineral o agua del grifo. Los datos de bebidas no alcohólicas se repartieron en cuatro subgrupos (zumos de frutas y vegetales; café, té y otras bebidas calientes; leche y bebidas lácteas y refrescos, bebidas isotónicas y otras). Con el consumo promedio de agua, bebidas no alcohólicas y bebidas alcohólicas se calculó la ingesta total de líquidos, informada en g/d. Sin embargo, ninguno de los estudios recogió información de todas las categorías de bebidas evaluadas. La información del consumo de bebidas se recogió utilizando diferentes métodos de evaluación: Registro dietético de 7 días, Registro dietético de 3 días, Recordatorio de 24 horas, Registro dietético de 4 días con pesada de alimentos e Historia Dietética de Bebidas. Este último, aplicado sólo en Alemania, fue desarrollado para evaluar exclusivamente la ingesta de bebidas. Se trata de un cuestionario de ingesta de bebidas muy confiable que puede ser muy recomendable para los profesionales e investigadores que evalúan ingesta habitual de bebidas, aunque, en algunos casos puede ser necesario realizarle alguna modificación.

Los resultados de esta revisión mostraron que los estudios sobre la ingesta de bebidas en los países europeos son diferentes en cuanto a diseño: difieren en el método de evaluación dietética, en la composición de sus bases de datos, en los procedimientos de muestreo, en el rango de edad, y todo esto puede confundir las comparaciones realizadas entre países. Esas diferencias derivan de la metodología utilizada. La elección de un método apropiado es esencial para obtener una información precisa y fiable. Por lo tanto, es necesario centrarse en el desarrollo de un método que ofrezca mayor precisión y fiabilidad para poder recoger todos los líquidos ingeridos en diferentes momentos, antes, durante y después de las comidas, especificando en cada caso la cantidad y el tipo de bebida consumida y la variabilidad estacional.

¿Cuál es la implicación real de tener insuficientes y poco exactos registros del consumo de agua o de bebidas ingeridas? Si tenemos en cuenta que las recomendaciones del consumo de agua o "ingesta adecuada" se basan en este tipo de estudios, es fácil entender que estos no siempre se adaptan bien a las poblaciones y mucho menos a los diferentes estados fisiológicos[7]. La Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), además al afirmar que existe falta de datos, ha expuesto la clara necesidad de desarrollar una mejor metodología para producir recomendaciones de ingesta de líquidos basadas en la evidencia.

Biomarcadores de hidratación

Recientemente, varios cuestionarios han sido desarrollados para evaluar el consumo de agua o la contribución de los alimentos sólidos y líquidos a la ingesta de agua. Por lo general, estos se basan en registros de frecuencia de ingesta de alimentos sólidos y líquidos y de agua como bebida. Una limitación común de la investigación en esta área es la confianza que se debe tener en las auto-evaluaciones de ingesta. La necesidad de nuevos métodos para evaluar objetivamente la ingesta de bebidas y el estado de hidratación es clara. En este sentido, los biomarcadores de hidratación parecen ser adecuados[8]. Este tipo de biomarcadores permiten evaluar objetivamente la ingesta dietética/niveles dietéticos, sin el sesgo que producen los errores del auto-registro[8]. Además permiten superar el problema de la variabilidad intra-individual. Algunos métodos de evaluación de la dieta utilizan biomarcadores para validar los datos que recoge. Los marcadores biológicos ofrecen ventajas y son capaces de mejorar las estimaciones de la evaluación de ingesta dietética, gracias a la independencia que tienen en relación con los errores habituales inherentes a los cuestionarios de ingesta (memoria del entrevistado, subestimación del registro de lo ingerido), lo que impacta en el poder estadístico del estudio. Cuando un método de ingesta dietética utiliza uno o más biomarcadores para validar los datos que recoge, el estudio de validación también se llama validación relativa o estudio de calibración. En este caso, un método dietético se compara con otro método que mide ingesta de bebidas. Los coeficientes de correlación obtenidos a partir de los estudios de validación, reflejan la capacidad del método para clasificar a los individuos según la ingesta de bebidas que tengan.

Sin embargo, los biomarcadores no sustituyen a los tradicionales métodos de medición de ingesta dietética, sino que deben utilizarse de manera adicional. Además, la mayoría de análisis con biomarcadores son caros, poseen cierto grado de invasividad y, muy a menudo, no es posible llevarlos a cabo como parte de estudios epidemiológicos de gran envergadura[9].

Diversos marcadores se han propuesto para evaluar el estado de hidratación (osmolalidad de plasma, gravedad específica de la orina (USG), osmolalidad urinaria, volumen total de orina de 24 horas, etc) (tabla I), los cuales pueden ser utilizados en diferentes condiciones de laboratorio, en la práctica clínica o en los deportes. Sin embargo, hasta la fecha, no existe un biomarcador universalmente aceptado que refleje un aumento del nivel de hidratación en respuesta a un aumento de la ingesta de bebidas[10]. Por lo tanto, no hay marcadores definidos como "Estándar de oro"[11]. Además, existen muy pocos estudios que examinen sistemáticamente la correlación entre la ingesta de bebidas y los biomarcadores de hidratación en diferentes poblaciones. Sólo dos cuestionarios recientes han sido diseñados para recoger la ingesta habitual de bebidas, y ambos fueron validados contra Usg como biomarcador:

1. Cuestionario de Ingesta de Bebidas (Beverage Intake Questionnaire: BEVQ): fue desarrollado por Hedrick y cols.[12] en los Estados Unidos. El BEVQ fue creado para estimar la ingesta media de agua, bebidas azu-

Tabla I
Características de los biomarcadores de hidratación

Técnica de evaluación de la hidratación	*Fluido corporal implicado*
Dilución de isótopos estables	Todos (LEC y LIC)
Análisis por activación de neutrones	Todos
Espectroscopía de impedancia bioeléctrica	Indefinidos
Cambio de la masa corporal (a)	Todos
Osmolalidad plasmática (b)	LEC
Cambio del volumen plasmático (%)	Sangre
Osmolalidad urinaria	Orina excretada
Gravedad específica urinaria	Orina excretada
Conductividad urinaria	Orina excretada
Color de la orina	Orina excretada
Volumen de orina en 24 horas	Orina excretada
Velocidad del flujo salival, osmolalidad y proteínas totales en saliva	Saliva completa y mezclada
Índice de sed	Hipotálamo

Abreviaturas: LEC: líquido extracelular; LIC: líquido intracelular.
(a) Utilizando una báscula.
(b) Utilizando el método de descenso del punto crioscópico.
De Armstrong LE. Assessing hydration status: the elusive gold standard. *J Am Coll Nutr* 2007; 26 (5 Suppl.): 575S-584S.

caradas y el total de bebidas, a través de 19 categorías de bebidas más una sección abierta para "otras" bebidas no incluidas en el listado. Esta herramienta es un cuestionario cuantitativo de frecuencia alimentaria que permite medir la frecuencia de alimentos y las cantidades consumidas. Fue desarrollado para ser utilizado por investigadores y clínicos interesados en la evaluación de los patrones de consumo habitual de bebidas, sobre todo, en investigaciones a gran escala, en las que, las técnicas de recogida de ingesta dietética suelen no ser factibles. Se trata de un método rápido que recoge el consumo de bebidas y que podría utilizarse como parte de la evaluación nutricional en la atención primaria, la vigilancia y la evaluación en poblaciones. En el BEVQ, las bebidas fueron agrupadas según la energía y los macronutrientes contenidos, utilizando las tablas de composición de los alimentos existentes y un software de análisis nutricional[13]. Para evaluar correctamente las cantidades consumidas se utilizaron tamaños de porciones de bebidas estándar para los Estados Unidos (por ejemplo, lata de refresco de 12 onzas de litro, botellas de zumo/agua/refrescos de 20 onzas y medidas comunes para tazas, vasos de 4-6 onzas y copas de 8 onzas). Se trata de un cuestionario simple, de una sola página que incluye las unidades de bebidas más comúnmente consumidas, pero que además, permite marcar la frecuencia, donde indica "¿Con qué frecuencia?" y la unidad de tiempo, es decir, cuántas veces por día, donde indica "¿Cuánto cada vez?". Para obtener el promedio diario de consumo de bebidas en onzas de líquido, se debe multiplicar por la cantidad consumida. Para cada categoría de bebida se determinaron energía y gramos (por onza de líquido) utilizando las tablas locales de composición de alimentos[13]. La energía total y los gramos de cada bebida se determinaron multiplicando el número de onzas de líquido consumido por día por la energía y los gramos por onza de líquido de cada categoría.

2. Cuestionario de Balance Hídrico (Water Balance Questionnaire: WBQ): fue elaborado por Malisova y col.[4] en Grecia. El WBQ incluyó una serie de preguntas sobre a) el perfil de la persona; b) el consumo de alimentos sólidos y líquidos (CFA que incluyó 58 alimentos); c) el agua como bebida y la ingesta de bebidas; d) la actividad física; e) la sudoración; f) la orina y las excreciones fecales y g) las tendencias sobre la ingesta de líquidos y de agua, y se realizó un Registro de consumo de 3 días. Para evaluar el perfil del entrevistado, se incluyeron una serie de preguntas en relación con la edad, el género, los años de educación, la profesión y el estado de salud, enfatizando en la medicación y las enfermedades tales como la enfermedad renal, las infecciones del tracto urinario o la diabetes, las cuales que pueden afectar los niveles de hidratación. La evaluación incluía información sobre el estilo de vida del individuo, los hábitos de comer y de beber, los niveles de actividad física y las condiciones climáticas que pueden afectar el balance hídrico. Al lado de la comida o el líquido, la frecuencia de consumo se registró como "nunca", "una vez al mes", "1-3 veces al mes", "1-2 veces por semana", "3-6 veces por semana", "una vez al día" y "más de dos veces al día". Los hábitos de beber agua o bebidas fueron registrados en detalle buscando información cuantitativa sobre vasos, botellas o tazas consumidos por día. El nivel de actividad física se estimó a través del Cuestionario Internacional de Actividad Física[14] mientras que la duración de la actividad física se registró en tres niveles (Intensa, moderada y leve) o como sedentarios. Este cuestionario permite evaluar del balance hídrico desde la estimación de la ingesta de agua y la pérdida, a través de preguntas adecuadamente diseñadas. La ingesta de agua se refiere a la contenida en los alimentos sólidos y líquidos y al agua bebida[1]. Por lo tanto, depende de los hábitos al comer y beber de la persona. La pérdida de agua se refiere principalmente al agua excretada en la orina, las heces y la sudoración. Para la evaluación de la pérdida de agua se utilizó la auto-evaluación con la ayuda de una escala de puntuación. Este enfoque innovador se basó en el concepto reciente de que las escalas de puntos son importantes herramientas para la evaluación de las características de salud de un individuo cuando éstas son difíciles o no se pueden medir directamente[15]. Se consideran herramientas confiables y, por lo tanto, en los últimos años, se han convertido en parte rutinaria de la evaluación en las intervenciones y la planificación de la atención sanitaria. Sin embargo, la aplicación de una escala de puntos en la estimación de la pérdida de agua en la orina, las heces y el sudor implica la dificultad de cuantificarlos en los auto-registros, es decir, que la puntuación se corresponda con la escala de puntos en el volumen de agua. Esto se logró mediante la aceptación de que el rango de puntuación proporcionado en la escala de pun-

tos corresponde al rango de las pérdidas fisiológicas de agua en la orina, las heces o el sudor. Para la micción y la defecación se registró, además, la frecuencia. En la sección final del WBQ, fueron registradas las actitudes y tendencias sobre el consumo de líquidos, así como el conocimiento del participante de las ingestas recomendadas de agua para hombres y mujeres[4]. El WBQ ha demostrado ser una herramienta práctica para estimar el balance hídrico, ya que permite, en muestras relativamente amplias, la recopilación detallada de información sobre el balance hídrico. Sin embargo, la detección y la interpretación de las pérdidas de agua debe ser tratada con precaución debido a que el WBQ ha sido validado para el balance hídrico y para la ingesta de agua, pero no para la pérdida de agua[4]. Es importante señalar que, con esta herramienta de investigación, aún no ha sido posible sacar conclusiones sobre el estado de hidratación de la población. Esta limitación surge debido a que el umbral que limita el balance hídrico del WBQ para la euhidratación, la hiperhidratación y la deshidratación no ha sido establecido. En consecuencia, si tales umbrales fueran reconocidos, el WBQ sería un cuestionario suficientemente poderoso como para proporcionar información útil en relación con la hidratación de la población[16].

En el estudio de Hedrick y cols.[12], la correlación estimada con el BEVQ contra Usg usado como biomarcador fue negativa en las dos mediciones realizadas: la primera: $r = -0{,}202$, $p < 0{,}05$, fue obtenida cuando las personas bebieron $2{,}017 \pm 94$ ml y la segunda: $r = -0{,}238$, $p < 0{,}05$ obtenida cuando la muestra bebió $1{,}965 \pm 96$ ml.

El estudio de Malisova y cols.[4] informó que no hubo correlación estadísticamente significativa entre la ingesta de bebidas estimada a partir del WBQ contra Usg (-0,107, $p = 0{,}403$). Sin embargo, se obtuvieron correlaciones moderadas con los otros biomarcadores medidos (volumen urinario, color de orina, osmolalidad urinaria). Por otra parte, los resultados revelaron una alta validez del WBQ entre las mujeres ($n = 25$; correlación con osmolalidad urinaria: $r = 0{,}43$, $p = 0{,}004$; con volumen urinario: $r = 0{,}3$, $p = 0{,}04$ y con el color de la orina: $r = -0{,}35$, $p = 0{,}033$), pero no entre los varones ($n = 15$; todo ps > 0,05).

El CFA utilizado en el BEVQ del estudio de Hedrick y cols.[12] parece ser un mejor método de medición para evaluar la ingesta de bebidas que el Registro de consumo de 3 días utilizado en estudio de Malisova[4] cuando se compara con biomarcadores. Sin embargo, esta conclusión se basa sólo en las correlaciones globales encontradas entre el CFA y el Usg de dos estudios. Sin embargo, el WBQ del estudio del Malisova[4] parece ser un método más completo para evaluar el balance hídrico. Por lo tanto, hasta ahora, no existe un método de oro o biomarcador de oro.

Situación en España

En los últimos meses, hemos adaptado el cuestionario propuesto por Hedrick y cols.[12], a la población española y éste, está siendo probado en un grupo de 120 personas que participan en el estudio PREDIMED PLUS (www.predimedplus.com), hombres y mujeres de 56 o más años de edad, de las ciudades de Reus y Las Palmas (anexo 1). El objetivo de este cuestionario es evaluar el consumo de agua y bebidas en la población española y validarlo contra biomarcadores de hidratación, para obtener datos fiables sobre el consumo de bebidas, con el fin de determinar los patrones de consumo de las diferentes poblaciones. Para ello, vamos a analizar la osmolalidad urinaria, el Usg y el volumen total de orina de 24 horas. Los datos obtenidos a través del cuestionario serán correlacionados con los datos bioquímicos utilizando las correlaciones de Pearson o Spearman, y luego se establecerán los patrones de consumo.

Desarrollo de nuevas herramientas

Debido, en parte, a la mayor utilización y accesibilidad a la informática en múltiples escenarios[17] (es decir, en hogares, bibliotecas, iglesias, centros comunitarios de recreación, tiendas de alimentos, y escuelas)[18], en los últimos 10 años el uso de Internet y de equipos de evaluación en grandes estudios de investigación ha aumentado considerablemente[19,20]. El Instituto Nacional de Salud ha reconocido la necesidad de utilizar para la evaluación, métodos originales e innovadores que empleen los avances tecnológicos en la actividad física y en la evaluación de la dieta. Por ello, recientemente, han surgido evaluaciones informatizadas. Pero, hasta ahora, no hay consenso acerca de si una evaluación en papel es superior a una informatizada[21]. Las herramientas informáticas pueden proporcionar un medio alternativo para recoger y analizar datos y pueden ser atractivos para los profesionales e investigadores gracias a los beneficios que proponen. Evaluaciones administradas por ordenador pueden superar las dificultades que, a menudo, se asocian con las encuestas "en papel" ya que permiten la interacción entre dos vías de comunicación: por un lado el ordenador y por el otro el participante que recibe la evaluación a través de fotografías, videos, y textos con o sin audio[18]. Otras ventajas de los cuestionarios administrados por ordenador incluyen las respuestas más completas (es decir, provocan en las personas la respuesta a todas las preguntas), textos escritos y narrados, señales visuales de medidas de porciones, entrada de los datos y de la puntuación rápida e inmediata, disminución de errores de puntuación, aumento de la atención del participante, retroalimentación instantánea y una mayor capacidad de acceder a poblaciones poco estudiadas[20]. Adicionalmente, las evaluaciones informatizadas, permiten reducir el tiempo de administración del cuestionario, proporcionando sólo los datos e información pertinente para ese participante[18]. En poblaciones de pobre alfabetización, los cuestionarios informatizados pueden ser ventajosos ya que el texto puede ser narrado y las ayudas visuales pueden ser utilizadas, lo que puede reducir errores en la respuesta[18]. Otra ventaja potencial

ESTUDIO PREDIMED PLUS

CUESTIONARIO DE INGESTA DE BEBIDAS

Nodo | Paciente | Visita | Fecha Actual

Instrucciones:

Por favor indique su respuesta haciendo referencia al mes pasado.

Por cada tipo de bebida consumida, marque con un número la cantidad de veces al día o a la semana, y con una "X" el momento en que la bebió.

Por ejemplo, si usted bebió 2 vasos de vino por semana, marque en "veces", en la columna"a la semana" el número 2. Si se trata de una bebida que consume todos los días, por ejemplo agua, indique cuantas veces "al día", por ejemplo: 6 veces al día.

2. No cuente los líquidos utilizados en la cocina o en otras preparaciones, como por ejemplo al preparar una salsa o un postre casero.

3. Si consume el café con leche, márquelo en la categoría de bebidas "café con leche" y no en las categorías de leche.

4. Si realiza actividad física, recuerde incluir los líquidos ingeridos durante la práctica.

TIPO DE BEBIDA		FRECUENCIA DE CONSUMO											
		VECES			MOMENTO								
		NUNCA O CASI NUNCA	A LA SEMANA	AL DÍA	ANTES DEL DESAYUNO	CON EL DESAYUNO	ENTRE DES. Y COMIDA	CON LA COMIDA	ENTRE COMIDA Y CENA	CON LA CENA	DESPUÉS DE LA CENA	DURANTE LA NOCHE
Agua de grifo	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
Agua embotellada (con gas/ sin gas)	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
Zumos naturales de frutas	1 vaso: 200 cc											
Zumos envasados de frutas	1 vaso: 200 cc											
Zumos vegetales naturales (gazpacho, de tomate,...)	1 vaso: 200 cc											
Zumos vegetales envasados (gazpacho, de tomate,...)	1 vaso: 200 cc											
Leche entera	1 vaso o taza: 200 cc											
Leche semidesnatada	1 vaso o taza: 200cc											
Leche desnatada	1 vaso o taza: 200 cc											
Lácteos bebibles	1 botellín: 100 cc											
	1 botellín o 1 vaso: 200cc											
Batidos lácteos	1 vaso: 200 cc											
Bebidas vegetales (bebida de soja, almendras, almendrina...)	1 vaso: 200 cc											
Sopas y caldos	1 taza o plato: 200 cc											
Sorbetes, gelatinas	1 unidad: 120 cc											
Refrescos	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
	1 lata: 330 cc											
Refrescos Light /Zero	1 lata: 330 cc											
	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
Café sólo o cortado con azúcar	1 taza: 30-50 cc											
Café sólo o cortado sin azúcar, con/sin edulcorante artificial	1 taza: 30-50 cc											
Café con leche o americano y azúcar	1 taza: 125 cc											
Café con leche o americano sin azúcar, con/ sin edulcorante artificial	1 taza: 125 cc											
Té con azúcar	1 taza: 200 cc											
Té sin azúcar, con/sin edulcorante artificial	1 taza: 200 cc											
Otras infusiones con azúcar	1 taza: 200 cc											
Otras infusiones sin azúcar	1 taza: 200 cc											
Cerveza, Sidra	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
	1 lata: 330 cc											
Cerveza sin alcohol o Light	1 lata: 330 cc											
	1 botellín o 1 vaso: 200 cc											
Vino (tinto, rosado o blanco), cava	1 vaso: 120 cc											
Bebidas alcohólicas de alta graduación (whisky, ron, vodka, ginebra)	1 copa 50 cc											
Bebidas alcohólicas combinadas (cubata, gintonic, piña colada, daikiri, otras)	1 vaso: 200 cc											
Bebidas energéticas (Red Bull, Burn,...)	1 vaso: 200 cc											
Bebidas para deportistas/isotónicas	1 vaso: 200 cc											
	1 lata: 330 cc											
Batidos sustitutivos de comidas/híper proteicos	1 vaso: 200 cc											
Otros (especifique):												

es que permite reducir el sesgo que se produce cuando el entrevistado se siente intimidado en la respuesta, aunque es necesario investigación adicional para abordar esta posibilidad[18,22,23]. Sin embargo, aún no está claro si características de edición tales como el tamaño de la fuente, la longitud de la línea, o la cantidad de información visible en la pantalla pueden influir en el rendimiento del usuario[24].

Investigaciones anteriores han demostrado la fiabilidad y validez del cuestionario en papel auto-administrado que evalúa la ingesta habitual de bebidas (BEVQ-15)[25]. Hasta donde conocemos, existen cuestionarios de ingesta no informatizados. Recientemente se ha desarrollado un Registro de 24 horas auto-administrado[26], informatizado que contiene preguntas sobre ingesta de bebidas. Sin embargo, los resultados sobre su validez y su utilización aún no se han publicado[27].

Utilizando el cuestionario de bebidas de Hedrick y cols. (BEVQ-15) se realizó un estudio piloto para evaluar la validez y fiabilidad de un modelo multimedia interactivo (IMM)[25] para compararlo con la versión en papel auto-administrada (PP). El estudio mostró que el IMM parece ser un modelo válido y fiable para evaluar la ingesta habitual de bebidas, aunque aún falta familiarización con el software, lo que seguramente podría aumentar la precisión de las respuestas.

Un estudio similar fue desarrollado por Smith y cols.[28] en China, pero en este caso se empleó la tecnología Smartphone para la evaluación de la ingesta de bebidas. Smartphone ofrece una nueva y prometedora manera de registrar el consumo de bebidas, ya que los participantes pueden capturar fácilmente imágenes de bebidas antes de consumirlas[29]. En particular, los registros de vídeo proporcionan una mayor capacidad para ver todos los productos alimenticios en una foto, y, también puede abarcar el registro de voz, lo que permite a los participantes describir los alimentos o bebidas consumidos. Estos videos y registros de voz pueden utilizarse durante el registro de 24 horas como memoria rápida y permitir la estimación del tamaño de la porción, mejorando la exactitud del registro[30]. Además, el estudio empleó la Evaluación Ecológica Momentánea (EMA), una forma de evaluación periódica que solicita a los participantes grabar las bebidas que recientemente han consumido[31], lo que reduce aún más la probabilidad de omisión. Los objetivos de este estudio fueron: 1) comparar los datos obtenidos del consumo de bebidas mediante un Recordatorio de 24 horas durante 3 días, asistido por un Smartphone (SA-24R) vs. datos de bebidas recolectados a través del registro escrito con ayuda del Recordatorio de 24 horas (WA-24R) y 2) validar, en un pequeño subgrupo, la medida en que cada método de recordatorio estima la ingesta total de bebidas basándose en la correlación con el volumen total urinario medido en muestras de orina de 24 horas. Para este estudio, también el BEVQ del estudio de Hedrick y col.[25] fue utilizado. Las categorías de bebidas fueron adaptadas desde un cuestionario de bebidas local, validado con un panel de expertos sobre las bebidas que más comúnmente se consumen en China. En este estudio, el SA-24R y el WA-24R mostraron correlación moderada entre los líquidos ingeridos reportados y la producción total de orina. Las correlaciones entre los dos métodos mostraron correlación moderada en todas las categorías de bebidas, con un rango de correlación de Spearman promedio de 0,42. A pesar de estas correlaciones moderadas, la ingesta media de bebidas fue significativamente menor 222 g/día en el SA-24R en comparación con el WA-24R. En este caso, el uso de las nuevas tecnologías (SA-24R) no parece mejorar la cuantificación de ingesta de bebidas en comparación con el clásico registro escrito (WA-24R) en la población China.

Se requiere más investigación para entender el método óptimo de recogida de información sobre el consumo de bebidas en el entorno de una alimentación dinámica.

Conclusión

La metodología para valorar el consumo de bebidas en estudios poblacionales sigue siendo un tema controvertido para la mayoría de los investigadores. Existen pocos estudios validados y reproducibles por lo que todavía no se dispone de un método ideal (corto, fácil de administrar, económico y preciso). Sidossi[32] argumenta que la metodología ideal no existe hasta el momento, pero que sí existen métodos validados (Recordatorio de 24 horas y Cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos) que, acompañados de un programa informático sobre composición de los alimentos resultan ser aceptables y fiables para la evaluación de la ingesta de bebidas[32]. Claramente, esta es un área de interés científico que todavía está en desarrollo, pero parece ser muy prometedora para mejorar la investigación sanitaria.

Agradecimientos

Mariela Nissensohn y Lluis Serra Majem, contribuyeron en el diseño del manuscrito. Lluis Serra-Majem y Marisa López-Ufano prepararon el esquema principal del manuscrito. Mariela Nissensohn and Itandehui Castro-Quezada seleccionaron los datos. Mariela Nissensohn escribió el manuscrito. Todos los autores contribuyeron a la preparación del manuscrito final.

Conflictos de intereses

Ni Marisa López-Ufano ni Itandehui Castro- Quezada informaron tener conflictos de intereses. Mariela Nissensohn recibió una beca del Instituto de Hidratación Europeo a través de la Fundación Canaria Parque de las Ciencias y la Tecnología de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Lluis Serra-Majem pertenece al Comité Científico del Instituto de Hidratación Europeo.

Referencias

1. European Food Safety Authority, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies. Parma, Italy 2010. Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA* J 8:1459, 48 pp.
2. Welch K Fluid balance. *Learning Disability Practice* 2010; 13: 6, 33-38.
3. Przyrembel H. *Energiedichte der Nahrung: Welche Rolle spielen Kohlenhydrate? Aktuelle Erna¨hrungsmedizin* 2006; 31: 28-36.
4. Malisova O, Bountziouka V, Panagiotakos DB, Zampelas A, Kapsokefalou M. The water balance questionnaire: design, reliability and validity of a questionnaire to evaluate water balance in the general population. *Int J Food Sci Nutr* 2012; 63 (2): 138-44.
5. Marshall TA, Eichenberger Gilmore JM, Broffitt B, Levy SM, Stumbo PJ. Relative validation of a beverage frequency questionnaire in children ages 6 months through 5 years using 3-day food and beverage diaries. *J Am Diet Assoc* 2003; 103: 714-20.
6. Fulgoni VL. Limitations of data on fluid intake. *J Am Coll Nutr* 2007; 26 (5 Suppl.): 588S-591S.
7. Nissensohn M, Castro-Quezada I, Serra-Majem L. Beverage and water intake of healthy adults in some European countries. *Int J Food Sci Nutr* 2013; 64 (7): 801-5.
8. Hardin DS. Validating dietary intake with biochemical markers. *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1698-9.
9. Kabagambe EK, Baylin A, Allan DA, Siles X, Spiegelman D, Campos H. Application of the method of triads to evaluate the performance of food frequency questionnaires and biomarkers as indicators of long-term dietary intake. *Am J Epidemiol* 2001; 154: 1126-35.
10. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, Riebe D. Urinary indices of hydration status. *Int J Sport Nutrition* 1994; 4: 265-79.
11. Nissensohn M, Ruano C, Serra-Majem L.Validation of beverage intake methods vs. hydration biomarkers; a short review. *Nutr Hosp* 2013; 28 (6): 1815-9.
12. Hedrick VE, Comber DL, Estabrooks PA, Savla J, Davy BM. The beverage intake questionnaire: determining initial validity and reliability. *J Am Diet Assoc* 2010; 110 (8): 1227-32.
13. Pennington, J; Bowes, ADP.; Church, HN. Bowes & Church's Food Values of Portions Commonly Used. 17th ed. *Lippincott Williams & Wilkins* 1998.
14. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve A, Sallis JF, Oja P. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med. *Sci. Sports Exerc* 2003; 35: 1381-95.
15. Panagiotakos D. Health measurement scales: methodological issues. *Open Cardiovasc. Med J* 2009; 23 (3): 160-5.
16. Malisova O, Bountziouka V, Panagiotakos D , Zampelas A, Kapsokefalou M. Evaluation of seasonality on total water intake, water loss and water balance in the general population in Greece. *J Hum Nutr Diet* 2013; 26 (Suppl. 1): 90-6.
17. Riebl SK, Paone AC, Hedrick VE, Zoellner JM, Estabrooks PA, Davy BM. The comparative validity of interactive multimedia questionnaires to paper-administered questionnaires for beverage intake and physical activity: pilot study. *JMIR Res Protoc* 2013 22; 2 (2): e40.
18. Jantz C, Anderson J, Gould SM. Using computer-based assessments to evaluate interactive multimedia nutrition education among low-income predominantly Hispanic participants. *J Nutr Educ Behav* 2002; 34 (5): 252-60.
19. Ekman A, Dickman PW, Klint A, Weiderpass E, Litton JE. Feasibility of using web-based questionnaires in large population-based epidemiological studies. *Eur J Epidemiol* 2006; 21 (2): 103-11.
20. Ekman A, Litton JE. New times, new needs; e-epidemiology. *Eur J Epidemiol* 2007; 22 (5): 285-92.
21. Noyes JM, Garland KJ. Computer-vs. paper-based tasks: are they equivalent? *Ergonomics* 2008; 51 (9): 1352-75.
22. Ekman A, Klint A, Dickman PW, Adami HO, Litton JE. Optimizing the design of web-based questionnaires-experience from a population-based study among 50,000 women. *Eur J Epidemiol* 2007; 22 (5): 293-300.
23. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemiol* 2012; 41 (4): 1187-203.
24. Clariana R, Wallace P. Paper-based versus computer-based assessment: key factors associated with the test mode effect. *Br J Educ Technol* 2002; 33 (5): 593-602.
25. Hedrick VE, Savla J, Comber DL, Flack KD, Estabrooks PA, Nsiah-Kumi PA, Ortmeier S, Davy BM. Development of a brief questionnaire to assess habitual beverage intake (BEVQ-15): sugar-sweetened beverages and total beverage energy intake. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112 (6): 840-9.
26. National Cancer Institute. *Applied Research: Cancer Control and Population Sciences* 2013. ASA24 Automated Self-administered 24-hour Recall URL: http://appliedresearch.cancer. gov/tools/instruments/asa24/ [accessed 2013-10-05].
27. Subar AF, Kirkpatrick SI, Mittl B, Zimmerman TP, Thompson FE, Bingley C et al. The Automated Self-Administered 24- hour dietary recall (ASA24): a resource for researchers, clinicians, and educators from the National Cancer Institute. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112 (8): 1134-7.
28. Smith LP, Hua J, Seto E, Du S, Zang J, Zou S, Popkin BM, Mendez MA. Development and validity of a 3-day smartphone assisted 24-hour recall to assess beverage consumption in a Chinese population: a randomized cross-over study. *Asia Pac J Clin Nutr* 2014; 23 (4): 678-90.
29. Winter J, Boushey C. Workshop 1: use of technology in dietary assessment. *Eur J Clin Nutr* 2009; S75-S77.
30. Lazarte CE, Encinas ME, Alegre C, Granfeldt Y. Validation of digital photographs, as a tool in 24-h recall, for the improvement of dietary assessment among rural populations in developing countries. *Nutrition Journal* 2012; 1: 61.
31. Stone AA, Shiffman S. Ecological momentary assessment (EMA) in behavorial medicine. *Ann Behav Med* 1994; 3: 199-202.
32. Sidossis LS. Assessment of energy expenditure and energy intake in children: is it possible? *Curr Op Clin Nutr Metab Care* 2003; 6 (5): 499.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):66-71
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5053

Estimación del consumo de bebidas no alcohólicas, sodio, suplementos y aceite

María Luisa López Díaz-Ufano

Universidad Europea de Madrid (UEM) y Servicio Madrileño de Salud (SERMAS). Madrid. España.

Resumen

El interés por el tipo y la cantidad de bebidas no alcohólicas, sodio, suplementos y aceite consumidos no es nuevo, y numerosos enfoques se han utilizado para evaluarla, pero la validez de estos enfoques no se ha establecido correctamente.

Las necesidades de líquidos varían dependiendo de la dieta, de la actividad física realizada, de la temperatura ambiental, de la humedad, etc. La variedad de bebidas en la dieta puede contribuir a incrementar la ingesta de micronutrientes: vitaminas, antioxidantes, minerales.

Los riesgos asociados al elevado consumo de sodio son: aumento de hipertensión arterial, deterior endotelial vascular, desmineralización ósea, enfermedad renal, cáncer de estómago. Los avances en salud, investigación, educación, etc. llevan a un creciente consumo de suplementos alimenticios. El aceite de oliva representa uno de los pilares básicos de la Dieta Mediterránea y su presencia habitual en la alimentación garantiza un adecuado aporte de algunos nutrientes importantes, no sólo ácido oleico y linoleico, si no también tocoferoles, fitoesteroles y compuestos fenólicos.

Los biomarcadores de ingesta permiten evaluar objetivamente la ingesta dietética sin el sesgo producido por los errores del auto-reporte. Además permiten superar el problema de la variabilidad intra-individual. Algunos métodos para medir ingesta alimentaria utilizan biomarcadores para validar los datos que recoge. Los marcadores biológicos ofrecen ventajas y son capaces de mejorar las estimaciones de la evaluación de ingesta dietética. Sin embargo, existen muy pocos estudios que examinen sistemáticamente la correlación entre la ingesta de bebidas y los biomarcadores de hidratación en diferentes poblaciones.

Conclusión: Aún no existe, en población general, un cuestionario estandarizado desarrollado como herramienta de investigación para la evaluación de la ingesta de bebidas no alcohólicas, sodio, suplementos y aceite. El uso de información de diferentes fuentes y diferentes características metodológicas plantea problemas de comparabilidad entre estudios. En Europa los estudios epidemiológicos actuales son escasos.

Palabras clave: *Sodio. Suplementos. Aceite. Biomarcadores, Consumo de bebidas.*

CONSUMPTION ESTIMATION OF NON ALCOHOLIC BEVERAGES, SODIUM, FOOD SUPPLEMENTS AND OIL

Abstract

The interest in the type and quantity of non alcoholic beverage, sodium, food supplements and oil consumption is not new, and numerous approaches have been used to assess beverage intake, but the validity of these approaches has not been well established.

The need to intake liquids varies depending on the diet, the physical activity carried out, the environmental temperature, the humidity, etc. The variety of beverages in the diet can contribute to increasing the micro nutrient intake: vitamins, antioxidants, minerals.

Risks associated to high sodium consumption are: an increase in high blood pressure, vascular endothelial deterioration, bone demineralisation, kidney disease, stomach cancer. Progress in health, investigation, education, etc. are leading to an increase in food supplement consumption. Olive oil represents one of the basic pillars of the Mediterranean diet and its normal presence in nutrition guarantees an adequate content of some important nutrients; not only oleic acid and linoleic acid but also tocopherols, phytoesterols and phenolic compounds.

Biomarkers of intake are able to objectively assess dietary intake/status without the bias of self-reported dietary intake errors and also overcome the problem of intra-individual diet variability. Furthermore, some methods of of measuring dietary intake used biomarkers to validate the data it collects. Biological markers may offer advantages and be able to improve the estimates of dietary intake assessment, which impact into the statistical power of the study. There is a surprising paucity of studies that systematically examine the correlation of beverages intake and hydration biomarker in different populations.

Conclusion: There is no standardized questionnaire developed as a research tool for the evaluation of non alcoholic beverages, sodium, food supplements and oil intake in the general population. Sometimes, the information comes from different sources or from different methodological characteristics which raises problems of the comparability. In the European Union, current epidemiological studies are scarce.

Key words: *Sodium. Food supplements. Oil. Biomarkers. Beverage assessment.*

Correspondencia: María Luisa López Díaz-Ufano.
Universidad Europea de Madrid (UEM) y
Servicio Madrileño de Salud (SERMAS).
Madrid. España.
E-mail: marisalopezdiaz@telefonica.net

Introducción

Para conocer el consumo alimentario individual o de un grupo de población se dispone de unos instrumentos denominados encuestas alimentarias que estiman el consumo durante un período de tiempo determinado. No existe un método ideal que valore de forma exacta la ingesta alimentaria. Los métodos de valoración que se utilizan estiman la ingesta con diferentes grados de exactitud.

Los métodos individuales de valoración del consumo alimentario permiten relacionar la dieta con otras variables de la persona, como por ejemplo la edad, el sexo, la situación económica, los estilos de vida, situación nutricional a nivel bioquímico, el estado de salud, etc.

Es importante conocer las características de los tipos de cuestionarios más utilizados, sus posibilidades de aplicación y sus limitaciones.

La tabla I resume las principales características, aplicaciones y las limitaciones de los diferentes métodos de evaluación del consumo de alimentos.

La elección de un método de valoración del consumo de alimentos dependerá principalmente de los objetivos deseados.

En el año 1993 expertos en estudios de alimentación y nutrición, reunidos por la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo, llegaron al consenso de recomendar, para los estudios de valoración del consumo individual en la población española, utilizar el método de 24 horas durante 2 o 3 días no consecuti-

Tabla I
Métodos de valoración del consumo alimentario individual

	Características y aplicaciones	*Limitaciones*
Registro alimentario	– Estima la ingesta real de forma cuantitativa. Al aumentar el número de días, la estimación se aproxima a la ingesta habitual. – Útil en estudios epidemiológicos y para el consejo dietético. – La precisión del cuestionario aumenta desde el registro por estimación, al de pesada al de doble pesada con análisis químico.	– Requiere buena colaboración del participante. Debe saber leer y escribir. – Tanto la colaboración del participante como el coste del método y la modificación del patrón de consumo que produce, aumentan desde el método de registro por estimación, pasando por el de pesada hasta el de doble pesada con análisis químico.
Recordatorio de 24 h	– Estima la ingesta real de forma cuantitativa. Al aumentar el número de días, la estimación se aproxima a la ingesta habitual. – Útil en estudios epidemiológicos y para el consejo nutricional. – Rápido, barato y fácil de utilizar. – Facilita la alta colaboración. – No modifica el patrón de consumo. – Puede utilizarse en sujetos analfabetos.	– Fallos de memoria. Dificultad en ancianos y niños. – Dificultad de cuantificar el tamaño de la ración consumida.
Historia dietética	– Estima la ingesta real de forma cuantitativa. – Útil en estudios epidemiológicos y para el consejo dietético. – No modifica el patrón de consumo. – Puede utilizarse en sujetos analfabetos	– Largo y costoso. – Encuestadores expertos.
Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos	– Estima cualitativamente la ingesta habitual por grupos de alimentos. Puede cuantificar raciones de consumo habitual. – Útil en estudios epidemiológicos para clasificar a los sujetos por categorías de consumo y para el consejo dietético. – Rápido y sencillo. – No modifica el patrón de consumo. No requiere encuestadores entrenados. – Bajo coste de aplicación.	– Menor precisión que los métodos cuantitativos. – Difícil en niños, ancianos y sujetos de bajo nivel intelectual. – Requiere memoria. – Es cualitativo o semicuantitativo. – Requiere validación del cuestionario previa a su utilización. – Coste elevado.
Métodos rápidos	– Identifican hábitos de consumo. – Útiles para la detección de consumo de riesgo, adhesión a una dieta. – Muy fácil aplicación. – Bajo coste.	– Menor precisión que los métodos anteriores.
Métodos bioquímicos para valorar la ingesta	– Aporta información objetiva y directa de la disponibilidad de un nutriente.	– No informa de la dieta global. No todos los nutrientes tienen un buen marcador bioquímico.

Tabla II
Ejemplo de cuestionario de frecuencia de alimentos para evaluar el consumo de bebidas

Bebidas	*Nunca o casi nunca*	*Al mes*	*A la semana*			*Al día*			
		1-3	*1*	*2-4*	*5-6*	*1*	*2-3*	*4-6*	*+6*
Agua de grifo Agua embotellada (con gas o sin gas) Agua mineral Agua manantial (1 vaso = 200 cc)									
Zumos naturales (naranja u otros) Zumos de frutas envasados Zumos vegetales naturales Zumos vegetales envasados (1 lata = 330 cc)									
Leche entera Leche semidesnatada Leche desnatada Bebida de soja (1 vaso = 200 cc)									
Refrescos Refrescos light/zero (1 lata = 330 cc)									
Café sólo o cortado con azúcar Café sólo o cortado sin azúcar (1 taza = 30 cc) Café con leche con azúcar Café con leche sin azúcar (1 taza = 200 cc)									
Té con azúcar Té sin azúcar Otras infusiones (1 taza = 200 cc)									
Sopas y caldos (1 plato = 250 cc)									
Mosto (1 vaso = 200 cc)									
Cerveza sin alcohol (1 botellín = 200 cc) Cerveza (1 lata = 330 cc)									
Sidra (1 vaso = 200 cc)									

vos. Y este método se puede completar con un cuestionario de consumo de alimentos.

Estimación del consumo de bebidas no alcohólicas

Las necesidades de líquidos varían dependiendo de la dieta, de la actividad física realizada, de la temperatura ambiental, de la humedad, etc.

Es esencial el reponer las pérdidas de agua y de sales para mantener un nivel de hidratación adecuado y un buen estado de salud. Los alimentos aportan entre el 20% y el 25% de la ingesta total de agua, mientras que las bebidas representan el restante 75-80%.

La variedad de bebidas en la dieta puede contribuir a incrementar la ingesta de micronutrientes: vitaminas, antioxidantes, minerales, etc.

A la hora de valorar el consumo de bebidas hay que tener en cuenta de qué clase son: Por un lado tenemos el agua no envasada (tendrán diferentes tratamientos para obtener la calidad necesaria para el consumo humano y que va a depender de las diferentes regiones geográficas); agua envasada (que se clasifican en aguas minerales naturales, aguas de manantial y aguas preparadas); zumos (naturales o no, de vegetales); leche (entera, semidesnatada, desnatada, enriquecida); batidos lácteos; refrescos (light/zero); café (con leche o no, con azúcar o no, con edulcorante); té (con azúcar o no, con edulcorante, con leche); otras infusiones (con o sin azúcar); cerveza (con o sin alcohol); sidra, sopas, caldos, bebidas energéticas (tabla II).

Para la estimación de la ingesta se puede utilizar registros como en el siguiente cuestionario:

Una vez realizado el registro de la cantidad consumida (método de 24 horas durante 2 o 3 días consecutivos, completado con el registro de alimentos consumidos) debemos de consultar el etiquetado específico de cada uno de ellos para conocer el contenido en micronutrientes y así poder calcular la ingesta de éstos.

Si lo que buscamos es valorar el grado de hidratación del individuo se puede realizar mediante:

- Técnicas de dilución.
- Impedancia bioeléctrica.

- Indicadores de plasma.
- Indicadores en la orina.
- Cambios en el peso corporal.
- Pérdida de agua.
- Clínica.

1. Técnicas de dilución. Utilizan marcadores. Permiten medir de manera directa el estado de hidratación. Son muy exactas. Problemas: El indicador debe estar distribuido uniformemente, es necesario conocer la excreción o degradación metabólica de la sustancia indicadora, el marcador debe ser de fácil medición, no tóxico y no debe alterar la distribución del agua del cuerpo. Los requisitos técnicos y el alto coste hace que sean técnicas poco usadas.

2. Impedancia bioeléctrica. Existen diferentes tipos de análisis de impedancia bioeléctrica (AIB): AIB unifrecuencia, AIB multifrecuencia y Espectroscopia de impedancia bioeléctrica (EIB). Los factores que pueden afectar la fiabilidad de la impedancia son: configuración y posición de los electrodos; frecuencia eléctrica; posición del cuerpo; temperatura externa e interna; sudoración; ejercicio previo; cambios hormonales; hamatocrito; distribución de la grasa corporal y objetos metátilicos (prótesis, marcapasos, etc.)

3. Indicadores en plasma: Osmolalidad plasmática: 280 moms/litro; Volumen plasmático; Sodio; Otros: Hematocrito, Potasio, Adrenalina, Noradrenalina, Cortisol, Aldosterona, Nitrógeno ureico sanguíneo (BUN), Relación de BUN/creatinina, testosterona.

4. Indicadores en la orina. Osmolaridad de la orina (partículas/kg de agua), Osmolaridad (partículas/litro de solución), Volumen de orina*:* deshitración cuando hay eliminación de < 30ml/h, y volumen mayor a 300-600 ml/h indica que hay una ingesta excesiva de líquidos.

5. Cambios en el peso corporal. Es un marcador fiable, válido, preciso, rápido y barato. Muy utilizado en el deporte. Si la pérdida es de un 5% del peso corporal, los signos clínicos dependen de la pérdida de líquido intersticial (ojos hundidos, sequedad de mucosas, fontanelas hundidas); si la pérdida está entre 5-10% del peso corporal, los signos clínicos dependen del déficit intersticial más déficit de líquido intravascular (letargia, taquicardia, presión arterial baja, disminución de la diuresis); y por último si la pérdida de peso corporal está entre el 10-15% del peso corporal, los signos clínicos se deberán a la depleción hídrica de los espacios intersticial e intravascular (hipotensión, oliguria, pulso rápido, etc.).

6. Pérdida de agua. Para valora la hidratación en un individuo hay que tener en cuenta las pérdidas mínimas diarias de agua y su producción (tabla III).

7. Clínica. Síntomas: Boca reseca, mareo, vértigo, ausencia de producción de lágrimas, ojos hundidos, fontanelas hundidas (en bebés), letargia.

Signos: Presión sanguínea baja, hipotensión ortoestática, taquicardia, pulso filiforme, signo del pliegue en piel, demora en el llenado capilar, shock.

Tabla III
Estimación de las pérdidas mínimas diarias de agua y su producción

Fuente	*Pérdidas (cc)*	*Producción (cc)*
Pérdidas respiratorias	-250 / -350	
Pérdidas urinarias	-500 / -1000	
Pérdidas fecales	-100 / -200	
Pérdidas inconscientes	-450 / -1900	
Producción metabólicas		+ 250 / + 350
Total	-1300 / -3450	+ 250 / + 350
Pérdidas netas	-1050 / -3100	

Estimación del consumo de sodio

Las necesidades fisiológicas de consumo de sodio varían según la edad, sexo, peso, estado fisiológico (crecimiento, embarazo, lactancia), nivel de actividad física, etc. También influye las condiciones ambientales (climas calurosos), determinados tipos de trabajo (panaderos, fogoneros) y en situaciones patológicas (diarreas, vómitos).

Los riesgos asociados al elevado consumo de sodio son: aumento de hipertensión arterial, deterior endotelial vascular, desmineralización ósea, enfermedad renal, cáncer de estómago.

La OMS, recomienda para la población sana el consumo medio de 5g de sal al día. *Sal = sodio (gramos) x 2.5 -multiplicar 2,5 por el contenido de gramos de sodio que indica la etiqueta del alimento-*. Sin embargo, conocer la ingesta de sodio no es fácil, puesto que existen dificultad de conocer cuánta cantidad de sal se añade a la hora de cocinar y existen algunos alimentos que no están bien etiquetados.

Para poder estimar cuánto sodio es el ingerido se debe preguntar si nunca añade sal, o si siempre añade sal, si añade que tipo de sal (yodada o no).

La medición de la excreción de sodio por orina (orina 24 horas) es el parámetro bioquímico objetivo para saber cuánto sodio se ha ingerido, ya que todo el que se ingiere se elimina por la orina. Para adultos, los valores normales de sodio en la orina son de 20 mEq/l/día.

Estimación del consumo de suplementos

Los avances en salud, investigación, educación, etc. llevan a un creciente consumo de suplementos alimenticios.

Las vitaminas son sustancias orgánicas de estructura química diversa que el organismo humano no es capaz de sintetizar, por lo que necesita su aporte exógeno en pequeñas cantidades, generalmente a partir de la dieta, con la excepción de la vitamina D, de síntesis endógena bajo la influencia de las luz ultravioleta. Las vitaminas son esenciales para el mantenimiento de muchas funciones metabólicas. Su falta o deficiencia en la dieta provoca estados carenciales o hipovitaminosis. Aunque difieren en su estructura y función, se clasifican, según su solubilidad, en hidrosolubles y liposolubles.

Tabla IV
Ejemplo de cuestionario de frecuencia de alimentos para evaluar el consumo de suplementos

Suplementos	*Nunca o casi nunca*	*Al mes*	*A la semana*			*Al día*			
		1-3	*1*	*2-4*	*5-6*	*1*	*2-3*	*4-6*	*+6*
Marcas de los suplementos de vitaminas o minerales o de los productos dietéticos									

Los minerales tienen numerosas funciones en el organismo humano, suponen el 4% del peso corporal. La cantidad de un elemento mineral presente en el organismo no es índice de su importancia funcional, así el cobre, cinc o yodo presentes en cantidades muy pequeñas desempeñan funciones vitales. La mayoría de los minerales se encuentran en cualquier alimentación equilibrada.

Sus estados carenciales suelen estar ligados a los procesos de industrialización de alimentos, su preparación, dietas desequilibradas, aumento de necesidades, interacciones con medicamentos y/o mala absorción intestinal.

Para la estimación de su consumo se puede utilizar cuestionarios del tipo mostrado en la tabla IV.

Una vez realizado el registro de la cantidad consumida (método de 24 horas durante 2 o 3 días consecutivos, completado con el registro de alimentos consumidos) debemos de consultar el etiquetado específico de cada uno de ellos para conocer el contenido en micronutrientes y así poder calcular la ingesta de éstos.

Para la estimación de su consumo los parámetros bioquímicos son los indicadores más precisos, específicos y sensibles que los métodos (cuestionarios) de valoración de consumo. Las muestras que con mayor frecuencia se utilizan son la sangre y la orina, aunque en algunas ocasiones se emplean también: lágrimas, pelo, saliva, uñas, tejidos, etc. Especialmente las muestras de pelo y uñas se han empleado para la valoración de la situación nutricional en minerales y elementos traza.

En general, la valoración de la ingesta de vitaminas podría hacerse valorando sus niveles séricos. Aunque lo ideal es poder utilizar un parámetro funcional, por ejemplo valorando la actividad enzimática de algún proceso metabólico en el que intervenga la vitamina.

Vitamina A: Su deficiencia podría determinarse por signos clínicos (Xeroftalmia y Ceguera nocturna). Como parámetro bioquímico, se puede determinar los niveles de retinol en plasma o de su proteína transportadora (RBT).

Vitamina D: Para conocer su situación nutricional se mide los niveles de 25-hidroxi-colecalciferol en plasma.

Vitamina E: Se dispone de los siguientes parámetros bioquímicos para conocer sus niveles:

- Niveles plasmáticos de tocoferol: se aconseja expresar los niveles como mg de tocoferol por g de lípidos séricos totales.
- Niveles de tocoferol en eritrocitos o plaquetas.
- Grado de hemólisis de los glóbulos rojos: Más de un 20% de hemólisis de las células son indicadores de deficiencia de vitamina.

Vitamina K: El criterio clásico de la evaluación del estado nutricional es la determinación del tiempo de protrombina.

Vitamina C: Sus niveles en suero se pueden determinar fácilmente. Niveles por debajo de 0,1 mg/dl se considera deficiente. No guarda relación con la aparición de signos clínicos de escorbuto. La determinación de niveles de vitamina C en los leucocitos es algo más complicada pero guarda una correlación más directa con sus niveles en tejidos. Valores por debajo de 20mg/dl indican deficiencia. Tras 120 días de una alimentación deficitaria, los almacenes pueden llegar a agotarse.

Complejo vitamínico B: Existen diferentes parámetros específicos para cada una de ellas, que utilizaremos según lo que estemos investigando. También hay alteraciones hematológicas, como la hipersegmentación de los neutrófilos, y en el último estadio de la deficiencia se produce anemia megaloblástica.

Para la valoración de los minerales se dispone de métodos directos de valoración midiendo sus niveles en plasma o células sanguíneas. También se puede valorar de forma indirecta su situación nutricional valorando la actividad de las enzimas de las que forman parte.

Hierro: No hay un parámetro único que diagnostique con gran sensibilidad y especificidad la deficiencia de hierro, se emplean conjuntamente. Se debe valorara la ferritina sérica (indicador precoz de la depleción de hierro, mide sus depósitos, sus valores son deficitarios por debajo de 12ng/ml en adultos); también la transferrina (niveles séricos, capacidad de fijación del hierro, porcentaje de saturación) y la protoporfirina eritrocitaria (percursor de la hemoglobina). La sideremia está sujeta a numerosas fluctuaciones, incluso varía mucho en un mismo individuo a lo largo del día.

Zinc: Se puede determinar sus niveles plasmáticos, los niveles de zinc en glóbulos rojos y la metalotioneína eritrocitaria.

Cobre: Para poder evaluar la deficiencia de este mineral se puede determinar: niveles de cobre en plasma, eritrocitos y/o leucocitos, niveles de proteínas que se unen al cobre (ceruloplasmina en suero o metalotioneína en eritrocitos) y la actividad de enzimas dependientes del cobre (citocromooxidasa, superóxido dismutasa).

Tabla V
Ejemplo de cuestionario de frecuencia de alimentos para evaluar el consumo de aceite

Aceite	*Nunca o casi nunca*	*Al mes*	*A la semana*			*Al día*			
		1-3	*1*	*2-4*	*5-6*	*1*	*2-3*	*4-6*	*+6*
Aceite de maíz (1 cucharada sopera = 15 cc o 12 g)									
Aceite de girasol									
Aceite de soja									
Aceite de oliva virgen									
Aceite de oliva extravirgen									
Aceite de oliva primera prensada									

Selenio: Los niveles séricos de selenio son reflejo de las ingestas recientes del mineral. Se ha empleado los niveles en uñas y pelo como indicadores de la ingesta a largo plazo. Con los niveles de selenio en el pelo hay que tener precaución debido a que muchos champúes lo contienen. La actividad de la glutatión peroxidasa se ve afectada cuando hay deficiencia de selenio.

La excreción urinaria de vitaminas y minerales aumenta a medida que lo hace su ingesta, y disminuye si hay déficit. En muchas ocasiones es el método principal de evaluación del estado nutricional. En general los niveles urinarios se expresan por mg de creatinina excretada. Las vitaminas liposolubles no pueden determinarse en orina al no ser solubles en agua, a excepción de la vitamina K cuyo metabolito el ácido gamma-carboxi-glutámico se elimina por la orina.

Los test de sobrecarga también nos permiten valorar la situación nutricional en vitaminas y minerales. La cantidad eliminada es proporcional al exceso del nutriente en el organismo. Para detectar la deficiencia de vitamina B_6 se realiza test de sobrecarga de triptófano; para la deficiencia de folato el test de sobrecarga de histidina y el test de sobrecarga de valina y de histidina para el déficit de vitamina B_{12}.

Estimación del consumo de aceite

Los aceites se pueden subdividir en saturados (coco, palma), monoinsaturados (oliva) y poliinsaturados (maíz, soja, girasol). Esta es una clasificación simplificada, ya que dentro de cada subgrupo se presentan diferencias importantes que repercuten en sus propiedades.

El aceite de oliva representa uno de los pilares básicos de la Dieta Mediterránea y su presencia habitual en la alimentación garantiza un adecuado aporte de algunos nutrientes importantes, no sólo ácido oleico y linoleico, si no también tocoferoles, fitoesteroles y compuestos fenólicos. El contenido de ácidos grasos, tocoferoles del aceite de oliva difiere significativamente en función de la variedad de aceituna. El de fitoesteroles puede variar dependiendo del grado de maduración de la aceituna en el momento de la recogida. En cambio el contenido de polifenoles va a depender del refinado del aceite de oliva, siendo el aceite oliva extra especialmente rico en ellos. La Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) recomienda un consumo mínimo de 20 gramos al día para beneficiarse de los efectos de los polifenoles que contiene el aceite oliva virgen extra.

No sólo se debe tener en cuenta las variedades de aceite, no también la conservación (temperatura, luz, presencia de oxígeno, tipo de envase) y la forma de huso (crudo, en fritura).

Además, para conocer la cantidad de consumo al día de aceite de oliva que se recomienda presenta problemas a la hora de hacerla efectiva, ya que no existe unanimidad en las guías (cucharadas, centímetros cúbicos, mililitros, gramos).

Se puede realizar un registro con el cuestionario mostrado en la tabla V.

Una vez realizado el registro de la cantidad consumida (método de 24 horas durante 2 o 3 días consecutivos, completado con el registro de alimentos consumidos) debemos de consultar el etiquetado específico de cada uno de ellos para conocer el contenido en micronutrientes y así poder calcular la ingesta de éstos.

La determinación en plasma sanguíneo de ácidos grasos esenciales (ácido oleico, linoleico y araquidónico) y de vitamina E puede indicar la cantidad de aceite consumida.

Referencias

1. Aranceta J, Pérez C. Diario o registro dietético. Nutrición y salud pública. 2ª Ed. Serra Majem Ll, Aranceta Bartrina J Editores. Barcelona 2006: 158-67.
2. Banegas JR, Villar F, Aranceta J, Serra Ll, Vázquez C, Sastre et al. *Rev San Hig Pub* 1991; 68 (2).
3. Mataix J. Nutrición y Alimentación Humana. Ed Ergon. 2009; 2: 68-70.
4. EFSA. Panel on Dietetic Products, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary reference values for water. *EFSA Journal* 2010; 8 (3): 1459-84.
5. Committee on the Scientific of Dietary Reference Intake: Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, Chloride and Sulfate. Washigton. 2005.
6. Reducción del consumo de sal en la población. Informe OMS. Paris 2006.
7. Métodos para determinar las principales fuentes de sal en la alimentación. Informe expertos OPS/OMS. Ferr-Luzzi A. Keynote paper: Individual food intake survey methods. http:// www.fao.org/docrep/005/y4249e.htm. 2010.
8. Ortega RM, Requejo AN. Guías en Alimentación. Manual de Nutrición Clínica en Atención Primaria. Ed Complutense. Madrid. 2006.
9. *EFSA Journal* 2011; 9 (4): 2033.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):72-80
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5054

Evaluación de la ingesta en niños y adolescentes: problemas y recomendaciones

Carmen Pérez Rodrigo[1,2], Belén Artiach Escauriaza[2], Javier Aranceta[3,4,5], Isabel Polanco Allúe[6]

[1]Fundación FIDEC. Bilbao. [2]Sociedad Española de Nutrición comunitaria (SENC). [3]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [4]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Científic de Barcelona. [5]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [6]Facultad de Medicina. UAM. Servicio de Gastroenterología y Nutrición. Hospital Infantil Universitario La Paz. Madrid. España.

Resumen

El análisis de la ingesta alimentaria en niños y adolescentes es de gran interés con diferentes fines. Las características propias de cada etapa del desarrollo evolutivo y las capacidades cognitivas en cada edad son dos factores que influyen sobre la capacidad de los niños para proporcionar información válida y fiable sobre el consumo de alimentos. La capacidad de recordar, limitaciones de vocabulario o la capacidad para identificar distintos alimentos son algunos de los aspectos relevantes. Además a menudo son los padres o cuidadores quienes facilitan la información y su grado de conocimiento depende del tiempo que pasen con el niño y si comparten las comidas. A medida que crecen los niños son más independientes y cada vez pasan más tiempo sin sus padres. Los niños también tienen limitaciones a la hora de reconocer modelos de alimentos y asociarlos con diferentes cantidades. Por otro lado, las entrevistas largas o los cuestionarios auto-administrados les resultan largos y aburridos. El uso de las nuevas tecnologías están favoreciendo el desarrollo de nuevas herramientas que permiten adaptar los métodos de análisis de la ingesta a la capacidad cognitiva de los niños, introduciendo componentes lúdicos y narrativos que atraigan su interés y mejoren la calidad de la información.

Palabras clave: *Niños adolescentes. Hábitos alimentarios. Análisis de la ingesta. Nuevas tecnologías.*

DIETARY ASSESSMENT IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: ISSUES AND RECOMMENDATIONS

Abstract

The assessment of dietary intake in children and adolescents is of great interest for different purposes. The characteristics of each developmental stage and associated cognitive abilities are two factors that influence the ability of children to provide valid and reliable information on food consumption. The ability to remember, limitations of vocabulary or the ability to identify different foods are some of the relevant aspects. In addition, often parents or caregivers provide surrogate information and their degree of knowledge depends on the time they spend with the child and on whether they share meals. As children grow they become more independent and increasingly spend more time away from their parents. Children also have limitations to recognize food models and photographs and associate them with different amounts of food consumed. On the other hand, often children and adolescents perceive long interviews or self-administered questionnaires they as long and boring. The use of new technologies is contributing to the development of new tools adapting dietary assessment the methods to the cognitive abilities of children, introducing gaming environments and narrative structures that attract their interest and improve the quality of information they report.

Key words: *Children adolescents. Food habits. Dietary assessment. New technology.*

Abreviaturas

IMC: Índice de Masa Corporal.
EGFCD: Expert Group on Food Consumption Data.
UE: Unión Europea.
EFSA: European Food Safety Authority.
EPIC: European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition.
EU Menu: What's on the Menu in Europe.
CFCs: Cuestionarios de Frecuencia de Consumo.
IDEFICS: Identification and Prevention of Dietary- and Lifestyle-induced Health Effects in Children and Infants.
PANCAKE: Pilot study for the Assessment of Nutrient intake and food Consumption Among Kids in Europe.
RFPM: Remote Food Photography Method.

Introducción

La valoración precisa de la ingesta de alimentos y bebidas en niños y adolescentes es crucial a la hora de detectar hábitos. También es necesaria para investigar tanto desde el punto de vista clínico como epidemiológico la posible relación entre dieta y salud. Utilizando las recomendaciones oficiales de ingesta diaria recomendada en calorías, proteínas, vitaminas y oligoelementos, se podrá planificar y realizar una intervención terapéutica cuando sea necesario.

El asesoramiento dietético siempre constituye un reto donde la experiencia nos dice que la recogida de datos die-

Correspondencia: Carmen Pérez Rodrigo.
Fundación FIDEC.
C/ Guturbay, s/n.
48010 Bilbao. España.
E-mail: carmenperezrodrigo@gmail.com

téticos precisos y fiables de niños y adolescentes puede resultar complicada. Para valorar la ingesta en la infancia se dispone de varios métodos. Una historia clínica detallada junto con una exploración física correcta permitirá detectar situaciones de riesgo nutricional y sus posibles causas. El análisis de la ingesta consta de tres momentos la encuesta dietética, el análisis de la dieta y el conocimiento de las recomendaciones de ingesta de nutrientes y energía para la edad y sexo. Los métodos más utilizados para la encuesta dietética son el recuerdo dietético de 24 horas, el diario dietético (3-7 días) y la historia dietética. Otro tipo de encuesta es el cuestionario sobre frecuencia de consumo de alimentos (CFC) que permite establecer una posible relación entre nutrición-enfermedad crónica, sospechar déficit específico (calcio, hierro) y desde una perspectiva más amplia, realizar estudios epidemiológicos nutricionales.

Las características sociales, cognitivas, del comportamiento y desarrollo del encuestado tienen influencia, pero también se requieren entrevistadores bien entrenados. Por lo tanto, además del error sistemático y del sesgo característico de cada uno de los diferentes métodos de valoración dietética, las peculiaridades de cada grupo de población hacen que incurran en errores adicionales al referir sus ingestas alimentarias. Sin embargo, la investigación sobre la magnitud y el sentido del sesgo es limitada. Diversos estudios utilizando biomarcadores de ingesta de energía, como el agua doblemente marcada han permitido conocerlo en alguna medida[1]. El estudio de los procesos cognitivos involucrados en el recuerdo dietético y en la estimación del tamaño de las raciones ha permitido desarrollar nuevas tecnologías que pueden reducir el sesgo y mejorar el análisis de la ingesta en los niños[2].

El asesoramiento dietético en la infancia generalmente se basa en la declaracion de la ingesta, bien por parte de los propios niños, por sus padres, por sus cuidadores o una combinación de todos ellos. La precisión de esta recogida de datos podría verse comprometida por factores cognitivos, como por ejemplo la capacidad del niño para recordar los alimentos que ha ingerido y recuperar la información, su capacidad para calcular el tamaño de las raciones consumidas, la habilidad a la hora de identificar los alimentos, su conocimiento del nombre de los mismos, etc.[1]. Los gustos, costumbres y preferencias alimentarias, la comprensión de las normas y el tipo de estudio (por ejemplo formar parte de un estudio de intervención para fomentar hábitos dietéticos saludables) también van a influir en la recogida de datos[3]. El hecho en sí de informar sobre la dieta podría llegar a modificar los hábitos alimentarios. En la tabla I

Tabla I
Aspectos a considerar en la evaluación del consumo alimentario en niños y adolescentes

Habilidades cognitivas:	Menos habilidades de lenguaje, vocabulario y alfabetización
	Intervalo de atención limitado
	Concepto de tiempo limitado
	Capacidad de recuerdo limitada – lapsos subconscientes de recuerdo para todos o para algunos alimentos y bebidas como por ejemplo los aperitivos
	Conocimiento limitado de los alimentos, formas de preparación, medidas
	No estar familiarizados con los ingredientes de platos mixtos con varios ingredientes y otros condimentos
	Estimación del tamaño de la ración
	Estimación de la frecuencia de consumo
Información de otras personas	Padres
	Cuidadores
	Combinaciones
Conveniencia o imagen social	Infra declaración – Sobre declaración
	Estado ponderal del niño
	Estado ponderal de los padres
Hábitos dietéticos:	Hábitos alimentarios variables – más estructurados en niños que en adolescentes
	Más comidas domésticas (niñez)
	Más comidas fuera de casa (adolescencia)
	Importancia de la influencia de los padres en la niñez
	Importancia de la influencia de los compañeros y amigos en la adolescencia
Otras consideraciones:	Preocupación por la imagen corporal y dietas
	Falta de colaboración y motivación (adolescencia)
	Necesidad de aprobación social consciente/subconsciente

se muestran una serie de parámetros a tener en cuenta a la hora de elegir el método de valoración dietética más adecuado en la infancia.

Capacidad cognitiva y declaración de la ingesta diaria

Las técnicas de evaluación de la ingesta dietética generalmente requieren una elevada motivación y cooperación por parte del encuestado, que debe recordar una gran cantidad de detalles en relación a los alimentos consumidos durante un periodo determinado, tales como nombres de alimentos y bebidas consumidas, tipo, preparación, duración del consumo, lugar, ocasión, día de la semana, además recordar y estimar la cantidad de alimento consumido, y en este proceso se les pide que relacionen lo que recuerdan con dibujos, fotografías o modelos de alimentos, o medidas caseras. Estas tareas complejas requieren mucha atención durante toda la entrevista además de ciertas habilidades tanto de lectura como de escritura. Para poder completar estas tareas se requiere una comprensión adecuada del concepto del tiempo, buena memoria, capacidad de atención, y conocer el nombre de los alimentos[4]. Todo esto depende del estado de desarrollo del niño, y varía de unos niños a otros.

La experiencia en este sentido sugiere que los niños entre 0 y 7 años probablemente necesitarán que otra persona cercana al niño responda a la hora de la recogida de datos. Entre los 8 y los 10 años, alguno podría necesitar ayuda. No está demasiado claro cómo podrían hacerlo entre los 11 y los 13, y ya a partir de los 14 podrían hacerlo de forma autónoma. De esta manera los padres o cuidadores suelen ser quienes responden o apoyan al niño al referir los datos de ingestas dietéticas, sobre todo para los detalles sobre tipos y cantidades de los alimentos consumidos, dadas las limitaciones de los niños a nivel de vocabulario en relación a la alimentación[1,5]. La edad a la que un niño se hace autónomo a la hora de referir información sobre su ingesta dietética se ha establecido en los 12 años, aunque varía en función del método de evaluación de la ingesta elegido, con un periodo de transición entre los 8 y 12 años, pero no existen recomendaciones sobre quién puede referir mejor la información sobre el consumo de alimentos en niños en este rango de edad[6]. A partir de los 7-8 años, existe un rápido incremento en la habilidad de los niños para poder participar en el método de recuerdo sin ayuda, pero únicamente para los alimentos ingeridos en el pasado inmediato y no para periodos superiores a las 24 horas previas. Incluso en ese caso es probable que los niños sean capaces de recordar mejor la ingesta de alimentos durante la semana que los patrones más irregulares propios de los fines de semana o días festivos[1,7].

La auto-declaración sobre la ingesta dietética implica ser capaz de comprender qué información se solicita, ser capaz de buscar y evaluar la información recuperada antes de proporcionar una respuesta. Pueden producirse errores porque el encuestado es incapaz de completar la tarea, pero también porque el observador formula preguntas o da pistas inadecuadas. Los errores asociados al recuerdo de la ingesta alimentaria en los niños incluyen tanto la infra-declaración (alimentos consumidos que faltan), como por exceso (alimentos fantasma/intrusos), y el hecho de tener una capacidad de memoria limitada – lapsos de memoria en el subconsciente que pueden afectar a todos los grupos de alimentos o ser selectivo y afectar solo algunos alimentos, como los snacks, o identifica de forma incorrecta los alimentos porque no los reconoce[8]. Baxter y col. observaron que la precisión con que los niños refieren su consumo de alimentos estaba relacionada con el percentil del Índice de Masa Corporal (IMC) para su edad y sexo, con una marcada tendencia hacia la infra-declaración en niños obesos. Moore y col. informaron que la memoria puntual, el comportamiento en clase, la actitud, el estatus socioeconómico, y el número total de alimentos consumidos estaban asociados al sesgo en las encuestas autocompletadas[9]. Además, las distracciones también pueden interferir. Determinados alimentos, como los que forman parte del plato principal, se recuerdan más fácilmente que los que se consumen menos habitualmente o forman parte de las guarniciones[8]. Los niños generalmente tienen conocimientos limitados sobre los alimentos y su forma de preparación, desconocen la composición de los platos ya preparados o los ingredientes y condimentos añadidos.

Un estudio de validación que investigaba el efecto del intervalo de retención —tiempo transcurrido entre la comida sobre la que se va a informar y la entrevista— en la precisión de la información proporcionada por los niños sobre la ingesta en el comedor escolar en un recuerdo de 24 horas en alumnos de cuarto de primaria, analizó para cada ítem alimentario las tasas de omisión (porcentaje de productos cuyo consumo se observó en el comedor pero los niños no referían su consumo), rangos de intrusión (porcentaje de productos referidos pero cuyo consumo no se observó), y la imprecisión total (combinación de errores en la información referida sobre el consumo tanto para productos como cantidades). Los investigadores encontraron que la destreza de los niños a la hora de informar de la ingesta en el comedor escolar era mejor para las 24 horas previas que el recuerdo del día anterior, mejor para aquellos recuerdos de las 24 horas previas obtenidos durante la tarde —noche y peores para los recuerdos del día anterior obtenidos durante la tarde— noche[10].

Los niños son capaces de contestar a muchas preguntas siempre que sean relevantes para ellos, pero a día de hoy se sabe muy poco acerca de las limitaciones cognitivas en la capacidad de los niños para recuperar información sobre el consumo de alimentos y bebidas. Baranowski y cols. sugirieron un modelo que categorizaba los procesos implicados en atención, percepción, organización, retención, recuperación y formulación de la respuesta. El posterior desarrollo del modelo contempla las siguientes estrategias durante la recuperación de información sobre la ingesta por niños[11]: imagen visual (apariencia del alimento); práctica habitual (familiaridad con

el consumo del alimento); encadenamiento de conductas (asociación con alimento preferido o actividad preferida durante la comida o día); y preferencias (comidas favoritas).

No está claro si los niños menores de 10 años son capaces de responder de forma precisa a un CFC que cubra un periodo superior a un día, ya que para ello requiere haber desarrollado habilidades como el concepto de frecuencia. Esto requiere la capacidad de abstracción y estimar medias, habilidades que a menudo no manejan los niños a esa edad[1,12]. Además, los CFC requieren que se preste atención y capacidad de concentración a lo largo de todo el cuestionario. Se ha sugerido que para cumplimentar un CFC, los niños deben ser mayores de 12 años. Sin embargo, no está claro si con niños entre los 8 y 12 años se debe preguntar al niño o a los padres o cuidadores sobre la ingesta del niño, teniendo en cuenta la mayor independencia del niño, sus capacidades cognitivas, y el mayor consumo de alimentos y bebidas fuera de casa sin control o supervisión de los padres[13]. En general, hay acuerdo en que las características de los distintos grupos de edad exigen estrategias de valoración diferentes[14].

Para adaptar los CFC a los niños se necesita tener en cuenta una serie de hechos. En relación a la lista de alimentos, es más probable que los niños entiendan las preguntas de forma literal, de manera que puede menoscabar su capacidad para proporcionar información sobre el consumo de platos compuestos por varios ingredientes. Los intervalos de tiempo son otro tema a considerar. El concepto del pasado puede dificultar la estimación de la frecuencia de consumo de un alimento durante un periodo determinado de tiempo. Los periodos de tiempo de referencia deben estar definidos con un inicio y un final que se comprensible para el niño, con referencias familiares, y puede ser necesario utilizar periodos de referencia más cortos, puesto que los niños presentan patrones de alimentación más variables. Los niños tienden a contestar de manera afirmativa a preguntas realizadas con autoridad, o si no están seguros de la respuesta, no tienen ninguna opinión o no les interesa, lo que reduce la precisión de la información proporcionada. Deben utilizarse términos y expresiones que resulten familiares al niño en determinados contextos y que sean comprensibles. Puede que sea necesario utilizar ejemplos más específicos o concretos. También debe cuidarse mucho más la estructura del cuestionario. Las preguntas más fáciles sobre temas que le interesen deben realizarse en primer lugar, y después las más complicadas o que le impresionen más[15,16].

Información por otras personas sobre el consumo alimentario del niño

Aunque los padres de niños en edad prescolar son capaces de proporcionar información precisa del consumo de alimentos de sus hijos, parece que al llegar a la edad escolar, la calidad de la información de los padres no es mejor que la que proporcionan los niños por sí mismos. Sin embargo, los niños puede que los niños pequeños pasen parte del día con cuidadores que no son sus padres o fuera de casa en guarderías.

Los niños en edad escolar se hacen más independientes. Es habitual que consuman alimentos entre horas o el almuerzo en el colegio, y de alguna manera empiezan a decidir tanto lo que comen e incluso realizan pequeñas compras de alimentos. Además, con frecuencia no comen con sus padres, que incluso puede que no sean quienes preparan las comidas, delegando esta tarea en otras personas, a las cuales puede ser necesario preguntar algunas cuestiones sobre lo que comen los niños[17].

Las conclusiones de distintos estudios que han comparado los resultados de la observación directa de la ingesta alimentaria de los niños con un recuerdo de 24 horas con información referida por los padres, sugieren que los padres pueden ser informadores fiables de la ingesta de alimentos por parte de sus hijos en casa, pero lo son menos a la hora de referir la ingesta de alimentos fuera del hogar[17].

Algunos niños de 10 y más años pueden percibir como una intrusión la ayuda de los padres o profesores, y puede que prefieran realizar ellos solos la evaluación de la ingesta[1].

También se han surgido cuestiones en relación al sesgo que los padres pueden producir en el recuerdo de la ingesta de sus hijos[1,18]. Un estudio finlandés demostró que es más probable que los padres refieran comportamientos sobre salud en línea con las recomendaciones y comportamientos deseables que los niños[19]. Sin embargo, un recuerdo de la ingesta donde la madre y/o el padre ayudan y cooperan con el niño permite obtener mejores estimaciones que si el niño o los padres lo hicieran solos[20]. Los padres pueden ayudar haciendo sugerencias de ayuda a los niños, añadiendo y completando detalles de los alimentos y ayudando con otros temas prácticos relacionados con referir sobre la ingesta alimentaria.

Burrows y col. compararon y validaron la información sobre la ingesta de energía proporcionada por niños entre 8 y 11 años frente a sus padres utilizando cuestionarios de frecuencia de consumo y registros dietéticos. Concluyeron que los niños eran más precisos refiriendo información sobre su ingesta que sus padres, y los padres proporcionaban información más precisa que las madres. También encontraron que las estimaciones de la ingesta de energía a partir registro de la dieta por pesada de 4 días eran aproximadamente igual a la derivada de los CFC completados por el niño[13].

Para niños en edad prescolar, la información se recoge a partir de otras personas, normalmente el cuidador principal. Se ha visto que con un método de recuerdo de "consenso", donde los niños y los padres proporcionan información como grupo en un recuerdo de 24 horas, permite obtener información más precisa que cuando se realiza el recuerdo solo con los padres o solo con el niño[21]. Se han sugerido algunos consejos para los entrevistadores con el fin de mejorar la precisión de los datos.

En el estudio Identification and Prevention of Dietary- and Lifestyle-induced Health Effects in Children and Infants study (IDEFICs), dos recuerdos de 24 horas obtenidos de personas cercanas a niños de 4 a 10 años resultó ser un procedimiento válido para evaluar la ingesta de energía a nivel de grupo, pero no a nivel individual[22].

Tamaño de la ración

Los primeros estudios sugerían que los niños pequeños no eran capaces de estimar el tamaño de las raciones consumidas de forma precisa, incluso aunque se les ayudara con instrumentos de ayuda visuales[1]. Igualmente, niños más mayores y adolescentes también tienen dificultades a la hora de facilitar información sobre el tamaño de las raciones consumidas. En general, en la mayoría de los estudios en los que se han utilizado ayudas para estimar el tamaño de las raciones, como medidas caseras o modelos de alimentos graduales, no se ha prestado demasiada atención a si este tipo de instrumentos de ayuda funciona con niños[1]. Estimar la cantidad de comida consumida es una tarea cognitiva compleja que resulta difícil para muchos niños[11,23]. Requiere que sean capaces de reconocer y describir las cantidades de alimentos consumidas como proporciones o unidades completas. También se asume que los niños pueden pensar de forma abstracta sobre la comida y comprendan el significado de los modelos de comida genéricos en cuanto a volúmenes y dimensiones, o fotografías de alimentos. Es muy poco probable que niños menores de 10-11 años puedan ser capaces de realizar este tipo de tareas de abstracción de forma eficiente. La precisión de la estimación del tamaño de las raciones consumidas por niños utilizando modelos fotográficos adecuados para su edad, que tenían en cuenta sus habilidades cognitivas, se ha visto que no son diferentes que las obtenidas en adultos en un estudio de Foster y cols.[24].

Foster y col. demostraron que incluso niños entre 4 y 6 años son capaces de utilizar herramientas de ayuda para estimar el tamaño de las raciones consumidas, aunque la precisión y calidad de los datos mejoran con la edad utilizando distintas herramientas[24]. La conservación es la capacidad para reconocer que el tamaño o cantidad de algo permanece igual cuando el aspecto del objeto cambia. Esta capacidad se desarrolla hacia los 7 años de edad. Además, los niños deben ser capaces de diferenciar e informar sobre la comida ingerida, no sobre los alimentos que les han servido, lo que requiere el informar de las sobras, por lo que también serán necesarios tamaños de porciones adecuados para el cálculo de las mismas. Foster y col. evaluaron distintos tipos de ayudas de medida con niños y observaron que las fotografías y una herramienta interactiva funcionan mejor que los modelos de alimentos. Baranowski y col. observaron que cuando se presentan múltiples imágenes más pequeñas de alimentos con cantidades progresivamente mayores en la misma pantalla permiten que los niños respondan más rápido y de forma más precisa sobre el tamaño de las porciones consumidas que cuando se presentan fotografías más grandes de una en una en la pantalla. La presencia o no de elementos visuales de referencia como un mantel o cubiertos en las imágenes no influía en la precisión de la estimación del tamaño de las porciones[25].

Hábitos dietéticos en niños y adolescentes

Los hábitos alimentarios de los niños están más estructurados que en la adolescencia. Los niños comen con mayor frecuencia en casa, mientras que los adolescentes a menudo comen fuera de casa. La influencia de los padres es fundamental durante la infancia, mientras que en la adolescencia cobran importancia los compañeros y amigos.

En los adolescentes los hábitos alimentarios cambian rápidamente y es frecuente una forma de alimentación desestructurada y desequilibrada con irregularidad en el patrón de las comidas (consumo excesivo de aperitivos o snacks, tendencia aumentada a saltarse alguna comida, especialmente el desayuno, comidas fuera de casa) y restricciones dietéticas importantes.

Otras consideraciones importantes sobre la adolescencia se refieren a preocupaciones por la imagen corporal y conductas dietéticas como dietas hipocalóricas no planificadas adecuadamente, dietas estrictas, dietas macrobióticas, consumo excesivo de determinados productos, comida rápida etc.[26].

Conveniencia e imagen social

Los niños pueden infra declarar o sobre declarar los alimentos y bebidas que consumen porque puede que perciban como socialmente deseables o indeseables sus propios hábitos, o lo que refieren como sus hábitos de consumo, según el caso. Las respuestas socialmente deseables son más frecuentes en los niños y niñas más pequeños que en los de más edad[27]. Se ha observado sesgo por respuestas socialmente deseables en recuerdos de 24 horas completados mediante entrevista personal con un encuestador en niños y/o sus padres[28,29]. Puede que este sesgo no se produzca en la misma medida cuando se responden de forma privada.

Lo más frecuente y consistente es la infradeclaración asociada a la práctica de dietas y preocupación por el peso corporal. El hecho de que los padres/madres sean obesos y/o si los padres perciben que la información sobre la dieta de su hijo refleja el peso de su hijo también puede afectar la precisión de la información que refieran[1]. Se ha sugerido que una pequeña parte de la imprecisión de la información referida por los niños es deliberada y podría ser debida a la conveniencia e imagen social[4].

Cooperación del encuestado

Ser capaces de atraer a niños y adolescentes para que presten atención y se centren a la hora de referir infor-

mación sobre su consumo de alimentos y bebidas es todo un reto, pero la motivación es esencial para lograr su colaboración, que será de gran ayuda para poder superar algunas de las dificultades que se han comentado. Los instrumentos de evaluación deben facilitar la cooperación de los niños y de los padres. Algunas características útiles para ello son que sean intuitivos, sencillos y que se completen rápido, con opciones flexibles, no invasivos, atractivos, adecuados para la edad y divertidos. Proporcionar algún tipo de feed-back y recompensa como un pequeño regalo o incentivo también puede ser interesante. Es más difícil conseguir la colaboración y motivar a los adolescentes. Aunque están mejor capacitados para poder responder y referir la información, los adolescentes puede que tengan menos interés en proporcionar información precisa[18].

Otros factores

Participar en un estudio de intervención sobre peso corporal y hábitos alimentarios saludables, con determinaciones clínicas o toma de muestras de sangre como indicadores de la dieta, salud o de algunas enfermedades asociadas con los estilos de vida puede inducir cambios inconscientemente en los hábitos dietéticos. El hecho de referir la ingesta alimentaria en sí mismo puede ocasionar reactividad e inducir cambios en los hábitos. Es un riesgo a considerar especialmente con los diarios o registros de la dieta. Anotar y referir los alimentos y bebidas en el momento en que se consumen puede influir tanto en el tipo como en la cantidad de alimentos y bebidas consumidos, y por tanto, inducir un menor consumo durante el periodo de registro[14]. Es más, completar los registros de la ingesta requiere tiempo y puede resultar aburrido. Utilizar instrumentos auto-administrados largos lo mismo que las entrevistas personales prolongadas y monótonas pueden resultar aburridos y favorecen que los niños se cansen, lo que afecta la recuperación de la información sobre la ingesta dietética[12]. Favorecen errores en la información y cambios en los hábitos alimentarios, sustituyendo unos alimentos por otros que sean más fáciles de referir o anotar[3].

Ventajas y limitaciones de los diferentes métodos de análisis de la ingesta dietética en niños

Se han utilizado ampliamente en niños y adolescentes los recuerdos de 24 horas de uno o más días y los registros de alimentos de duración variable. Por lo que se refiere a escolares y adolescentes, no existe un consenso unánime sobre que método de evaluación dietética es más preciso. La elección del instrumento a utilizar puede depender de los objetivos y factores del diseño del estudio, lo que afectará la adecuación y viabilidad de los diferentes métodos[14].

Los aspectos cognitivos asociados al desarrollo evolutivo, problemas de memoria y recuperación de la información en los niños, así como problemas relacionados con la estimación de las cantidades consumidas se han discutido antes. Estos aspectos son especialmente relevantes en os recuerdos 24 horas y en los CFCs. En niños, se ha visto en estudios con agua doblemente marcada como método de referencia que los cuestionarios de frecuencia de consumo sobreestiman la ingesta energética en un 50%, mientras que los recuerdos de 24 horas repetidos y los registros dietéticos por pesada permiten obtener ingestas medias de grupo razonablemente precisas, aunque no a nivel individual[30]. En general, las correlaciones entre los instrumentos del tipo CFCs e instrumentos de referencia más precisos son inferiores en niños y adolescentes que en adultos. Se ha observado que un cuestionario sobre hábitos alimentarios a través de una web subestimaba la ingesta en escolares de ciclo medio en comparación con recuerdo 24 horas de múltiples pasadas[31].

Se ha sugerido que los registros de alimentos utilizando fotografías digitales podrían ser un método válido y viable para evaluar la ingesta alimentaria en preescolares[32]. En los resultados de un estudio piloto se observó una correlación media de 0,96 entre los pesos estimados y los pesos reales y las estimaciones de la ingesta digital eran 5% inferiores que los pesos reales. El *Remote Food Photography Method* (RFPM) se basa en el uso de smartphones para estimar la ingesta alimentaria prácticamente en tiempo real en condiciones de vida usuales. Utilizando este método los participantes capturan imágenes de los alimentos que van a ingerir de los restos por medio de un Smartphone y estas imágenes se transmiten a un servidor para su análisis prácticamente en tiempo real[33].

También se han desarrollado y ensayado sistemas basados en la fotografía digital para evaluar la ingesta en comedores y cantinas escolares. Este método de observación consiste en la toma estandarizada de fotografías de los alimentos elegidos por los comensales antes de su consumo y después los restos en el plato. Se utilizan como referencia raciones con cantidades de alimentos pesadas y de acuerdo al criterio de expertos se estima la cantidad consumida de los distintos alimentos[34,35].

Otro procedimiento que se ha utilizado con escolares consiste en un instrumento combinado, el recuerdo 24 horas apoyado en registro. En este caso los niños registran solo los nombres de los alimentos y bebidas consumidos durante un periodo de 24 horas. Esta información sirve como pista orientativa en un recuerdo 24 horas posterior mediante entrevista.

El proyecto *European Food Consumption Validation Project* recomendaba de forma provisional la utilización de un procedimiento similar, un cuaderno para registrar los alimentos consumidos fuera de casa, en escolares entre 7 y 14 años. Sin embargo, en los estudios de validación de este procedimiento se han obtenido resultados no claros.

En el año 2010 se inició un sistema para la recogida estandarizada de datos sobre el consumo de alimentos en la Unión Europea (UE), EU-Menu. El sistema utiliza

una metodología que permite la comparabilidad de los datos y proporciona información con suficiente nivel de detalle para la evaluación de riesgos representativos de todos los países y regiones de la UE. Además, los datos también serán útiles con fines nutricionales y para los responsables de políticas de salud pública. Está previsto que se realice la recogida de datos sobre consumo alimentario de forma progresiva entre 2012 y 2017[36].

El *Expert Group on Food Consumption Data* (EGFCD) recomendaban en 2009 utilizar el registro de dos días no consecutivos en lactantes, niños menores de 3 años y también en otros niños (desde los 36 meses hasta los 10 años de edad). El EGFCD consideraba que este método facilitaba que pudieran registrar los alimentos y bebidas consumidos los padres y otros cuidadores, dependiendo de la actividad y ubicación del niño. Este grupo de expertos consideraba que el sesgo de no respuesta probablemente es menos problemático en este grupo de población porque generalmente las tasas de respuesta en los estudios en niños son más altas en comparación con otros grupos[37].

El proyecto *Pilot study for the Assessment of Nutrient intake and food Consumption Among Kids in Europe* (PANCAKE) ha elaborado las herramientas y protocolos para que puedan ser utilizados en el futuro en un estudio paneuropeo en lactantes, niños pequeños y escolares, con recomendaciones específicas para mejorarlos y el método de evaluación dietética preferido. Los autores recomendaban la utilización del registro dietético de dos días no consecutivos seguido de una entrevista completada mediante el software desarrollado por el proyecto EPIC con los padres/cuidadores. También aconsejan la utilización de álbumes de fotos con raciones de referencia para estimar las cantidades consumidas validados en el proyecto y recomiendan recoger información adicional sobre características sociodemográficas y otros datos de interés, un cuestionario de propensión de la dieta y la medición del peso y de la talla[38].

Enfoques novedosos y tecnologías para mejorar la precisión en la recogida de información sobre la dieta

La evaluación formativa sobre el uso de tecnologías innovadoras, tales como ordenadores, internet y dispositivos digitales personales como teléfonos móviles y tabletas para obtener información sobre el consumo alimentario es muy importante para el desarrollo de estas tecnologías[39-41].

Las numerosas posibilidades que ofrecen las tecnologías se han utilizado de diferentes maneras para mejorar la precisión, reducir los errores en la declaración autónoma de la información y también para facilitar y hacer más sencillo referir información sobre la dieta[42].

Se han desarrollado diferentes métodos basados en tecnologías innovadoras para abordar las necesidades de la evaluación de la ingesta en niños. Se están desarrollando métodos basados en nuevas tecnologías como cámaras desechables, teléfonos móviles con cámara y teléfonos inteligentes para recoger la información de registros dietéticos.

El uso de tecnología basada en la web para la evaluación de la ingesta dietética permite la estandarización de la secuencia de preguntas, se pueden incluir estímulos audiovisuales, además de permitir la obtención de resultados inmediatos, ofrecer mayor flexibilidad y poder ser actualizado de forma rápida y sencilla[9,18,43]. El uso de tecnologías para recoger datos sobre la ingesta es especialmente atractivo para los niños, adolescentes y adultos jóvenes familiarizados con las tecnologías en su vida diaria. En muchos programas dietéticos informatizados se califican alto percepciones como "divertido" y "fácil de usar". Muchos adolescentes prefieren estos métodos a los tradicionales[14].

No obstante, cualquier instrumento de evaluación de la dieta que se complete de forma autónoma requiere un mínimo de atención, memoria y habilidades para categorizar. Para completar satisfactoriamente un recuerdo 24 horas es de gran utilidad la habilidad para identificar los alimentos consumidos "navegando" en grupos de alimentos organizados jerárquicamente o "buscando" (escribiendo los nombres de alimentos). Algunos investigadores han referido que muchos niños utilizan imágenes de alimentos (collages de categorías) más que texto para seleccionar los alimentos consumidos[25].

Un sistema de software para el análisis de la ingesta basado en la web que evalúa la ingesta en niños de 8 a 10 años incluye factores de motivación e intentar motivar a los niños por medio de la funcionalidad del programa, el contenido, la estética y la configuración[25].

El aburrimiento y el cansancio afectan la recuperación de la información dietética, especialmente cuando se utilizan instrumentos auto-administrados con niños[12].

Teorías de la psicología de medios y la investigación en comunicación proporcionan perspectivas innovadoras para abordar la motivación de los niños y la precisión en la evaluación de la ingesta. Un reto para los medios de entretenimiento es proporcionar un entorno que motive a los niños para completar con precisión las tareas implicadas en el análisis de la ingesta[44]. Se han sugerido algunas estrategias innovadoras para reforzar la motivación de los niños para la evaluación dietética y para mejorar la precisión de las informaciones declaradas. Entre otras, el uso de agentes animados, personalizables que podrían actuar como guías e interactuar con los niños durante el proceso. También se ha sugerido como estrategia motivadora la inserción del proceso de evaluación en un videojuego. Dos de las características diferenciales de los videojuegos son el control y la interactividad. El desafío consiste en diseñar la interactividad de tal forma que minimice la reacción adversa hacia la declaración de la ingesta, por ejemplo, proporcionando feed-back no evaluativo periódicamente durante el proceso de referir la información sobre la ingesta dietética[44].

Una tercera estrategia útil consiste en añadir historias para estimular las conductas de auto-declaración. Las narraciones pueden añadir elementos de intriga como incentivo para los niños de forma que se animan a termi-

nar la historia. La recreación virtual del ambiente de la ingesta, sesiones de entrenamiento intercaladas para mejorar la estimación de las raciones consumidas y la incorporación de medidas actitudinales implícitas como medida de control o para mejorar la validez.

Se podrían combinar muchas estrategias de motivación. Por ejemplo, un videojuego con una trama participativa podría incluir distintas sesiones de entrenamiento por medio de ambientes virtuales. Sin embargo, es necesaria más investigación para hacer más operativas y validar estas estrategias teóricamente útiles.

Referencias

1. Livingstone MBE, Robson PJ, Wallace JMW. Issues in dietary intake assessment of children and adolescents. *Br J Nutr* 2004; 92 (suppl. 2): S213-S222.
2. Adamson AJ, Baranowski T. Developing technological solutions for dietary assessment in children and young people. Journal of Human Nutrition and Dietetics *J. Hum Nutr Diet* 2014; 27 (suppl. 1): 1-3.
3. Macdiarmid J, Blundell J. Assessing dietary intake: Who, what and why of under-reporting. *Nutr Res Rev* 1998; 11: 231-53.
4. National Cancer Institute. National Children's Study Dietary Assessment Literature Review. http://riskfactor.cancer.gov/tools/children/review/pdf/ (Accessed January 2015).
5. Sobo EJ, Rock CL. "You ate all that!?": caretaker-child interaction during children's assisted dietary recall interviews. *Med Anthropol Q* 2001;15: 222-44.
6. Burrows TL, Martin RJ, Collins CE. A Systematic Review of the Validity of Dietary Assessment Methods in Children when Compared with the Method of Doubly Labeled Water. *J Am Diet Assoc* 2010; 110: 1501-10.
7. Haraldsdöttir J, Hermansen B. Repeated 24-h recalls with young schoolchildren. A feasible alternative to diet history from parents? *Eur J Clin Nutr* 1995; 49: 729-39.
8. Baxter SD. Cognitive processes in children's dietary recalls: insight from methodological studies. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63 (suppl. 1): S19-S32.
9. Moore GF, Tapper K, Moore L, Murphy S. Cognitive, Behavioral, and Social Factors Are Associated with Bias in Dietary Questionnaire Self-Reports by Schoolchildren Aged 9 to 11 Years. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 1865-73.
10. Baxter SD, Guinn CH, Royer JA, Hardin JW, Smith AF. Shortening the Retention Interval of 24-Hour Dietary Recalls Increases Fourth-Grade Children's Accuracy for Reporting Energy and Macronutrient Intake at School Meals. *J Am Diet Assoc* 2010; 110: 1178-88.
11. Baranowski T, Domel SB. A cognitive model of children's reporting of food intake. *Am J Clin Nutr* 1994; 59 (suppl.): 212S-217S.
12. Domel SB, Baranowski T, Davis H, Leonard SB, Riley P, Baranowski J. Fruit and vegetable food frequencies by fourth and fifth grade students: validity and reliability. *J Am Coll Nutr* 1994; 13: 33-9.
13. Burrows TL, Truby H, Morgan PJ, Callister R, Davies PSW, Collins CE. A comparison and validation of child versus parent reporting of children's energy intake using food frequency questionnaires versus food records: Who's an accurate reporter? *Clin Nutr* 2013; 32: 613e618.
14. Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology. In: Coulston AM, Boushey CJ, Ferruzzi MG, eds. Nutrition in the prevention and treatment of disease. 3rd ed. New York: Academic Press, 2012: 5-46.
15. Subar AF, Thompson FE, Kipnis V, Midthune D, Hurwitz P, McNutt S et al. Comparative validation of the Block, Willett, and National Cancer Institute food frequency questionnaires : the Eating at America's Table Study. *Am J Epidemiol* 2001; 154 (12): 1089-99.
16. McPherson RS, Hoelscher DM, Alexander M, Scanlon KS, Serdula MK. Dietary Assessment Methods among School-aged children: Validity and Reliability. *Prev Med* 2000; 31: S11-S33.
17. Baranowski T, Sprague D, Baranowski JH, Harrison JA. Accuracy of maternal dietary recall for preschool children. *J Am Diet Assoc* 1991; 91: 669-74.
18. Biltoft-Jensen A. Web-based Dietary Assessment for 8-11 Year Old School- children PhD Thesis. DTU National Food Institute. National Food Institute Technical University of Denmark Division of Nutrition. Søborg, DK, 2012.
19. Ross E, Ray C, Stoor C. Measuring children's health behaviours, comparing answers from 10-11 years old children and their parents. *7th International Conference on Diet and Activity Methods* 2009: pp. 305-306. National Cancer Institute, Washington, DC
20. Eck LH, Klesges RC, Hanson CL. Recall of a child's intake from one meal: are parents accurate? *J Am Diet Assoc* 1989; 89: 784-9.
21. Sobo EJ, Rock CL. "You ate all that!?": caretaker-child interaction during children's assisted dietary recall interviews, *Med Anthropol Q* 2001; 15: 222-44.
22. Börnhorst C, Bel-Serrat S, Pigeot I, Huybrechts I, Ottavaere C, Sioen I et al. Validity of 24-h recalls in (pre-)school aged children: Comparison of proxy-reported energy intakes with measured energy expenditure. *Clin Nutr* 2014; 33: 79e84.
23. Matheson DM, Hanson KA, McDonald TE, Robinson TN. Validity of children's food portion estimates: a comparison of 2 measurement aids. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2002; 156: 867-71.
24. Foster E, Adamson AJ, Anderson AS, Barton KL, Wrieden WL. Estimation of portion size in children's dietary assessment: lessons learnt. *Eur J Clin Nutr* 2009; 63: S45-S49.
25. Baranowski T, Islam N, Baranowski J, Martin S, Beltran A, Dadabhoy H et al. Comparison of a Web-Based versus Traditional Diet Recall among Children. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112: 527-32.
26. Marshall S, Watson J, Burrows T, Guest M, Collins CE. The development and evaluation of the Australian child and adolescent recommended food score: a cross-sectional study. *Nutr J* 2012; 11: 96. doi: 10.1186/1475-2891-11-96.
27. Baxter SD, Smith AF, Litaker MS, Baglio ML, Guinn CH, Shaffer NM. Children's Social Desirability and Dietary Reports. *J Nutr Educ Behav* 2004; 36: 84-9.
28. Guinn CH, Baxter SD, Hardin JW, Royer JA, Smith AF. Intrusions in children's dietary recalls: the roles of BMI, sex, race, interview protocol, and social desirability. *Obesity (Silver Spring)* 2008; 16: 2169-74.
29. Sherwood N. Diet assessment in children and adolescents. In: Elissa J, Steele RG (eds). Handbook of childhood and adolescent obesity. Springer, 2008: pp. 73-89.
30. Goran MI. Measurement Issues Related to Studies of Childhood Obesity: Assessment of Body Composition, Body Fat Distribution, Physical Activity, and Food Intake. *Pediatrics* 1998; 101: 505-18.
31. Hanning RM, Royall D, Toews JE,. Blashill L, Wegener J, Driezen P. Web-based Food Behaviour Questionnaire: validation with grades six to eight students, *Can J Diet Pract Res* 2009; 70: 172-8.
32. Nicklas TA, O'Neil CE, Stuff J, Goodell LS, Liu Y, Martin CK. Validity and Feasibility of a Digital Diet Estimation Method for Use with Preschool Children: A Pilot Study. *J Nutr Educ Behav* 2012; 44: 618-23.
33. Magarey A, Watson J, Golley RK, Burrows T, Sutherland R, McNaughton SA et al. Assessing dietary intake in children and adolescents: Considerations and recommendations for obesity research. *Int J Pediatr Obes* 2011; 6 (1): 2-11 (doi: 10.3109/17477161003728469).
34. Martin CK, Newton RL Jr, Anton SD, Allen HR, Alfonso A, Han H et al., Measurement of children's food intake with digital photography and the effects of second servings upon food intake. *Eat Behav* 2007; 8: 148-56.
35. Biltoft-Jensen A, Trolle E, Christensen T, Islam N, , Andersen LF, Egenfeldt-Nielsen S, Tetens I. WebDASC: a web-based dietary assessment software for 8–11-year-old Danish children. *J Hum Nutr Diet* 2014; 27 (suppl. 1): 43-53. doi: 10.1111/j.1365-277X.2012.01257.x. Epub 2012 May 18.
36. European Food Safety Authority; on request of EFSA. EFSA Report on Data Collection: Future Directions. *EFSA Journal* 2010; 8 (5): 1533. [35 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1533. Available online: www.efsa.europa.eu
37. European Food Safety Authority; General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-Euro-

pean dietary survey. *EFSA Journal* 2009; 7 (12): 1435. doi:10.2903/j.efsa.2009.1435. Available online: www.efsa.europa.eu
38. Ocké M, de Boer E, Brants H, van der Laan J, Niekerk M, van Rossum C et al. PANCAKE – Pilot study for the Assessment of Nutrient intake and food Consumption Among Kids in Europe. Supporting Publications 2012: EN-339 [120 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu/publications
39. Ngo J, Engelen A, Molag M, Roesle J, Garcia-Segovia P, Serra-Majem L. A review of the use of information and communication technologies for dietary assessment. *Br J Nutr* 2009; 101: S102–S112.
40. García-Segovia P, González-Carrascosa R, Martínez-Monzó J, Ngo J, Serra-Majem L. New technologies applied to food frequency questionnaires: a current perspective. *Nutr Hosp* 2011; 26: 803-6.
41. Illner AK, Freisling H, Boeing H, Huybrechts I, Crispim SP, Slimani N. Review and evaluation of innovative technologies for measuring diet in nutritional epidemiology. *Int J Epidemio*l 2012; 41: 1187-203.
42. Long JD, Littlefield LA, Estep G, Martin H, Rogers TJ., Boswell C, Shriver BJ, Roman-Shriver CR. Evidence review of technology and dietary assessment. *Worldviews Evid Based Nurs* 2010; 7: 191-204.
43. Vereecken CA, Covents M, Sichert-Hellert W, Alvira JM,Phillipp MK, Beghin L et al. Development and evaluation of a self-administered computerized 24-h dietary recall method for adolescents in Europe. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (suppl. 5): S26-S34.
44. Lu A, Baranowski J, Islam N, Baranowski T. How to engage children in self-administered dietary assessment programs. *J Hum Nutr Diet* 2014; 27 (suppl. 1): 5–9.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):81-87
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5055

Consideraciones y recomendaciones en el caso de estudios nutricionales realizados en adultos mayores

Pilar Riobó Serván[1], Roberto Sierra Poyatos[1], Judith Soldo Rodríguez[1], Carmen Gómez-Candela[2], Pedro Pablo García Luna[3], Lluis Serra-Majem[4]

[1]Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz-idc salud. Madrid. [2]Servicio de Nutrición. Hospital La Paz. Universidad Autónoma. Madrid. [3]Servicio de Endocrinología y Nutrición. Hospital Virgen del Rocío. Sevilla. [4]Servicio de Salud Pública. Instituto de Investigación de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España.

Resumen

La población de edad avanzada va en aumento y puede presentar problemas de salud relacionados con la alimentación. Los ancianos presentan alteraciones mentales, físicas y funcionales que precisan de adaptaciones específicas en los métodos de evaluación dietética. Todas las evaulaciones auto-referidas presentan errores sistemáticos, y es frecuente que refieran una menor ingesta energética. Los biomarcadores de ingesta proteica, como el Nitrógeno urinario de 24 horas, pueden ser difíciles de determinar debido a la incontinencia urinaria. Ciertos micronutrientes, como la vitamina B12, tienen una importancia especial en la población de edad avanzada. Igualmente, la medición de la ingesta de líquidos es importante, ya que están más predispuestos a sufrir deshidratación. En la evaluación geriátrica debería incluirse una evaluación de la malnutrición. El índice de masa corporal (IMC) no es muy útil en el anciano, y es mejor evaluar la situación funcional. Pueden medirse la velocidad de la marcha, y la fuerza de prensión, medida con dinamómetro. El Índice de Forma Corporal parece ser una medición fiable de la adiposidad y se asocia de forma significactiva con la mortalidad. Son necesarios más estudios para aclarar cuál es el mejor método para estimar de forma fiable la ingesta de comida y bebida en la población anciana y para evaluar el estado nutricional.

Palabras clave: *Tercera edad. Infraestimación. Estado nutricional. Obesidad. Cuestionario de frecuencia de consumo. Biomarcadores. Ingesta energética.*

SPECIAL CONSIDERATIONS FOR NUTRITIONAL STUDIES IN ELDERLY

Abstract

The elderly population is increasing and it is well documented that may present some health problems related to nutritional intake. Both mental and physical impairments in the elderly may need specific adaptations to dietary assessment methods. But all self-report approaches include systematic and random errors, and under-reporting of dietary energy intake is common. Biomarkers of protein intake, as 24 hours urinary Nitrogen, may not be useful in elderly patients because of incontinence problems. Some micronutrients, like vitamin B12, have special importance in the elderly population. Also, measurement of fluid intake is also critical because elderly population is prone to dehydration. A detailed malnutrition status assessment should be included in the geriatric dietary history, and assessment. Body Mass Index (BMI) is not useful in the elderly, and it is important to evaluate functional status. Gait speed, handgrip strength using hand dynamometry can be used. Body Shape Index (ABSI) appears to be an accurate measure of adiposity, and is associated with total mortality. Further research is needed to clarify the best and simple methods to accurately estimate food and beverage fluid intake in the elderly population, and to evaluate nutritional and hidration status.

Key words: *Elderly population. Underreporting. Nutritional status. Obesity. Food frequency questionnaire. Biomarkers. Energy intake.*

Abreviaturas

FFQs: Cuestionarios de frecuencia alimentaria.
24HDR: Recordatorio del consumo de alimentos de 24 horas.
4DFR: Registro del consumo de alimentos de 4 días.
WHI: Iniciativa para la salud de la mujer.
EI: Ingesta energética.
EE: Gasto energético.
DLW: Método del agua doblemente marcada
SWA: Sense Wear Pro3 Armband
PFD: Diario codificado de alimentos
ICC: Coeficiente de correlación intraclase
DH: Historia dietética
EDR: Registro dietético estimado
BM: Biomarcadores
WBQ: Cuestionario del balance hídrico
SGA: Valoración global subjetiva
MUST: Malnutrition Universal Screening Tool.

Correspondencia: Pilar Riobó Serván.
Servicio de Endocrinología y Nutrición.
Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz-idc salud.
Madrid. España.
E-mail: priobo@telefonica.net

NRS: Nutritional Risk Score.
MNA: Mini Nutritional Assessment.
MNA-SF: Mini Nutritional Assessment Short Form.
GNRI: Índice de riesgo nutricional geriátrico.
NHANES: Encuesta Nacional de examen de salud y nutrición.
HALS: Encuesta de salud y estilo de vida.

Introducción

Se ha estimado que la población anciana alcance más del 25% en el año 2050[1], y esto puede motivar que nos enfrentemos a diferentes problemas de salud debido a la aparición de patologías nutricionales en relación con la alteración de la ingesta nutricional. Se ha evidenciado una relación directa entre los hábitos dietéticos y el estilo de vida[2] y la mortalidad[3]. Es más, los cambios que se producen durante el envejecimiento influyen, directa o indirectamente, sobre el consumo de alimentos y bebidas. Por ejemplo, el olor y el sabor disminuyen, y enfermedades del tracto digestivo pueden aparecer fácilmente. La baja ingesta se asocia con mayor riesgo de enfermedad, incluyendo empeoramiento funcional. Otro problema importante es que la población de edad avanzada es un grupo heterogéneo que va desde personas saludables activas físicamente e independientes a centenarios totalmente dependientes. Tanto los impedimentos físicos como mentales necesitan adaptaciones específicas a los métodos de evaluación dietética. Por tanto, es muy importante evaluar con precisión la situación nutricional de las personas mayores.

Ingesta dietética

Existen diversos métodos disponibles para evaluar la ingesta dietética. Los Cuestionarios de Frecuencia Alimentaria (FFQs) han sido utilizados ampliamente en epidemiología nutricional para evaluar la ingesta. Pueden ser autorreferidos y son relativamente baratos. Se utilizan en personas mayores e incluyen una amplia gama de alimentos (más de 200). Otros enfoques son el recordatorio del consumo de alimentos de 24 horas (24HDR) y el registro de alimentos de 4 días (4DFR). El problema con los recordatorios y registros dietéticos a corto plazo es que son poco representativos de la ingesta habitual si se evalúan sólo pocos días. Además, generan errores sistemáticos y aleatorios que pueden distorsionar las asociaciones descritas entre la dieta y la enfermedad. Es bien conocido que un hallazgo general en los estudios dietéticos es la infraestimación de la ingesta energética, tanto en adultos como en poblaciones de edad avanzada. La infraestimación en las mujeres se asocia con el miedo a la evaluación negativa, los antecedentes de pérdida de peso, el porcentaje de la grasa, o la variabilidad en el número de comidas por día[4]. Los pacientes que infra-reportan la ingesta dietética por lo general, tienden a ser menos activos físicamente, y son más propensos a hacer dieta. Por ejemplo, en el estudio OPEN[5], se demostró la cuantía de la infraestimación del aporte energético de la dieta en mujeres con sobrepeso usando biomarcadores. En el estudio Women Health Iniciative (WHI), realizado en mujeres postmenopáusicas, se encontró que la posibilidad de infradeclaración se asociaba con el miedo a una evaluación negativa, antecedentes de pérdida de peso, menor actividad física, mayor probabilidad de estar a dieta y comer menos grasa, restricción de la ingesta o intento consciente para restringir la ingesta calórica, desinhibición o pérdida del autocontrol en el comportamiento alimentario, o con ansiedad y estrés. En el WHI-NBS, un subregistro adicional de ingesta energética, se encontraron diferencias en las minorías étnicas en comparación con sujetos blancos. En un estudio con personas de 70-79 años de edad (Sharhar et al)[6] que vivían en la comunidad, utilizando el método del agua doblemente marcada, se demostró que los infra-reportadores tenían significativamente mayor peso corporal que el resto de los participantes.

Debemos de tener en cuenta que la memoria comienza a fallar a partir de los 55 años de edad y la capacidad de recordar la dieta disminuye con la edad. Así, el recordatorio del consumo de alimentos de las últimas 24 horas (24HDR) y, en menor medida, el registro del consumo de alimentos durante 4 días (4DFR) pueden ser inadecuados, debido al deterioro cognitivo y a las alteraciones de la memoria a corto plazo. Es más, la validez de la información dietética reportada también disminuye con el incremento de la edad del que responde, debido a la pérdida de memoria o déficit visual. Los más ancianos se pueden cansar fácilmente con largos cuestionarios dietéticos y pueden necesitar más tiempo para completar el cuestionario. En estas circunstancias, con pacientes menos competentes, puede ser necesario obtener la información de cuidadores y otras fuentes. Por lo tanto, es muy importante que la elección de la evaluación dietética se tenga en cuenta las habilidades cognitivas y otras características de la población de edad avanzada. Sorprendentemente, pocos estudios han evaluado el uso y validez de los métodos de evaluación dietética en personas de edad avanzada, en particular en los clasificados como más ancianos[7,8].

Medición de la ingesta energética

Como se dijo anteriormente, los individuos obesos infraestiman la ingesta de alimentos en un 20-50% y según aumenta el grado de obesidad aumenta la subestimación de ingesta energética (IE) en el mismo grado[9]. Tales errores sistemáticos de información y los consiguientes sesgos disminuyen la capacidad de los investigadores para determinar la ingesta en personas con sobrepeso y obesidad; queda claro que los métodos para recoger datos basados en la percepción subjetiva de la ingesta energética no son buenos en el sobrepeso y obesidad. Por lo tanto, es importante examinar el alcance y naturaleza del subregistro de la ingesta de alimentos en obesos.

La medición del gasto energético (EE) con uso del agua doblemente marcada (DLW) ha sido utilizado para investigar la validez del auto-reporte de la ingesta dietética. Este método de validación se basa en la suposición de que la ingesta energética (IE) es igual al EE (obtenido con DLW) siempre y cuando el peso permanezca estable. Como se ha indicado anteriormente, la mayor discrepancia entre la percepción subjetiva de y el EE en relación con DLW ocurre en los obesos. Hise et al han realizado un estudio para validar estimada a partir de un diario de alimentos precodificado frente al gasto energético (EE), medido con el método del DLW, en un grupo de hombres de edad avanzada, con sobrepeso /obesidad[10]. Se evaluó la validez del uso combinado de registros de alimentos observados-grabados y el recordatorio del consumo de alimentos de 24 horas en la estimación de ingesta energética en individuos con sobrepeso y obesidad. Se midió durante más de 2 semanas en una cafetería universitaria y se realizó un recordatorio del consumo de alimentos durante 24 horas. Y los autores concluyeron que la combinación de registros de alimentos observados-grabados y el recordatorio de 24 horas es un método válido para medir el uso del método DLW está limitado, debido a su alto coste, y a la necesidad de equipo especializado. Para evitar estos problemas, se ha desarrollado un instrumento, el Sensor Wear Pro3 Brazalete (SWA;BodyMedia Inc., Pittsburg, PA, EE.UU.) que se puede utilizar para registrar el gasto energético en adultos sanos. Se demostró un nivel razonable de concordancia entre los métodos SWA y DLW (ICC = 0.63) para medir el EE en adultos con actividad libre durante los 10 días de monitorización[11]. Así, el SWA puede considerarse un método relativamente barato y práctico para la monitorización precisa del EE. Stea y cols.[12] validó, que se calcula a partir de un diario pre-codificado de alimentos (PFD), frente al EE medido con , en un grupo de hombres ancianos noruegos de 60-80 años de edad. Los participantes registraron su ingesta de alimentos durante cuatro días consecutivos utilizando un diario de alimentos, y a la vez utilizaron el brazalete SWA durante el mismo período. La EI media del grupo fue un 17% inferior al inicio del estudio y un 18% inferior después de la prueba, en comparación con el EE medido con el sensor SWA. La diferencia de medias de Bland-Altman para y el EE fue de 21,5 MJ/día (61.96 SD: 27,0, 4,0 MJ/día) al inicio del estudio y 21,6 MJ/día (26,6, 3,4 MJ/día) en el post-test. Los coeficientes intraclase de correlación (CPI) fue CI 0,30 (95%: 0,02, 0,54, p = 0,018) al inicio del estudio y 0,34 (0,06, 0,57, p = 0,009) en el post-test. Los valores más altos de infraregistro se encontraron en las personas con sobrepeso / obesidad, en comparación con las de peso normal, tanto antes como después de la prueba (P < 0,001), respectivamente. Por lo tanto, los autores concluyen que el PFD podría ser una herramienta útil para la estimación de la ingesta energética en hombres de edad avanzada con peso normal, pero parece ser menos adecuado para la estimación de la ingesta de energía en ancianos con sobrepeso/obesidad.

Medición de la ingesta proteica

Al medir el consumo de proteínas, se pueden utilizar biomarcadores de consumo de carne, como el N_2 en orina de 24 horas. Usando este biomarcador de la ingesta proteica, se encontró una asociación potencialmente positiva con el riesgo de diabetes en mujeres posmenopáusicas tras calibrar y ajustar el índice de masa corporal (IMC) en el estudio WHI. Este resultado es muy interesante ya que sugiere que el consumo de proteínas podría contribuir al riesgo de la diabetes a través de mecanismos independientes de grasa corporal. Y esta nueva asociación descrita es importante tenerla en cuenta en personas en riesgo de desarrollar diabetes. Pero de nuevo, este método puede que no sea útil en pacientes de edad avanzada a causa de problemas de incontinencia.

Medición de la ingesta de micronutrientes

Esta es un área de preocupación porque hay algunos micronutrientes que tienen una especial importancia en la población anciana; por ejemplo, la vitamina B12 está relacionada con el deterioro cognitivo, que incluso puede surgir sin que se presenten las alteraciones hematológicas típicas. Pero la estimación de la ingesta de micronutrientes es una tarea difícil y puede presentar desafíos adicionales en las personas de edad avanzada.

Grootenhuis y cols.[13] utilizaron un cuestionario de frecuencia de alimentos semicuantitativo para la investigación epidemiológica en ancianos, y lo validaron comparándolo con la historia dietética (DH). Encontraron un aceptable grado de concordancia con la ingesta de nutrientes y un alto coeficiente de correlación entre los cuestionarios de frecuencia de alimentos y el método de DH, así como ausencia de sesgos no constantes para la mayoría de los nutrientes y demostraron la capacidad del cuestionario para clasificar adecuadamente a los individuos en amplias categorías, demostrado una aceptable validez relativa. Utilizando el registro de consumo de alimentos de 4 días (4DFR) como método de referencia, Dumartheray y cols.[14] demostraron un buen nivel de estimación de la ingesta de nutrientes por FFQ para la mayoría de los micronutrientes evaluados. Esto demuestra que la variabilidad del consumo de nutrientes está relacionada con la ingesta energética. Messerer y cols.[15] evaluaron la validez de un FFQ autoadministrado y mostraron que, globalmente, si se añade información sobre el uso de suplementos dietéticos, se aumenta la validez estimada de los micronutrientes en un 13%, basándose en un FFQ autoadministrado.

Klipstein-Grobusch y cols.[16] evaluaron la validez relativa de la ingesta de micronutrientes estimada por un FFQ adaptado para la evaluación de la dieta en los ancianos, en comparación con un registro dietético estimado de 15 días (EDR). Los coeficientes de correlación observados en el presente estudio variaban en el rango de 0,5 a 0,9 para los datos crudos y de 0,4 a 0,8 para los datos ajustados, lo que indica relativamente una buena validez

y que era similar a los resultados de estudios de validación en el que se administraron, bien un FFQ, o bien una DH, a una población de edad avanzada. van de Rest et al. desarrollaron un FFQ para evaluar la ingesta de folato durante los últimos 3 meses en holandeses de edad avanzada, demostrando una débil correlación positiva entre la ingesta de folato estimada con el FFQ y las concentraciones de folato en suero (R 0,14), pero no con las de folato eritrocitario (r 0,05)[17]. Esta discrepancia podría explicarse por el hecho de que el folato sérico refleja la ingesta reciente y el folato eritrocitario refleja la ingesta a largo plazo y en este estudio, el FFQ evaluaba la ingesta de alimentos durante los 3 meses anteriores.

La ingesta dietética de β-caroteno estimada por diferentes FFQ se puede validar por las concentraciones plasmáticas de este micronutriente. Vioque et al. demostraron que las concentraciones plasmáticas de carotenos y vitamina C están más correlacionadas con la ingesta alimentaria en ancianos con peso normal que en ancianos con sobrepeso y obesidad, y que las correlaciones entre la ingesta habitual de este micronutriente evaluada por un FFQ y su concentración plasmática cambian cuando los participantes se agrupan en categorías según el IMC[18].

En una revisión sistemática de la literatura se identificaron los estudios que validaban la metodología utilizada en ancianos para medir la ingesta dietética habitual de micronutrientes[19]. La calidad de cada estudio de validación seleccionado se evaluó utilizando el sistema de puntuación EURRECA. Los estudios de validación se clasificaron según si el método de referencia aplicado reflejaba la ingesta a corto plazo (< 7 d), la ingesta a largo plazo (> 7 d) o utilizaban biomarcadores (BM). Se incluyeron un total de 33 publicaciones, 25 utilizaban diferentes FFQ como método de evaluación, 6 utilizaban historias dietéticas (DH), una utilizaba un recordatorio de 24 horas (24 horas) y otra un registro grabado en vídeo. Un total de 5 publicaciones analizaban BM, los cuales fueron utilizados para validar 4 FFQ, y un 24 HR, presentando muy buenas correlaciones sólo para vitamina E. El análisis de los coeficientes de correlación ponderados clasificados según fuera FFQ o DH, demostró que la mayoría de los micronutrientes presentaban correlaciones más altas cuando se utilizó la DH como método de evaluación dietética. Comparando solo los resultados de los FFQ, se demostraron muy buenas correlaciones para la medición a corto plazo de la ingesta de riboflavina y tiamina y a largo plazo de la ingesta de P y Mg.

Cuando se utilizan métodos de frecuencia, la inclusión de los suplementos dietéticos mejora su fiabilidad para la mayoría de micronutrientes. Comparando los métodos FFQ utilizados para evaluar la ingesta de micronutrientes con los métodos de referencia a corto plazo, se observaron muy buenas correlaciones para tiamina y riboflavina. Sin embargo, se observó una pobre correlación para β-caroteno. Cuando se comparan los FFQ utilizando la ingesta a largo plazo como método de referencia, se observa que un mayor número de micronutrientes presenta buenas correlaciones. También son muy buenos para medir la ingesta a largo plazo de fósforo y magnesio. No se observaron micronutrientes con bajas correlaciones cuando el método de referencia utilizado reflejaba el consumo a largo plazo. La ingesta de micronutrientes se correlaciona mejor con la ingesta diaria a largo plazo que a corto plazo.

Adicionalmente, cuando se utilizan BM como método de referencia, se encuentran muy buenas correlaciones para vitamina E y por el contrario, una pobre correlación con el folato. De acuerdo a esta revisión sistemática, al comparar diferentes métodos de validación, la DH presenta una mejor correlación cuando se utiliza como método de referencia EDR. Cuando se analiza la media de los coeficientes de correlación ponderada por la calidad del estudio y su distribución por FFQ o DH como métodos dietéticos validados, se observa que la mayoría de los micronutrientes mejora su correlación cuando se utiliza la DH como instrumento de estudio. En general, cuando se utilizan métodos de frecuencia para determinar la ingesta de micronutrientes, la inclusión de suplementos dietéticos mejora su fiabilidad para la mayoría de los nutrientes, observándose diferencias notables para el folato, retinol, vitaminas A, D, E y Zn. Por lo tanto, son necesarios más estudios para aclarar el número de items alimenticios y categorías de frecuencia que deben ser incluidos en los cuestionarios, para este grupo de población.

Ingesta de líquidos

Medir la ingesta de líquidos es crítica en los ancianos porque en la población de edad avanzada son propensos a la deshidratación. Hay varios factores que pueden favorecer la deshidratación: hipodipsia, uso de diuréticos, incontinencia, enfermedades gastrointestinales y ambientes calurosos.

Se han utilizado diferentes aproximaciones para evaluar la ingesta de bebidas en la población general, pero la validez de estas aproximaciones no ha sido establecida en la población de edad avanzada. La mayoría de los estudios sobre ingesta de líquidos se han centrado en la evaluación de los nutrientes asociados a la bebida, o a la ingesta de alcohol, o bien, han sido realizados en otro tipo de población, como niños y adolescentes. En la mayoría de los estudios, se han utilizado FFQ, registros del consumo de alimentos de varios días y el recordatorio de 24 horas para estimar la ingesta de bebidas. Los biomarcadores del consumo de bebidas son capaces de evaluar la ingesta dietética/estado de hidratación, sin el sesgo de los errores de ingesta dietética auto-referidos y también la variabilidad intra-individual. Se han propuesto diversos biomarcadores para evaluar la hidratación; sin embargo, hasta la fecha, no hay un biomarcador universalmente aceptado que refleje los cambios del estado de hidratación en respuesta a cambios en la ingesta de bebidas.

En una revisión reciente se han validado diferentes métodos de ingesta de bebidas vs. biomarcadores de

hidratación[22]. Los autores realizaron una revisión de la literatura científica para encontrar los cuestionarios de ingesta de bebidas disponibles en la literatura científica, para evaluar la ingesta de bebida y el estado de hidratación, previamente validados con biomarcadores de hidratación. Sólo se seleccionaron dos artículos, en los cuales, se validaban dos cuestionarios diferentes de ingesta de bebidas, diseñados para captar el consumo habitual de bebidas, con el biomarcador de gravidez específica de la orina. El "Cuestionario de Balance Hídrico" ("Water balance questionnaire") (WBQ)[23] no encontró correlaciones en el primer estudio y el "Cuestionario de Ingesta de Bebidas" (Beverage Intake Questionnaire), un cuestionario de frecuencia alimentaria cuantitativa en el segundo estudio, también encontró una correlación negativa. El FFQ parece medir mejor el consumo de bebidas que el WBQ cuando se compara con los biomarcadores. Sin embargo, el WBQ parece ser un método más completo para evaluar el balance hídrico de una población dada. Los autores concluyen que se necesitan más estudios para entender el significado de las diferentes correlaciones entre las estimaciones de ingesta y los biomarcadores de hidratación en distintos grupos de población y entornos.

Evaluación de la malnutrición en el anciano

La desnutrición es muy frecuente entre los ancianos hospitalizados, afectando desde el 30% al 50%, dependiendo de la población de pacientes y de los criterios utilizados para el diagnóstico. La prevalencia de desnutrición en los ancianos que viven en la comunidad es más baja, de alrededor del 2%, y el riesgo de desnutrición es del 24%. Los ancianos en residencias tienen una prevalencia de desnutrición de alrededor del 10%, y el riesgo de desnutrición de hasta un 45%. La desnutrición se asocia con deterioro funcional y cognitivo. Por lo tanto, la identificación en etapas precoces de los que están desnutridos y en riesgo de desnutrición es importante para tratarlos en una etapa temprana y mejorar el pronóstico general, reduciendo los costes sanitarios.

Disponemos de múltiples herramientas de despistaje y evaluación de la desnutrición, para identificar el riesgo de desnutrición y para diagnosticar esta afección. Idealmente, la evaluación nutricional debe ser práctica, fácil de realizar, no invasiva, bien tolerada, barata, que no requiera el uso de dispositivos o exámenes complementarios, aplicable a enfermos encamados, y que además presente una sensibilidad y especificidad apropiada y con resultados inmediatos. La Valoración Global Subjetiva (SGA) es una de las herramientas de evaluación nutricional más utilizada y fiable para detectar pacientes con malnutrición establecida[25]. El Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) fue desarrollado para detectar tanto la desnutrición como la obesidad en adultos[26]. El Nutritional Risk Score (NRS) es la herramienta de selección preferible para pacientes hospitalizados[27]. El Mini Nutritional Assessment (MNA) y su forma corta (MNA-SF) fueron desarrollados específicamente para evaluar el riesgo nutricional en ancianos[28]. Ambos son sensibles, específicos y precisos en la identificación de riesgo nutricional.

El MNA es una herramienta de despistaje y de evaluación con una escala fiable y umbrales claramente definidos, que puede ser utilizada por los profesionales de la salud. Una puntuación baja MNA se asocia con un aumento de la mortalidad y mayor estancia hospitalaria. El MNA detecta el riesgo de desnutrición antes de que se produzca un cambio importante del peso o de las proteínas séricas. El MNA también se puede utilizar como herramienta de evaluación para el seguimiento. Por lo tanto, debe incluirse en la evaluación geriátrica y se propone dentro de los datos mínimos establecidos para las intervenciones nutricionales.

El Índice de Riesgo Nutricional Geriátrico (GNRI) es una herramienta propuesta inicialmente para predecir las complicaciones relacionadas con la nutrición en el ámbito de la atención subaguda[29]. Se ha validado en ancianos hospitalizados, comprobando su capacidad para predecir el resultado, mediante su comparación con el Mini Nutritional Assessment (MNA), en una cohorte prospectiva de 131 pacientes (edad media 69,32 $\pm$ 8,17 años) que ingresaron consecutivamente a la sala de agudos de medicina geriátrica. Los pacientes fueron seguidos durante 6 meses para la detectar las principales complicaciones de salud, como la prolongación de la estancia hospitalaria, las complicaciones infecciosas y la mortalidad. El GNRI mostró un valor pronóstico más alto para la descripción y clasificación del estado nutricional y de las complicaciones relacionadas con la nutrición en pacientes ancianos hospitalizados, además de su simplicidad[30].

Se realizó un estudio para comparar la correlación entre el MNA y el GNRI con datos antropométricos, bioquímicos, mediciones del estado funcional (índice de Barthel) y las complicaciones relacionadas con la nutrición (como las infecciones y las úlceras de decúbito) en una muestra de sujetos mayores ingresados en el hospital[31]. La concordancia entre el MNA y el GNRI fue del 39%. Las diferencias más significativas se detectaron en el peso, índice de masa corporal, la circunferencia del brazo y de la pantorrilla y la pérdida de peso. El Índice de Barthel fue significativamente diferente en ambas evaluaciones. El MNA y el GRNI tenían correlaciones significativas con la albúmina, las proteínas totales, la transferrina, la circunferencia de brazo y pantorrilla, parámetros de pérdida de peso y el IMC. Por lo tanto, sería razonable utilizar el GRNI en los casos en que el MNA no es aplicable, o incluso utilizar el GRNI como complemento al MNA en los pacientes ancianos hospitalizados, ya que estos pacientes podrían beneficiarse de una intervención nutricional más eficaz.

Medición de la obesidad en el anciano: obesidad sarcopénica

La obesidad es reconocida como un factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y

diabetes, pero en varias enfermedades crónicas, un IMC más alto puede estar asociado con una menor mortalidad y un mejor resultado, en comparación con un peso normal. Este efecto protector de la obesidad se ha descrito como la "paradoja de la obesidad" o "epidemiología inversa". La paradoja de la obesidad se notificó principalmente en personas de edad avanzada. Lainscak et al evaluaron nueve estudios a gran escala sobre la paradoja de la obesidad en enfermedades crónicas[32]. Ocho de los estudios incluyeron sujetos con una media de edad superior a 62 años. La paradoja de la obesidad puede explicarse, en parte, por la falta de la capacidad de discriminación del IMC, para diferenciar entre la masa corporal magra y masa grasa, ya que el IMC no tiene en cuenta la distribución de la grasa corporal. En los ancianos, la prevalencia de la obesidad abdominal definida por la circunferencia de la cintura es mayor que la prevalencia de la obesidad, definida por IMC[33]. La mayor mortalidad en las categorías bajas de IMC puede ser debido a la obesidad sarcopénica que se caracteriza por baja masa muscular y fuerza, mientras que la masa grasa se puede conservar o incluso aumentar. Los cambios en la composición muscular (infiltración grasa en el músculo o marmoleado) también son importantes. La sarcopenia agrava la resistencia a la insulina y disglucemia tanto en individuos no obesos, como en obesos, y aumenta el riesgo de resultados adversos, como la discapacidad física, la mala calidad de vida y la muerte. Así, en los ancianos el IMC no es muy útil, y es mejor evaluar el estado funcional, a través de la cantidad de masa muscular y su función, principalmente la fuerza y el rendimiento físico. El desafío es determinar cuál es la mejor manera de medir con precisión el estado funcional. La medida de la velocidad de la marcha se ha demostrado que es la manera más fiable para detectar la sarcopenia en la práctica clínica. Una velocidad de </s identifica riesgo de sarcopenia[34].

Asimismo, se ha descrito una relación entre la fuerza de prensión y la mortalidad en la población de edad avanzada en el Leiden Study 85-plus[35] y se han establecido los valores de referencia normales de la fuerza de prensión en sujetos adultos sanos, utilizando la dinamometría de la mano[36].

El Índice de Forma Corporal (ABSI) es un prometedor índice, desarrollado recientemente, para cuantificar el riesgo asociado con la obesidad abdominal, independientemente del índice de masa corporal[37]. El ABSI parece ser superior a otras medidas basadas en la antropometría de adiposidad, como el índice cintura-cadera. Varios estudios han encontrado asociaciones entre ABSI y otros resultados adversos, como diabetes[38], síndrome metabólico[39] e HTA[40]. Un ABSI por encima del promedio se asoció con mayor riesgo de muerte en el National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 1999-2004[42]. Es más, el ABSI resultó ser un predictor robusto de mortalidad en el Health and Lifestyle Survey (HALS)[42,43], una gran muestra nacional de Reino Unido.

En resumen, a partir de esta revisión, subrayamos las dificultades en la realización de los estudios nutricionales en la población anciana. Aunque se han logrado avances importantes en el conocimiento durante las últimas dos décadas, se necesitan más estudios para clarificar los mejores métodos, y más simples, para estimar con precisión la ingesta de alimentos y líquidos en la población de edad avanzada, y para evaluar su estado nutricional.

Referencias

1. World Health Organization (2013) The European Health Report 2012: charting the way to well-being. Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe.
2. Granic A, Andel R, Dahl AK, Gatz M, Pedersen NL. Midlife dietary patterns and mortality in the population-based study of Swedish twins. *J Epidemiol Community Health* 2013; 67 (7): 578-86.
3. Ford DW, Jensen GL, Hartman TJ, Wray L, Smiciklas-Wright H. Association between dietary quality and mortality in older adults: a review of the epidemiological evidence. *J Nutr Gerontol Geriatr* 2013; 32 (2): 85-105.
4. Tooze JA, Subar AF, Thompson FE, Troiano R, Schatzkin A, Kipnis V. Psychosocial predictors of energy underreporting in a large doubly labeled water study. *Am J Clin Nutr* 2004; 79 (5): 795-804.
5. Subar AF, Kipnis V, Troiano RP, Midthune D, Schoeller DA, Bingham S et al. Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults: the OPEN study. *Am J Epidemiol* 2003; 158 (1): 1-13.
6. Shahar DR, Yu B, Houston DK, Kritchevsky SB, Newman AB, Sellmeyer DE, et al. Misreporting of energy intake in the elderly using doubly labeled water to measure total energy expenditure and weight change. *J Am Coll Nutr* 2010; 29 (1): 14-24.
7. Ortiz-Andrellucchi A, Sánchez-Villegas A, Doreste-Alonso, J de Vies J, de Groot L, Serra-Majem L Dietary Assessment Methods for micronutrient intake in elderly people: a systematic review. *Br J Nutr* 2009; 102 (Suppl. 1): S118-149.
8. Long JD, Littlefield LA, Estep G, Martin H, Rogers TJ, Boswell C, et al. Evidence review of technology and dietary assessment. *Worldviews Evid Based Nurs* 2010; 7 (4): 191-204.
9. Livingstone MBE, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr* 2003; 133: S895-S920.
10. Hise ME, Sullivan DK, Jacobsen DJ, Johnson SL, Donnelly JE. Validation of energy intake measurements determined from observer-recorded food records and recall methods compared with the doubly labeled water method in overweight and obese individuals. *Am J Clin Nutr* 2002; 75 (2): 263-7.
11. Johannsen DL, Calabro MA, Stewart J, Franke W, Rood JC et al. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42 (11): 2134-40.
12. Stea TH, Andersen LF, Paulsen G, Hetlelid KJ, Lohne-Seiler H, Adnanes S et al. Validation of a Pre-Coded Food Diary Used among 60-80 Year Old Men: Comparison of Self-Reported Energy Intake with Objectively Recorded Energy Expenditure. PLoS ONE. 2014;9(7): e102029. doi:10.1371/ journal.pone.0102029.
13. Grootenhuis PA, Westenbrink S, Sie CM, de Neeling JN, Kok FJ, Bouter LM. A semiquantitative food frequency questionnaire for use in epidemiologic research among the elderly: validation by comparison with dietary history. *J Clin Epidemiol* 1995; 48 (7): 859-68.
14. Dumartheray EW, Krieg MA, Cornuz J, Whittamore DR, Lovell DP, Burckhardt P et al. Validation and reproducibility of a semi-quantitative food frequency questionnaire for use in elderly Swiss women. *J Hum Nutr Diet* 2006; 19 (5): 321-30.
15. Messerer M, Johansson SE & Wolk A. The validity of questionnaire-based micronutrient intake estimates is increased by including dietary supplement use in Swedish men. *J Nutr* 2004; 134 (7): 1800-5.
16. Klipstein-Grobusch K, den Breeijen JH, Goldbohm RA, Geleijnse JM, Hofman A, Grobbee DE, et al. Dietary assessment in the elderly: validation of a semiquantitative food frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 1998; 52 (8): 588-96.

17. Van de Rest O, Durga J, Verhoef P, Melse-Boonstra A, Brants HA. Validation of a food frequency questionnaire to assess folate intake of Dutch elderly people. *Br J Nutr* 2007; 98 (5): 1014-20.
18. Vioque J, Weinbrenner T, Asensio L, Castelló A, Young IS, Fletcher A. Plasma concentrations of carotenoids and vitamin C are better correlated with dietary intake in normal weight than overweight and obese elderly subjects. *Br J Nutr* 2007; 97 (5): 977-86.
19. Serra-Majem L, Frost Andersen L, Henríque-Sánchez P, Doreste-Alonso J, Sánchez-Villegas A, Ortiz-Andrelluchi A, et al. Evaluating the quality of dietary intake validation studies. *Br J Nutr* 2009; 102 (Suppl. 1): S3-S9.
20. Serra-Majem L, Santana-Armas JF, Ribas L, Salmona E, Ramon JM, Colom J, et al. A comparison of five questionnaires to assess alcohol consumption in a Mediterranean population. *Public Health Nutr* 2002; 5 (4): 589-94.
21. Hedrick VE, Savla J, Comber DL, Flack KD, Estabrooks PA, Nsiah-Kumi PA et al. Development of a brief questionnaire to assess habitual beverage intake (BEVQ-15): sugar-sweetened beverages and total beverage energy intake. *J Acad Nutr Diet* 2012; 112 (6): 840-9.
22. Nissensohn M, Ruano C, Serra-Majem L. Validation of beverage intake methods vs. hydration biomarker: a short review. *Nutr Hosp* 2013; 28 (6): 1815-9.
23. Malisova O, Bountziouka V, Panagiotakos DB, Zampelas A, Kapsokefalou M. The water balance questionnaire: design, reliability and validity of a questionnaire to evaluate water balance in the general population. *Int J Food Sci Nutr* 2012; 63 (2): 138-44.
24. Hedrick VE, Comber DL, Estabrooks PA, Savia J, Davy BM. The beverage intake questionnaire: determining initial validity and reliability. *J Am Diet Assoc* 2010; 110 (8): 1227-32.
25. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA, et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *J Parenter Enteral Nutr* 1987; 11 (1): 8-13.
26. Stratton RJ, King CL, Stroud MA, Jackson AA, Elia M. Malnutrition Universal Screening Tool' predicts mortality and length of hospital stay in acutely ill elderly. *Br J Nutr* 2006; 95 (2): 325-30.
27. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z, Ad Hoc ESPEN Working Group. Nutritional risk screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003; 22 (3): 321-36.
28. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature—What does it tell us? *J Nutr Health Aging* 2006; 10 (6): 466-85; discussion 485-7.
29. Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, Coulombel I, Vincent JP, Nicolis I et al. Geriatric Nutritional Risk Index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *Am J Clin Nutr* 2005; 82 (4): 777-83.
30. Abd-El-Gawad WM, Abou-Hashem RM, El Maraghy MO, Amin GE. The validity of Geriatric Nutrition Risk Index: Simple tool for prediction of nutritional-related complication of hospitalized elderly patients. Comparison with Mini Nutritional Assessment. *Clin Nutr* 2014; 33 (6): 1108-16.
31. Durán P, Villarroel R, Formiga F, Virgili N, Vilarasau C. Assessing risk screening methods of malnutrition in geriatric patients: Mini Nutritional Assessment (MNA) versus Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI). *Nutr Hosp* 2012; 27 (2): 590-8.
32. Lainscak M, von Haehling S, Doehner W, Anker SD. The obesity paradox in chronic disease: facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* 2012; 3 (1): 1-4.
33. Mathus-Vliegen EM; Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of Obesity. Prevalence, pathophysiology, health consequences and treatment options of obesity in the elderly: a guideline. *Obes Facts* 2012; 5 (3): 460-83.
34. Cesari M1, Kritchevsky SB, Penninx BW, Nicklas BJ, Simonsick EM, Newman AB, et al. Prognostic value of usual gait speed in well-functioning older people-results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* 2005; 53 (10): 1675-80.
35. Ling CH, Taekema D, de Craen AJ, Gussekloo J, Westendorp RG, Maier AB. Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *CMAJ* 2010; 182 (5): 429-35.
36. Luna-Heredia E1, Martín-Peña G, Ruiz-Galiana J. Handgrip dynamometry in healthy adults. *Clin Nutr* 2005; 24 (2): 250-8.
37. Ahima RS, Lazar MA, The health risk of obesitybetter metrics imperative. *Science* 2013; 341 (6148): 856-8.
38. He S, Chen X. Could the new body shape index predict the new onset of diabetes mellitus in the Chinese population? *PLoS ONE* 2013; 8 (1): e50573.
39. Matsha TE, Hassan MS, Hon GM, Soita DJ, Kengne AP, Erasmus RT. Derivation and validation of a waist circumference optimal cutoff for diagnosing metabolic syndrome in a South African mixed ancestry population. *International Journal of Cardiology* 2013; 168 (3): 2954-5.
40. Duncan MJ, Mota J, Vale S, Santos MP, Ribeiro JC. Associations between body mass index, waist circumference and body shape index with resting blood pressure in Portuguese adolescents. *Annals of Human Biology* 2013; 40 (2): 163-7.
41. Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index. *PLoS ONE* 2012; 7 (7): e39504.
42. Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic Association of Mortality Hazard with Body Shape. Li S, ed. *PLoS ONE* 2014; 9 (2): e88793.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):88-95
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5056

Métodos de cribado y métodos de evaluación rápida

Carmen Pérez Rodrigo[1], Luis Juan Morán Fagúndez[2], Pilar Riobó Servan[3], Javier Aranceta[4,5,6]

[1]Fundación FIDEC. Bilbao (Spain). [2]Sociedad Andaluza de Nutrición Clínica y Dietética (SANCYD). [3]Departamento de Endocrinología y Nutrición. Hospital Fundación Jiménez Díaz-IDC-Salud. [4]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [5]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Científic de Barcelona. [6]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

Resumen

En las dos últimas décadas se han desarrollado y validado instrumentos sencillos que permiten valorar aspectos concretos de la ingesta dietética o bien un perfil general que puede compararse con patrones dietéticos de referencia como la Dieta Mediterránea o bien con las recomendaciones de las Guías Alimentarias. Son instrumentos rápidos, sencillos y fáciles de utilizar por personal no especializado sin necesidad de un entrenamiento específico. Estas herramientas son de utilidad tanto en el ámbito clínico como en Atención Primaria o en la comunidad como instrumento de triage, como herramienta de cribado con el fin de identificar individuos o grupos de población con riesgo que requieran mayor atención o incluso se han utilizado en estudios para investigar entre aspectos concretos de la dieta y resultados de salud. También se utilizan en intervenciones sobre cambio de conductas alimentarias como herramienta diagnóstica o de autoevaluación, o para facilitar consejo personalizado en intervenciones a través de páginas web o de aplicaciones móviles. Existen algunos instrumentos específicos para su utilización en niños, en adultos, en ancianos o en grupos específicos de población.

Palabras clave: *Análisis de la ingesta. Cribado. Evaluación rápida. Instrumentos breves.*

SCREENERS AND BRIEF ASSESSMENT METHODS

Abstract

In the last two decades easy-to-use simple instruments have been developed and validated to assess specific aspects of the diet or a general profile that can be compared with a reference dietary pattern as the Mediterranean Diet or with the recommendations of the Dietary Guidelines. Brief instruments are rapid, simple and easy to use tools that can be implemented by unskilled personnel without specific training. These tools are useful both in clinical settings and in Primary Health Care or in the community as a tool for triage, as a screening tool to identify individuals or groups of people at risk who require further care or even they have been used in studies to investigate associations between specific aspects of the diet and health outcomes. They are also used in interventions focused on changing eating behaviors as a diagnostic tool, for self-evaluation purposes, or to provide tailored advice in web based interventions or mobile apps. There are some specific instruments for use in children, adults, elderly or specific population groups.

Key words: *Dietary assessment. Screening. Rapid assessment. Brief instruments.*

Abreviaturas

CDC: Centres for Disease Control and Prevention.
CADET: Child And Diet Evaluation Tool.
CNQ: Child Nutrition Questionnaire.
DILQ: Day In The Life Questionnaire.
DINE: Dietary Intervention In Primary Care.
DSQ: Dietary Screener Questionnaire.
ERR: Evaluación Rural Rápida.
ERP: Evaluación Rural Participativa.
FEAHQ: Family Eating And Activity Habits Questionnaire.
HBSC: Health Behaviour In School-Aged Children.
CFC: Cuestionarios de Frecuencia de Consumo.
PREDIMED: Prevención con Dieta Mediterránea.
RFMMB: Risk Factor Monitoring And Methods Branch.
SNAPTM: Synchronised Nutrition And Activity Programme.

Introducción

Los Métodos de Evaluación Rápida fueron diseñados por Chambers y colaboradores en los años setenta para su uso en las comunidades rurales de los países en vías de desarrollo y fueron modificados más adelante en los años ochenta. Estos métodos, Evaluación Rural Rápida (ERR) y Evaluación Rural Participativa (ERP), basados en métodos de evaluación cualitativos, fueron desarrollados para ser utilizados por investigadores de campo en contextos con recursos limitados, falta de profesionales cualificados para llevar a cabo encuestas a gran escala con el objetivo de identificar problemas y realizar seguimientos, pero donde se requiere información para acciones inmediatas y toma de decisiones[1].

Correspondencia: Carmen Pérez Rodrigo.
Fundación FIDEC.
C/ Guturbay, s/n.
48010 Bilbao. España.
E-mail: carmenperezrodrigo@gmail.com

Los datos recogidos mediante estos métodos permiten trazar un mapa de análisis de situación, identificar y priorizar problemas así como identificar grupos de riesgo. Sin embargo, los métodos breves no son útiles para detectar individuos en situación de riesgo que puedan necesitar una intervención inmediata por su estado fisiológico, condición, o cualquier otra circunstancia. Los cuestionarios de evaluación rápida desarrollados en las últimas décadas han tratado de responder esas necesidades[2].

Los instrumentos de evaluación rápida consisten en cuestionarios que permiten identificar factores de riesgo de malnutrición clave o patrones de consumo inadecuado de grupos específicos de alimentos. En base a estos factores de riesgo, se desarrollan algoritmos adecuados para calcular escalas de puntuación asociadas a cada herramienta de cribado. Las puntuaciones normalmente se categorizan según rangos de puntuación en la escala y a continuación las correspondientes acciones adecuadas o decisiones a adoptar. Muchos de estos instrumentos están diseñados en formatos agradables para el usuario y fáciles de aplicar, así que los pueden utilizar enfermeras o trabajadores sociales en su actividad rutinaria en atención primaria, en entornos comunitarios en el campo de la promoción de salud o en intervenciones comunitarias[3,4].

Habitualmente en la práctica clínica, especialmente en Atención Primaria, el limitado tiempo y los recursos disponibles hacen que sea difícil llevar a cabo evaluaciones nutricionales exhaustivas. Además, los profesionales sanitarios no suelen estar bien formados y entrenados en los procedimientos y métodos de evaluación nutricional. Por lo tanto, este tipo de instrumentos de evaluación rápida de fácil manejo y listas para su aplicación por personal sin formación o cualificación específica son de gran utilidad[5].

Las herramientas de cribado nutricional tuvieron un gran desarrollo en tres áreas fundamentales. Por un lado, en la práctica clínica para identificar pacientes en situaciones que comprometen su estado nutricional y requieren una intervención eficaz, ya sea con un objetivo preventivo o de tratamiento, como el riesgo cardiovascular, pacientes con cáncer, pacientes candidatos para un tratamiento de cirugía y otros problemas o situaciones específicas.

Por otra parte, se han desarrollado varias herramientas para su aplicación en ancianos. Debido a las características específicas fisiológicas, clínicas y socioeconómicas asociadas con los procesos de envejecimiento, los ancianos son un grupo de riesgo importante y es necesario identificar individuos que puedan estar en situaciones vulnerables de malnutrición para poder proporcionarles los servicios de atención social y sanitaria adecuados.

La evaluación de los hábitos alimentarios tiene especial interés en la infancia y adolescencia como información relevante para el seguimiento del crecimiento y desarrollo adecuados y también, con fines de promoción de la salud y educación nutricional. Recientemente se han desarrollado herramientas de evaluación rápida y de auto-evaluación para su utilización en intervenciones de promoción de la salud orientadas a la modificación de hábitos alimentarios. La tabla I resume los diferentes tipos de herramientas de cribado desarrolladas en los últimos años, con algunos ejemplos, ámbito de aplicación, grupo de población objetivo y principales características.

Instrumentos cortos de evaluación dietética

En algunas investigaciones y/o fines de interés en salud pública puede que un cuestionario exhaustivo de evaluación de los hábitos de consumo alimentario y del estado nutricional no sea un procedimiento viable. Por tanto, se han desarrollado instrumentos de evaluación breve y herramientas de cribado normalmente para evaluar uno o dos nutrientes o grupos de alimentos. Generalmente son cuestionarios en los que se pregunta sobre la frecuencia de consumo pero no incluyen el tamaño de la ración consumida. Este tipo de herramientas son útiles para identificar individuos con una ingesta muy baja o elevada. Los instrumentos rápidos pueden ser cuestionarios de frecuencia de consumo (CFC) simplificados y centrados solo en algunos alimentos o grupos de alimentos, o bien cuestionarios que sobre otras conductas y hábitos alimentarios específicos, diferentes a la frecuencia de consumo de alimentos[2-4].

La mayor parte de los instrumentos rápidos desarrollados se ha centrado en el consumo de frutas y verduras y de grasas, aunque también se han desarrollado instrumentos para evaluar la ingesta de proteínas, calcio, bebidas azucaradas y otros alimentos. Es frecuente que solo sea necesario evaluar la ingesta de entre 15 y 30 alimentos para tener una buena representación de la mayor parte de la ingesta de un nutriente de interés en concreto. Los instrumentos del tipo frecuencia de consumo de alimentos que se utilizan para medir el consumo de frutas y verduras tienen una extensión variable, que va desde una única pregunta general hasta 45 o más preguntas específicas[6,7].

Usos

Estos instrumentos pueden ser útiles en situaciones que no requieran una evaluación total de la dieta o estimaciones cuantitativas precisas de la ingesta. Por ejemplo, se puede utilizar un instrumento de evaluación dietética rápida de algunos componentes específicos para el cribado de un gran número de individuos y así identificar rápidamente y centrar la atención en las personas o grupos de personas que más necesitan una intervención[3].

También se han utilizado instrumentos rápidos en intervenciones sobre un aspecto concreto de la dieta para hacer el seguimiento de los posibles cambios. Sin embargo, se ha sugerido que las respuestas a preguntas sobre la dieta que están directamente relacionadas con los mensajes de la intervención pueden estar sesgadas y,

Tabla I
Tipos de instrumentos de valoración clínica de aplicación rápida, población diaria y usos

Tipo de cuestionario	*Ejemplos*	*Grupo diana*	*Usos*
Cuestionario de cribado comunitario	NSI Levell I (DETERMINE)	Ancianos	Atención Primaria Servicios Sociales
	Healthy Eating Index	Niños Adultos	Atención Primaria Salud Escolar
	KIDMED Kreceplus	Niños y adolescentes	Atención Primaria Salud Escolar Promoción de Salud
	CADET CNQ	Niños	Atención Primaria Salud Escolar Promoción de Salud
	MEDAS	Adultos	Atención Primaria
	DINE	Adultos	Atención Primaria Promoción de Salud
Vigilancia	Cuestionario de cribado dietético utilizado en NHANES 2009-10	Adultos Niños	Salud Pública Promoción de Salud
	Cuestionario de cribado dietético utilizado en HBSC	Adolescentes	Salud Pública Promoción de Salud
	Cuestionario de cribado dietético utilizado en NHS	Adolescentes Adultos	Salud Pública Promoción de Salud
	Cuestionario de cribado dietético utilizado en 2010 en el NHIS Cancer Control Supplement (CCS)		Salud Pública Promoción de Salud
Cuestionario cribado de malnutrición	Valoración Global Subjetiva	Pacientes hospitalizados Ancianos	Atención Primaria Hospital Residencias de ancianos
	MNA MNA-SF	Pacientes ancianos	Residencias de ancianos Centros de día Atención Primaria Hospital
	MUST	Pacientes hospitalizados	Hospital
	NSI. Nivel II y Nivel III	Ancianos	Atención Primaria Hospital
Promoción de salud y consejo personalizado	Pro Children	Niños Adultos	Salud Escolar Promoción de Salud

además, este tipo de instrumentos carecen de la sensibilidad necesaria para detectar cambios. No se recomienda utilizar solamente instrumentos rápidos de cribado como única medida para detectar cambios en la evaluación de intervenciones, ya que la exposición a la intervención en sí puede crear diferencias por sesgo de respuesta en la información referida por el grupo de intervención en relación con el grupo control[2,4].

Con frecuencia se utilizan instrumentos breves sobre algunos componentes específicos de la dieta, como las frutas y verduras, o conductas y prácticas alimentarias de especial interés, como por ejemplo el desayuno o hábitos alimentarios específicos, con fines de vigilancia de la población. En Estados Unidos, la *Risk Factor Monitoring and Methods Branch* (RFMMB) ha desarrollado varios instrumentos rápidos que evalúan el consumo de frutas y verduras, el porcentaje de energía a partir de la ingesta lipídica, fibra, azúcares añadidos, cereales integrales, calcio, lácteos, carnes rojas y procesadas, etc. que se utilizan en el Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo Conductuales del Centro para el Control de Enfermedades y Prevención (CDC)[2-4,6,7]. El Dietary Screener Questionnaire-Cuestionario de Cribado Dietético (DSQ, por sus siglas en inglés) es uno de los instrumentos desarrollados por el RFMMB y evalúa el consumo de fruta y verdura, lácteos/calcio, azúcares añadidos, cereales integrales/fibra, carnes rojas y procesadas. El instrumento consta de 26 preguntas sobre la frecuencia de consumo en el mes pasado de una selección de alimentos y bebidas de interés[4].

Grandes estudios como las Encuestas Nacionales de Salud en muchos países, el estudio Health Behaviour in School-aged Children-Conductas relacionadas con la Salud de los Escolares (HBSC, por sus siglas en inglés) y

otras encuestas de vigilancia incluyen también este tipo de instrumentos en sus protocolos[2,3]. Asimismo, los cuestionarios de evaluación rápida se pueden utilizar para analizar las relaciones entre algunos aspectos específicos de la dieta y otras exposiciones[4]. Por último, algunos grupos utilizan métodos de cribado rápido para evaluar la eficacia de iniciativas políticas[7].

Los instrumentos rápidos muchas veces combinan preguntas de frecuencia de consumo de alimentos y preguntas sobre conductas para evaluar múltiples patrones dietéticos, incluso preguntas que reflejan el consumo emocional y conductas impulsivas de consumos entre horas. Algunos cuestionarios breves de cribado han simplificado las opciones de respuesta para que a los encuestados les resulte más sencillo y rápido responder, con preguntas que solo requieren respuestas tipo Si o No. Con este mismo planteamiento se han desarrollado algunos instrumentos breves como un recuerdo de 24 horas modificado. En este caso, el cuestionario consiste en una lista cerrada de alimentos pre-codificada y se pregunta al encuestado si consumió estos alimentos el día anterior, y a veces también incluyen preguntas sobre el tamaño de las racione consumidas[4,7].

Se pueden utilizar instrumentos rápidos adecuados para estimar la ingesta dietética de algunos componentes de patrones alimentarios definidos, como la Dieta Mediterránea o los patrones dietéticos definidos por el USDA. También se pueden utilizar para evaluar el grado de adherencia a las Guías Alimentarias y recomendaciones, estimando el coste de alimentos y dietas saludables[3,4].

Los riesgos relacionados con la dieta se han identificado como el principal factor de riesgo responsable de la mayor parte de la carga atribuible de enfermedad expresada como porcentaje de años potenciales de vida ajustados por discapacidad (DALYs, por sus siglas en inglés) en España y en muchos otros países en 2012. Un valor elevado para el índice de masa corporal ocupaba el segundo lugar y la inactividad física fue el sexto factor de riesgo. La evidencia respalda que un bajo consumo de frutas y verduras, la tendencia a un balance energético positivo por una ingesta de energía elevada y bajos niveles de actividad física junto con un estilo de vida sedentario, la baja ingesta de fibra y la ingesta elevada de grasa se encuentran entre los principales factores de riesgo dietéticos asociados con las enfermedades crónicas y DALYs[8].

Se han desarrollado y testado varios instrumentos rápidos con fines de cribado y en intervenciones orientadas a la modificación de conductas. Han sido especialmente útiles en intervenciones que incluían autoevaluación, fijación de objetivos (*goal setting)* y acciones de consejo personalizado bien en formato tradicional, a través de páginas web o incluso en intervenciones más recientes, utilizando las nuevas tecnologías, como las que han implementado apps y juegos serios para teléfonos móviles o tabletas[9,10].

Una revisión reciente de estudios que investigaban la relación entre el entorno alimentario y varios resultados dietéticos se reflejaba que en dos tercios de los estudios incluidos en el trabajo se habían evaluado los resultados sobre la dieta utilizando un instrumento rápido, como un cribado o simplemente una o dos preguntas. Los componentes dietéticos estudiados con más frecuencia en estos estudios fueron las frutas y/o verduras, bebidas azucaradas y comida rápida. Los autores manifestaban su inquietud por el posible sesgo en las estimaciones[7].

Las estimaciones resultantes obtenidas a partir de estos cuestionarios pueden ser cuantitativas o cualitativas, dependiendo del instrumento.

Validez

Los métodos de cribado son más cortos y menos detallados que una evaluación dietética completa, por tanto son menos precisos. Sin embargo, calibrar un cuestionario de cribado comparándolo con el método recuerdo de 24h, más preciso, puede ser interesante para comprobar que con el método abreviado se obtienen las mejores estimaciones y con más precisión posible. Se han desarrollado y validado muchos cuestionarios cortos con formato de cuestionario de frecuencia de consumo, comparándolos con registros de alimentos o recuerdos 24 horas de varios días, CFC completos o biomarcadores de la ingesta. También se han desarrollado y validado CFC breves que evalúan la exposición a un solo componente de la dieta para proteínas, calcio, hierro, isoflavonas, fitoestrógenos, derivados de la soja, folato, tentempiés azucarados, aminas aromáticas heterocíclicas, y alcohol[11].

Algunos instrumentos se han evaluado en estudios transversales realizados en población general. Un ejemplo es el cuestionario KIDMED desarrollado en España para evaluar la adherencia a la dieta mediterránea, evaluado en el estudio poblacional enKid. En otros casos se han validado en muestras seleccionadas específicamente en la investigación de intervenciones[12].

Las estimaciones de ingesta realizadas con cuestionarios cortos no son tan precisas como las obtenidas con los métodos más detallados. Este tipo de instrumentos de evaluación de la ingesta pueden ser más útiles para caracterizar la mediana de las ingestas en una población; permiten discriminar entre individuos o poblaciones con elevadas frente a los de ingestas bajas; explorar relaciones entre aspectos de la dieta y otras variables; y comparar los hallazgos de un estudio pequeño con estudios poblacional de mayor tamaño[2,4]. Sin embargo, los instrumentos cortos de análisis de la ingesta por lo general no sirven para caracterizar la distribución de la ingesta habitual de una población. Este tipo de información se necesita para estimar la prevalencia de ingestas por encima o debajo de un nivel dado. Tampoco sirven para evaluar con exactitud la ingesta de un individuo y puede que no sean adecuados para valorar los cambios en estudios de intervención[2,4].

Los estudios de validación de los instrumentos cortos del CDC y del programa 5-al Día para evaluar la ingesta de fruta y verdura sugieren que normalmente subestiman la ingesta real, a menos que se consideren ajustes

en el tamaño de las raciones[2,6,7,13]. En algunos estudios se han utilizado versiones revisadas de los cuestionarios teniendo en cuenta los resultados encontrados en investigaciones cognitivas, en las que incluían preguntas sobre las cantidades consumidas y parecen indicar que funcionan mejor. Sin embargo, los resultados de intervenciones comunitarias son dispersos. El consumo de fruta y verdura se sobreestimaba significativamente en comparación con las estimaciones mediante múltiples recuerdos de 24 horas. Es más, mientras que de acuerdo a los datos del cuestionario de cribado se apreciaban cambios en el consumo tanto en hombres como en mujeres, los resultados a partir de los recuerdos de 24 horas no evidenciaban ningún cambio[2,6].

En el estudio Women's Health Trial se utilizó un cuestionario breve con 17 ítems sobre la ingesta de lípidos como cribado inicial de ingestas altas de grasas. También para vigilancia nutricional en el sistema de vigilancia del CDC sobre conductas de riesgo. Los resultados en una muestra de estudiantes de medicina reflejaban que el cuestionario de cribado subestimaba considerablemente el porcentaje de ingesta grasa y mostraba correlaciones modestas (r = 0,36) con las estimaciones a partir del recuerdo 24 horas. En muestras de hombres participantes en ensayos de intervención el cuestionario de cribado no fue tan preciso o tan sensible como el cuestionario de frecuencia de consumo completo[2,11,14].

El cuestionario MEDFICTS (carnes, huevos, lácteos, fritos, grasas en bollería, alimentos precocinados, grasas aliñadas, y tentempiés) es un cuestionario desarrollado para evaluar la adherencia a dietas bajas en grasa (≤ 30% energía proveniente de lípidos) que pregunta sobre la frecuencia de consumo y tamaño de ración consumida de 20 alimentos por separado, principales fuentes de ingesta de grasa y grasas saturadas en la dieta estadunidense. La evaluación inicial de MEDFICTS mostró altas correlaciones con los registros de alimentos. En estudios transversales adicionales, MEDFICTS subestimaba el porcentaje de energía proveniente de las grasas; era eficaz para identificar individuos con ingestas muy elevadas de lípidos, pero no para identificar individuos con ingestas moderadas de lípidos o para identificar correctamente los sujetos con dietas bajas en grasa. En contextos longitudinales, se han correlacionado cambios positivos en MEDFICTS con mejoras en los niveles de lípidos séricos y en el perímetro de la cintura en pacientes en rehabilitación cardíaca[2,15].

Un cuestionario de cribado de 20 preguntas desarrollado y evaluado por el grupo alemán del estudio EPIC mostraba correlaciones con un CFC completo. La validación de un cuestionario de cribado de 16 ítems para valorar el porcentaje de energía a partir de la ingesta grasa en población anciana en Estados Unidos mostraba correlaciones de 0.6 con registros de 24 horas, pero el rendimiento era variable en estudios de intervención[2].

Con frecuencia se diseñan intervenciones orientadas a modificar conductas específicas sobre la preparación y consumo de alimentos, como por ejemplo retirar la grasa de las carnes rojas, eliminar la piel del pollo, o elegir lácteos bajos en grasa. Se han desarrollado muchos cuestionarios en distintas poblaciones para medir este tipo de comportamientos dietéticos, y en muchos casos se han encontrado correlaciones con la ingesta de lípidos estimada a partir de instrumentos más detallados de evaluación de la dieta o con los niveles de lípidos en sangre[16].

El *Eating Behaviors Questionnaire* (Cuestionario de Conductas Alimentarias) mide cinco dimensiones de conductas relacionadas con las grasas: evitar grasas para untar o para dar sabor, sustituir por alimentos bajos en grasa, modificar tipos de carne, reemplazar alimentos ricos en grasa por fruta y verdura, reemplazar alimentos ricos en grasa por alternativas bajas en grasa. Una versión modificada actualizada evaluó en adolescentes afroamericanas y mostraba correlaciones con recuerdos de 24 horas múltiples. Una selección de 30 preguntas del cuestionario *Sister Talk Food Habits* desarrollado para mujeres afroamericanas mostraba correlaciones con cambios en el IMC tan consistentes como el cuestionario original de 91 preguntas[17].

Se han desarrollado y evaluado varios instrumentos cortos multifactoriales, muchos de ellos combinando frutas y verduras con fibra o componentes de la grasa. Otros cuestionarios cortos evalúan otros elementos de la dieta. El cuestionario *Prime-Screen* consta de 18 preguntas de frecuencia de consumo sobre frutas y verduras, lácteos enteros y bajos en grasa, cereales integrales, pescado y carnes rojas así como fuentes dietéticas de ácidos grasos *trans* y saturados. También incluye siete preguntas sobre suplementos. La correlación media con las estimaciones de la ingesta de nutrientes a partir de CFC completo fue 0,6. El cuestionario *5-Factor Screener* utilizado en 2005 en el estudio *National Health Interview Survey Cancer Control Supplement* (Suplemento de la Encuesta Nacional de Salud por Entrevista para el Control del Cáncer) evaluaba frutas y verdura, fibra, azúcar añadido, calcio, y raciones de lácteos[18].

Instrumentos breves de evaluación de aplicación en niños

La infancia y adolescencia merecen consideración especial. Es una etapa clave en la promoción y consolidación de los hábitos alimentarios. Los cambios sociales, las diferentes maneras de organizar la vida familiar así como otros factores están motivando cambios en los hábitos alimentarios y estilos de vida en España, como en muchos otros países.

Los instrumentos breves son herramientas útiles para identificar individuos y grupos que requieren más atención e intervención para la implicación en estrategias de cambio conductual e intervenciones. La versión adaptada del *Healthy Eating Index* (Índice de Alimentación Saludable) para uso en niños y adolescentes y el cuestionario KIDMED son ejemplos de estas herramientas dirigidas a este grupo de población.

La USDA desarrolló el *Healthy Eating Index* (HEI) con el fin de monitorizar la adherencia a las recomendacio-

nes dietéticas de los americanos. Este índice se ha utilizado en adultos y niños. Feskanich y colaboradores validaron y adaptaron una versión del HEI para su uso en niños y adolescentes. La versión revisada consiste en 13 componentes y una puntuación entre 0-100. Los componentes del 1-7 puntúan 0-10; los componentes del 8 al 13 puntúan un máximo de 5[19].

Los componentes del HEI para población joven incluyen: 1) Consumo de productos integrales (2 o más raciones al día puntúa 10, y 0 raciones/día puntúa 0), 2) Verduras y ensaladas (3 o más raciones puntúa 10 puntos , 0 raciones puntúa 0), 3) Frutas (tres o más raciones puntúa 10 puntos), 4) Lácteos (3 o más raciones puntúa 10 puntos), 5) Ratio de alimentos proteicos (raciones de pollo, pescado, huevos, frutos secos, semillas y legumbres, divididas por raciones de vacuno, cerdo, cordero y vísceras, puntúan lo más alto 10 para un ratio igual o mayor a 2), 6) Consumo de tentempiés salados, pastas y dulces (0 al día puntúan lo más alto 10, y más o igual a 3 puntúan lo más bajo 0), 7) Refrescos azucarados (misma puntuación que los tentempiés), 8) Toma de suplementos multivitamínicos (A diario puntúa 5, nunca 0), 9) Margarina y mantequilla (Nunca puntúa 5, 2 o más al día puntúa 0), 10) Frituras fuera de casa (Nunca puntúa 5, a diario puntúa 0), 11) Grasa animal visible (recortar toda la grasa puntúa 5, comer toda la grasa puntúa 0), 12) Consumo de desayuno (5 o más veces a la semana puntúa 5, nunca puntúa 0) y 13) Cena familiar (A diario puntúa 5 y nunca puntúa 0).

El test KIDMED se diseñó para evaluar adherencia a la Dieta Mediterránea en niños y adolescentes. El instrumento se basaba en Kreceplus, un cuestionario de cribado desarrollado conjuntamente por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria y la Asociación Española de Pediatría para su utilización en Atención Primaria y en Promoción de la Salud, como herramienta para identificar y monitorizar algunas conductas relacionadas con el balance energético. La patrón tradicional de Dieta Mediterránea (DM) incluye un consumo elevado de fruta y verdura, aceite de oliva, pescado, legumbres, cereales, frutos secos, y lácteos, y además promueve el consumo de alimentos en el hogar. Por el contrario, los aperitivos, pastas, dulces o la comida rápida no son elementos característicos de la DM. Por tanto, el índice de KIDMED se creó a partir de estas premisas. Una puntuación de KIDMED menor de 4 indica baja adherencia a la Dieta Mediterránea. La puntuación más alta de la escala es 10[12].

Algunos de estos instrumentos se han desarrollado y evaluado especialmente para su aplicación en intervenciones de cambios conductuales en niños y adolescentes[20], como Pro Children, proyecto que tenía objetivo aumentar el consumo de fruta y verdura en escolares europeos entre 10-12 años, y en otros proyectos de intervención[21].

En el Reino Unido, como en otros países, se han desarrollado diversos cuestionarios breves de cribado con diferentes fines. El cuestionario *Child and Diet Evaluation Tool*- Instrumento de Evaluación de la Dieta para Niños (CADET) consiste en una lista para marcar todos los alimentos consumidos durante un periodo de 24 horas, con una sección retrospectiva para el desayuno. Consta de dos cuestionarios, uno para que lo completen en casa los padres o tutores, y otro para que los completen en el colegio el supervisor del comedor o un auxiliar del aula. El cuestionario se desarrolló inicialmente para evaluar el Plan Nacional de distribución de Fruta y Verdura en las Escuelas (*National School Fruit and Vegetable Scheme*) y se dirigía a niños de 3-7 años[22].

Los cuestionarios evalúan la ingesta dietética de 115 alimentos en un periodo de 24 horas, centrándose en frutas y verduras. Incluye preguntas adicionales sobre comportamientos dietéticos, actitudes y características socio-económicas. Los tamaños de las raciones se basan en los tamaños de ración medios de la Encuesta Nacional de Dieta y Nutrición del Reino Unido, y son específicos en cuanto a edad y sexo. Según el estudio de validación, se considera que es apropiado para evaluar cambios conductuales en patrones dietéticos a nivel poblacional o para clasificar poblaciones según los niveles de ingesta dietética. Se puede utilizar con niños de diversos orígenes sociales y étnicos y en contextos muy diversos. Sin embargo, no se considera adecuado para monitorizar objetivos relacionados con la dieta en una población.

El Cuestionario Un Día en la Vida-*Day in the Life Questionnaire* (DILQ) (7-9 años) se desarrollado como actividad escolar supervisada para medir el consumo de fruta y verdura en las 24 horas previas. Es un cuestionario que completan los mismos encuestados y consta de 17 preguntas, incluyendo fotos, palabras y texto para ayudar a recordar y conseguir que lo completen mejor. El DILQ (9–11 años) es una versión modificada que contiene 23 preguntas[23].

El *Synchronised Nutrition and Activity Programme*- Programa Sincronizado de Nutrición y Actividad (SNAPTM) es un programa basado en una web que utiliza el típico método recuerdo de 24 horas para evaluar la ingesta dietética y la actividad física en niños de 7-15 años durante un día de escuela típico. Mide la ingesta de 40 alimentos y nueve artículos de bebida diferentes en las 24 horas previas. Se pueden añadir cualquier otro alimento o bebida que se haya consumido y no estuviera en la lista. Se proporciona material visual para ayudar a recordar. El SNAPTM también registra la actividad física en las 24 horas previas. Este cuestionario probablemente es adecuado para evaluar intervenciones en el medio escolar[24].

El *Child Nutrition Questionnaire*-Cuestionario de Nutrición Infantil (CNQ) es un cuestionario de 14 preguntas para que lo respondan los niños con ayuda de un asistente. Se desarrolló para explorar patrones dietéticos que se sabe que aumentan el riesgo de aumento de peso en niños de 10-12 años. Mide el consumo de bebidas azucaradas y alimentos no esenciales como el chocolate, polos, perritos calientes, así como fruta, verdura y agua. También incluye preguntas sobre la frecuencia de comportamientos "saludables" específicos; actitudes hacia el consumo de fruta y verdura; y la disponibilidad diaria de fruta y verdura. El CNQ se desarrolló en Australia, así

que puede que sea necesario validarlo para su utilización en otros contextos. Se estima que completarlo requiere 20 minutos[25].

El *Family Eating and Activity Habits Questionnaire*-Cuestionario de Consumo Familiar y Hábitos de Actividad (FEAHQ) es un cuestionario auto-administrado de 21 preguntas diseñado para completar en conjunto con padres o tutores y niños obesos de 6-11 años. Se desarrolló para valorar factores ambientales y comportamientos familiares asociados con la ganancia y pérdida de peso en niños[26].

El FEAHQ tiene cuatro escalas independientes en base a los factores que probablemente están más implicados con el cambio de peso, como nivel de actividad, exposición a estímulos, ingesta relacionada con el hambre y formas de consumo. El instrumento se ha considerado apropiado para monitorizar cambios en conductas a lo largo del tiempo, puesto que se observó que la pérdida de peso se asociaba con mejores resultados. El FEAHQ se desarrolló en Israel.

Instrumentos de evaluación breves para uso con adultos

Se necesitan instrumentos validados de evaluación dietética para facilitar el consejo dietético en poblaciones de alto riesgo. Muchas veces el consejo nutricional en adultos y grupos desfavorecidos se realiza en el ámbito clínico, con importantes limitaciones de tiempo y recursos. En este contexto se requieren herramientas de evaluación dietética breves[27]. El cuestionario *Dietary Risk Assessment* -Evaluación de Riesgos Dietéticos es un ejemplo de este tipo de herramientas, desarrollado para profesionales sanitarios no formados en dietética (por ejemplo, enfermeros y médicos) que proporcionan consejo dietético a pacientes insuficientemente atendidos. Con el fin de facilitar y guiar el consejo dietético, las opciones de respuesta de la Evaluación de Riesgos Dietéticos se clasifican en tres columnas. La columna de la izquierda indica las prácticas dietéticas más saludables, mientras que las respuestas en las columnas de la derecha o del medio indican prácticas menos saludables[26].

En una revisión bibliográfica realizada en 2005 se identificaron unos 71 métodos[5]. La mayoría incluían algunos datos antropométricos y socioculturales relacionados con el comportamiento alimentario. En algunos casos contemplaban biomarcadores y medidas antropométricas más complejas.

En otros casos se acompañan de protocolos más estandarizados de procedimientos de aplicación y consejos que deben facilitarse a los usuarios según la puntuación obtenida. En muchos casos no se ha evaluado la validez y fiabilidad del método y a menudo no tampoco se ha investigado la sensibilidad, especificidad y aceptación de este tipo de herramientas. En el ensayo Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED) se validó un test de cribado con 14 ítems que se utilizaba para evaluar el grado de adherencia a la intervención, un patrón de Dieta Mediterránea (MEDAS)[28].

Intervención Dietética en Atención Primaria (DINE) es un cuestionario de 19 preguntas desarrollado para su administración mediante entrevista. Mide la ingesta total de grasa y fibra dietética de un individuo, clasificada como baja, media o alta. Se incluyen alimentos específicos que representan el 70% de las grasas y fibra contenido en una dieta típica de Reino Unido. La herramienta se ha validado con buena correlación con un diario dietético de alimentos semi-pesado de cuatro días validado. Un encuestador con experiencia lo puede completar en 5-10 minutos[26].

En intervenciones de consejo personalizado a través de una web dirigidas a modificar comportamientos alimentarios, actividad física y otros estilos de vida en adultos también se han utilizado cuestionarios de cribado e instrumentos breves[29].

Se han validado varios instrumentos de cribado de malnutrición en ancianos, como el DETERMINE your health o el Mini Nutritional Assessment (MNA). Estos cuestionarios se comentan con detalle en otro artículo de esta revista.

Referencias

1. Scrimshaw NS, Gleason GR (eds). Rapid Assessment Procedures - Qualitative Methodologies for Planning and Evaluation of Health Related Programmes International Nutrition Foundation for Developing Countries (INFDC), Boston, MA. USA 1992. Disponible en URL: [http://www.unu.edu/unupress/food2/UIN08E/uin08e0x.htm] (Accessed 12 jannuary 2015).
2. Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology. In: Coulston AM, Boushey CJ, Ferruzzi MG, eds. Nutrition in the prevention and treatment of disease. 3rd ed. New York: Academic Press, 2012: 5-46.
3. Aranceta Bartrina J, Serra Majem Ll. Métodos de evaluación rápida, cribado o identificación rápida de pacientes en riesgo nutricional. En: Serra Majem Ll, Aranceta Bartrina J (eds). Nutrición y salud pública. Métodos, bases científicas y aplicaciones (2ª edición). Barcelona: Elsevier, 2006: 192-8.
4. National Cancer Institute, Division of Cancer Control and Population Sciences, Applied Research Program Short Dietary Assessment Instruments [http://appliedresearch.cancer.gov/diet/screeners/] (Accessed 10 January 2015).
5. Green SM, Watson R. Integrative literature reviews and meta-analyses Nutritional screening and assessment tools for use by nurses: literature review. *Journal of Advanced Nursing* 2005; 50: 69 (doi:10.1111/j.1365-2648.2004.03350.x)
6. Thompson FE, Subar AF, Smith AF, Midthune D, Radimer KL, Kahle LL, Kipnis V. Fruit and vegetable assessment: performance of 2 new short instruments and a food frequency questionnaire. *J Am Diet Assoc* 2002; 102 (12): 1764-72.
7. Kirkpatrick SI, Reedy J, Butler EN, Dodd KW, Subar AF, Thompson FE, McKinnon RA. Dietary Assessment in Food Environment Research: A Systematic Review. *Am J Prev Med* 2014; 46 (1): 94-102.
8. GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age–sex specific all-cause and cause-specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2015; 385: 117-71.
9. Roberts K, Flaherty SJ. Review of dietary assessment methods in public health. Oxford: National Obesity Observatory, 2010.
10. Schulz DN, Kremers SP, Vandelanotte C, van Adrichem MJ, Schneider F, Candel MJ, de Vries H Effects of a Web-Based Tailored Multi-

ple-Lifestyle Intervention for Adults: A Two-Year Randomized Controlled Trial Comparing Sequential and Simultaneous Delivery. *Modes J Med Internet Res* 2014; 16 (1): e26.
11. Jilcott SB, Keyserling TC, Samuel-Hodge CD, Johnston LF, Gross; Ammerman AS. Validation of a Brief Dietary assessment to guide counseling for cardiovascular disease risk reduction in an underserved population. *J Am Diet Assoc* 2007; 107: 246-55.
12. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, Garcia A, Perez-Rodrigo C, Aranceta J. Food, youth and the Mediterranean Diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr* 2004; 7 (7): 931-5.
13. Kim DJ, Holowaty EJ. Brief, validated survey instruments for the measurement of fruit and vegetable intake in adults: a review. *Prev Med* 2003; 36: 440-7.
14. Kristal AR, Shattuck AL, Henry HJ, Fowler AS. Rapid assessment of dietary intake of fat, fiber, and saturated fat: validity of an instrument suitable for community intervention research and nutritional surveillance. *Am J Health Promot* 1990; 4: 288-95.
15. Mochari H, Gao Q, Mosca L. Validation of the MEDFICTS dietary assessment questionnaire in a diverse population. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 817-82.
16. Thompson FE, Midthune D, Williams GC, Yaroch AL, Hurley TG, Resnicow K et al. Evaluation of a short dietary assessment instrument for percentage energy from fat in an intervention study. *J Nutr* 2008; 138: 193S-199S.
17. Anderson CA, Kumanyika SK, Shults J, Kallan MJ, Gans KM, Risica PM. Assessing change in dietary-fat behaviors in a weight-loss program for African Americans: a potential short method. *J Am Diet Assoc* 2007; 107: 838-42.
18. National Cancer Institute, Division of Cancer Control and Population Sciences, Applied Research Program. Dietary Screener Questionnaire in the NHANES 2009-10. Available at: [http://appliedresearch.cancer.gov/nhanes/dietscreen/]. (Accessed 7 January 2015).
19. Feskanich D, Rockett RH, Colditz GA. Modifying the Healthy Eating Index to Assess Diet Quality in children and adolescents. *J Am Diet Assoc* 2004; 104: 1375-83.
20. Oenema A, Brug J, Tan F. Shortterm impact of a web-based tailored nutrition intervention; main effects and mediators. *Ann Behav Med* 2005; 29: 59-63.
21. Haraldsdottir J, Thorsdottir I, de Almeida MD, Maes L, Perez C, Elmadfa I et al. Validity and reproducibility of a pre-coded questionnaire to assess fruit and vegetable intake in European 11- to 12-year-old schoolchildren. *Ann Nutr Metab* 2005; 49: 221-7.
22. Cade JE, Frear L, Greenwood DC. Assessment of diet in young children with an emphasis on fruit and vegetable intake: using CADET – Child and Diet Evaluation Tool. *Public Health Nutrition* 2006; 9 (4): 501-8.
23. Edmunds LD, Ziebland S. Development and validation of the Day in the Life Questionnaire (DILQ) as a measure of fruit and vegetable questionnaire for 7–9 year olds. *Health Educ Res* 2002; 17 (2): 211-20.
24. Moore HJ, Ells LJ, McLure SA, Crooks S, Cumbor D, Summerbell CD, Batterham AM. The development and evaluation of a novel computer program to assess previous-day dietary and physical activity behaviours in school children: The Synchronised Nutrition and Activity ProgramTM (SNAPTM). *Br J Nutr* 2008; 99 (6): 1266-74.
25. Wilson AM, Magarey AM, Mastersson N. Reliability and relative validity of a child nutrition questionnaire to simultaneously assess dietary patterns associated with positive energy balance and food behaviours, attitudes, knowledge and environments associated with healthy eating. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2008; 5: 5-16.
26. National Obesity Observatory (NOO).Measuring diet and physical activity in weight management interventions. March 2011. London: NHS, 2011
27. Gans KM, Ross E, Barner CW, Wylie-Rosett J, Mc Murray J, Eaton Ch. REAP and WAVE: New tools to rapidly assess/discuss nutrition with patients. *J Nutr* 2003; 133: 556S-562S.
28. Schröder H, Fió M, Estruch R, Martínez-González MA, Corella D, Salas-Salvadó et al. A Short Screener Is Valid for Assessing Mediterranean Diet Adherence among Older Spanish Men and Women. *J Nutr* 2011; 141 (6): 1140-5. doi: 10.3945/jn.110.135566. Epub 2011 Apr 20.
29. Broekhuizen K, van Poppel MN, Koppes LL, Kindt I, Brug J, van Mechelen W. Can multiple lifestyle behaviours be improved in people with familial hypercholesterolemia? Results of a parallel randomised controlled trial. *PLoS One* 2012; 7 (12): e50032. doi: 10.1371/journal.pone.0050032. Epub 2012 Dec 12.

ENCUESTAS DIETÉTICAS Y BALANCE ENERGÉTICO: ASPECTOS METODOLÓGICOS, SESGOS, AJUSTES Y OTROS PROBLEMAS

"Reunión de consenso sobre la metodología de las encuestas alimentarias, tipificación de la actividad física y estilos de vida saludables"

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):99-111
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5057

Balance energético, un nuevo paradigma y aspectos metodológicos: estudio ANIBES en España

Gregorio Varela Moreiras[1,2], José Manuel Ávila[2], Emma Ruiz[2]

[1]Departamento de Farmacia y Ciencias de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Madrid. [2]Fundación Española de la Nutrición (FEN). Madrid. España.

Resumen

El *balance energético* (BE) o equilibrio energético se refiere "simplemente" a que debemos ingerir la misma cantidad de energía que gastamos. Conocer el concepto de BE y aplicarlo a nuestras vidas es quizá el factor más importante para mantener una buena salud y tratar de prevenir la obesidad. Sin embargo, la teoría no es sencilla llevarla a la práctica ya que, por un lado, en este ya avanzado siglo XXI desconocemos todavía en gran medida lo que comemos, en definitiva, nuestra alimentación. Y ésta es cada vez más compleja, lo que dificulta sin duda controlar adecuadamente este lado de la "balanza", la ingesta. Pero además, en el otro lado, el correspondiente al gasto energético, aún es peor conocido y hay muy escasa información en la cuantificación adecuada del mismo. Debe recordarse, además, que no debemos estudiar aisladamente los componentes del BE, sino de manera integrada, y como interaccionan. Problemas como la infravaloración de la ingesta de energía, y la sobrevaloración del gasto, son frecuentes en la mayoría de las encuestas nutricionales, impactando más en aquellos grupos de población en los que el control del BE resulta aún más necesario. El empleo de las nuevas tecnologías abre numerosas posibilidades para las encuestas de balance energético. Precisamente, la innovadora metodología (empleo de "tablet" para cuantificación de la ingesta, y de acelerómetros para el nivel de actividad física) en el reciente Estudio ANIBES ("Antropometría, Ingesta, y Balance Energético en España"), representativo de la población española, y que hemos desarrollado, proporciona una herramienta útil y actualizada para un mejor conocimiento del balance energético de la población española, como se pone de manifiesto en el presente artículo.

Palabras clave: *Balance energético. Encuestas nutriconales. Ingesta. Actividad física. Nuevas tecnologías.*

ENERGY BALANCE, A NEW PARADIGM AND METHODOLOGICAL ISSUES: THE ANIBES STUDY IN SPAIN

Abstract

***Energy Balance* (EB) is an important topic to understand how an imbalance in its main determinants (energy intake and consumption) may lead to inappropriate weight gain, considered to be "dynamic"and not "static". There are no studies to evaluate EB in Spain and new technologies reveal as key tools to solve the common problems to precisely quantify energy consumption and expenditure at population level. Within this context, the increasing complexity of the diet, but also the common problems of under and over reporting in nutrition surveys have to be taken into account.**

The overall purpose of the ANIBES ("Anthropometry, Intake and Energy Balance in Spain") Study was to carry out an accurate updating of foods and beverages intake, dietary habits/ behaviour and anthropometric data of the Spanish population as well as the energy expenditure and physical activity patterns, by the use of new tested instruments (i.e. tablet device to assess energy intake and accelerometer to evaluate physical activity). This new ANIBES Study will contribute to a better knowledge of the different key factors contributing to EB in Spain.

Key words: *Energy balance. Dietary intake. Physical activity quantification. New technologies. Nutrition surveys.*

Correspondencia: Gregorio Varela Moreiras.
Catedrático de Nutrición y Bromatología.
Director Dpto. CC. Farmacéuticas y de la Salud.
Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo.
Urb. Montepríncipe, ctra. Boadilla km. 5,3.
28668 Boadilla del Monte. Madrid. España.
E-mail: gvarela@ceu.es / gvarela@fen.org.es

Introduccción y objetivos

El Balance Energético (BE) se define como el estado alcanzado cuando la ingesta de energía iguala al gasto energético y se considera "dinámico" y no "estático"[1]. El concepto de balance energético para regular el peso corporal es un principio simple. Cuando el gasto de energía excede la ingesta de energía, se pierde peso. Cuando la ingesta de energía excede el gasto de energía, se gana peso[2]. La fisiología humana obedece a la primera ley de la termodinámica, que establece que puede transformarse de una forma a otra pero ni se crea ni se destruye. Un principio fundamental de nutrición y metabolismo es que los cambios en el peso corporal están asociados con un desequilibrio entre el contenido de energía de los alimentos que se consumen y la energía gastada por el organismo para mantenerlo vivo y realizar una serie de trabajos físicos. Dicho marco de BE es una poderosa herramienta potencial para investigar la regulación del peso corporal[3].

La Ingesta de Energía (IE) incluye tres grupos de macronutrientes principales —hidratos de carbono, proteínas, y lípidos— y alcohol. Una vez ingeridos, la absorción neta de los principales macronutrientes es variable e incompleta, con pérdidas fecales que representan el 2-10% de la ingesta total[3,4]. La absorción neta de los componentes energéticos de la dieta varía entre individuos y depende de los alimentos específicos consumidos, como están preparados y de factores intestinales. La energía metabolizable de una dieta representa la diferencia entre la energía absoluta de sustratos ingeridos y las pérdidas de energía encontradas en heces y orina. Las densidades energéticas comúnmente utilizadas para hidratos de carbono (4 kcal/g, 17 kJ/g), proteínas (4 kcal/g, 17 kJ/g), y lípidos (9 kcal/g, 38 kJ/g) representan las medias de la población para metabolizar compuestos que proporcionan energía a las células y que realizan diferentes procesos biológicos[4].

La digestibilidad depende de la composición del alimento en sí y de su contenido en fibra y otros componentes indigeribles. Dichos componentes pueden limitar mecánicamente el acceso de enzimas digestivas a alimentos potencialmente digeribles. Estos efectos pueden tener un gran impacto sobre la absorción de macronutrientes ingeridos. La variabilidad en cuanto a la eficiencia de absorción depende de cualquier factor adicional (por ejemplo, flora intestinal, preparación del alimento, composición de la dieta), lo cual puede explicar las diferencias en energía metabolizable. Otros factores que influyen son: la creciente complejidad del mercado alimentario en la actualidad (a saber, más de 30.000 productos disponibles para adquirir); la ingesta total; la densidad energética; el ritmo de comidas y la composición de la dieta en relación a la actividad física; preferencias y aversiones alimentarias; contexto económico y social o peso y composición corporal actual[3,4]. Los hidratos de carbono, proteínas y lípidos absorbidos se transforman en vivo en sustratos que en definitiva pueden ser oxidados para producir energía metabólica útil que mueva procesos biológicos o pueden ser almacenados[5].

Los seres humanos gastan energía por medio del metabolismo basal (MB), que es la cantidad de energía necesaria para mantener el organismo en estado de reposo; el efecto térmico de los alimentos (ETA), que es el coste energético de absorber y metabolizar alimentos consumidos; y el gasto energético debido a la actividad física[2,6]. El MB es proporcional a la masa corporal, especialmente a la cantidad de masa magra. Sin embargo, también existen grandes variaciones de MB (250 kcal/d; 1.000 kJ/d) que no se explican por diferencias de composición corporal[7]. El ETA es proporcional al total de alimentos consumidos y, en una típica dieta variada, constituye del 8% al 10% del total de energía consumida. La composición de la dieta tiene un gran efecto sobre sobre el ETA, y una jerarquía de los efectos de los macronutrientes sobre la magnitud del ETA, que es el más alto para proteínas y más bajo para lípidos. Normalmente, se asume que el ETA es un porcentaje fijado de la IE pero también ocurren variaciones en y entre individuos[7,8]. La energía para la actividad física, el componente más variable del gasto energético, consiste en la cantidad de actividad física realizada multiplicada por el coste energético de esa actividad y dividirse entre el gasto energético asociado al ejercicio y la termogénesis de actividades no relacionadas con el ejercicio[9,10].

En resumen, los factores clave que pueden regular el *lado* de la balanza del gasto energético son: metabolismo basal; actividades cotidianas/nivel de sedentarismo; coste metabólico de la digestión, absorción y metabolismo; cantidad; tipo, ritmo e intensidad de actividad física; termogénesis; y peso y composición corporal actual.

Los distintos componentes de la ecuación del balance energético cambian continuamente con el tiempo[11]. En el principio en la concepción, permanece positivo, por lo general, a través del crecimiento y desarrollo[12]. Este desequilibrio energético positivo se refleja con un peso corporal creciente. Si el peso en el adulto se mantiene a largo plazo, el BE medio llega a cero, y un estado medio aproximado de balance energético debería estar presente. Sin embargo, la mayoría de los adultos ganan masa grasa a lo largo de sus vidas y en la etapa de madurez pierden músculo esquelético; aunque el contenido energético de la variación en masa grasa es más elevado que el del tejido magro. De este modo, incluso cuando el peso es estable, el balance energético "perfecto" a largo plazo no sucede en la mayoría de los adultos[2,13,14].

En periodos cortos de tiempo, durante un periodo de 24-h, una persona típica consume varias comidas durante el día, y el BE es altamente positivo durante y después de cada comida. El rendimiento de energía es continuo pero con aumentos debidos a la actividad física puntual y con reducciones durante el sueño. Como consecuencia, el BE es por tanto altamente variable incluso durante un periodo de 1 día. Asimismo, la mayoría de los adultos también varían su consumo alimentario diario y sus patrones de actividad; por tanto, el BE debería ser

concebido como un estado dinámico en lugar de estático ya que también varía diariamente, y el BE puede ser alcanzado únicamente cuando se haga su promedio durante periodos más largos de tiempo. El contenido energético de una comida dada es altamente variable entre individuos y entre comidas en un mismo individuo. Sin embargo, la variación de la suma de la ingesta calórica total de todas las comidas de un día es mucho menos variable. Esto sugiere que hay compensación en la ingesta entre comidas[13]. Además de la variación en la ingesta entre comidas en un día dado, también varía la cantidad de alimentos consumidos cada día. Por el contrario, el gasto energético raramente muestra el mismo grado de variación entre días. Así que, de manera importante, estamos casi permanentemente en un estado de desequilibrio energético en la escala de tiempo de horas o días, e incluso durante todo el ciclo vital.

Asimismo, sabemos que los componentes del balance energético se pueden influir por cambios en cada uno de ellos como consecuencia de un BE positivo o negativo, que actúan para defender el almacenamiento de energía del organismo, para mantener el balance energético, y para impedir cambios en la masa corporal[2]. Sabemos que si el balance energético no estuviera controlado por tal sistema y estuviera *solo* sujeto a mecanismos de comportamiento que controlan la ingesta de alimentos y el gasto de energía, la mayoría de las personas podrían experimentar rutinariamente grandes cambios de peso corporal sobre periodos cortos de tiempo. Así que, la estabilidad relativa del peso corporal diario es consistente con la concepción de que el BE depende de control fisiológico.

La bibliografía sobre balance energético e información acerca de cómo nuestro estilo de vida moderno difiere desde hace décadas, supone que la fisiología humana desarrollada bajo circunstancias que confieren una ventaja para conseguir un balance energético a un nivel relativamente alto de gasto energético o flujo energético elevado, lo cual fue demostrado por primera vez por Mayer en 1950 mediante sus observaciones de que la ingesta energética, estaba mejor asociada al gasto energético cuando las personas eran físicamente activas[15]. Es bien conocido que desde el último siglo, el nivel de actividad física de la mayor parte de la población ha decrecido sustancialmente. Aunque es teóricamente posible evitar ganancia de peso en esta situación, el hecho de que pocas personas hayan alcanzado esto sugiere que es difícil mantener el BE a un bajo rendimiento energético[16,17].

La restricción de alimentos es una estrategia común para reducir exceso de peso corporal o tratar la obesidad[18]. Sin embargo, la restricción de alimentos produce pérdida de peso, pero también reducciones compensatorias de otros componentes del balance energético, como reducciones del gasto energético y del almacenamiento de energía en el organismo, e incluso un aumento de la sensación de hambre[4]. Debido a que los requerimientos energéticos disminuyen con la pérdida de peso, una estrategia peligrosa y poco saludable para el mantenimiento de la pérdida de peso es intentar igualar un nivel bajo de gasto energético a un nivel bajo de ingesta. Se debe recordar que reducir la ingesta de energía se opone a la biología y el medio ambiente. Un problema adicional podría ser que a un nivel reducido de ingesta energética, las ingestas dietéticas de referencia para nutrientes (fundamentalmente vitaminas and minerales) puedan no ser cubiertas, lo cual representa un problema fundamental en algunos grupos vulnerables (por ejemplo, niños y ancianos). Finalmente, con un gasto energético elevado, sería más fácil cumplir el principio de que una nutrición adecuada significa salud pero también placer. Por consiguiente, importa cómo se obtiene el BE, a un nivel elevado o bajo[1].

Por lo tanto es importante reconocer que el sistema de BE es interactivo y complejo: un cambio en un componente puede afectar uno o más componentes. Recientemente, un Panel de Expertos identificó las siguientes faltas de información en nuestro conocimiento, y solicitó futuras investigaciones[13]:

1. Aunque sepamos mucho de estudios a corto plazo acerca de los componentes mayoritarios del balance energético, nuestro conocimiento es todavía escaso en relación a su interacción a largo plazo. Por tanto, se necesitan estudios longitudinales a largo plazo para conocer los detalles de las relaciones entre componentes del balance energético y cambios en la composición corporal y peso en niños y adultos.
2. Se ha demostrado que los factores biológicos y psicológicos tienen un efecto sobre los componentes del balance energético. Pero generalmente, estos han sido estudiados de forma aislada y se requiere un enfoque integrador. Se necesita conocer la importancia relativa de los factores previos a la ingesta sobre la ingesta energética, balance energético, y la respuesta fisiológica hacia la comida.
3. Aunque nuestro conocimiento acerca de las mayores implicaciones de la actividad física y el ejercicio haya sido investigado, es necesario entender los efectos de diferentes dosis (volumen, intensidad, patrón, ritmo) y tipos (fuerza, resistencia) del ejercicio sobre: a) gasto energético total diario y sus componentes, b) IE y preferencias alimentarias, y c) composición corporal y peso en niños y adultos.
4. La variación individual en respuesta a la pérdida de peso en intervenciones de balance energético es llamativa, y por ello se debe conocer el mecanismo o mecanismos responsables para las diferencias compensatorias activas subyacentes de la ingesta energética, preferencias alimentarias, y peso corporal en niños y adultos. En concreto, apenas tenemos información acerca de estudios de balance energético posteriores a la pérdida de peso durante el difícil periodo de mantenimiento de peso.
5. Y muy importante, las mediciones de entrada y salida de energía no son ni precisas ni lo suficientemente rigurosas para permitir el cálculo de balance energético a lo largo del periodo de tiempo adecuado necesario para

comprender los mecanismos responsables de la ganancia de peso en exceso. Por consiguiente, se necesitan desarrollar nuevos métodos que puedan medir de forma fiable el balance energético sobre periodos de tiempo extensos en personas autónomas.

El BE no está bien definido para población española y es esencial aproximarse a ello con el objetivo de poder establecer adecuadamente los requerimientos energéticos para nuestra población y las posteriores Ingestas de Referencia. Parece esencial mejorar las herramientas en el estudio de las ingestas de energía y pérdidas de individuos independientes "autónomos"[13]. En este aspecto, herramientas como bases de datos de composición de alimentos, especialmente en referencia a energía y raciones, deberían ser mejoradas, tal y como claramente se indicó en el reciente (2013) Documento de Consenso y Conclusiones sobre "Obesidad y Sedentarismo en el Siglo XXI: ¿Qué se puede hacer y qué se debe hacer?"[19].

Diferentes encuestas dietéticas valiosas han sido realizadas en España, aunque por lo que conocemos, nadie ha tratado de aproximarse específicamente al BE. Brevemente, la primera Encuesta de Consumo Alimentario fue realizada en 1956 bajo el Servicio Nacional de Salud. Además, se han desarrollado varias encuestas de Consumo de Alimentos y Nutrición (ENNAs; 1964-1965, 1980-1981 y 1990-1991) fundamentalmente en colaboración con la Oficina del Instituto Nacional de Estadística (INE, España)[20-23]. Desde 1987 en adelante, el actual Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) en España lanza la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (Panel), en la que la Fundación Española de Nutrición (FEN) es la responsable de analizar los patrones dietéticos y las ingestas de energía/nutrientes de la población española desde el año 2000 en adelante[24]. A nivel nacional, la actual AECOSAN (Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición) recientemente realizó la Encuesta ENIDE (Encuesta Nacional de Ingesta Dietética) (AECOSAN, 2012)[25]. Actualmente, la llamada Encuesta ENALIA (Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente) en niños y adolescentes en España se lleva a cabo también bajo el patrocinio de AECOSAN. Las siguientes actualizaciones de encuestas de referencia en España en niños y adolescentes (2-24 años) llamada EnKid[26], y el estudio AVENA, una encuesta de nutrición multicéntrica en adolescentes españoles[27]. Sin embargo, cuando se aproximan los otros determinantes principales del BE ("gasto energético") los estudios son mucho menos frecuentes e incluso más escasos y con falta de precisión. La Encuesta Nacional de Salud más reciente en España (2013)[28] reveló que cuatro de cada diez personas (41,3%) de la población española adulta se considera sedentaria, valor más alto para mujeres (46,6%) que para hombres (35,9%) (no realizan ningún tipo de actividad física durante su tiempo libre): uno de cada tres hombres (35,9%) y casi una de cada dos mujeres (46,6%). Teniendo en cuenta tanto su principal actividad como su actividad de tiempo libre, el 40,9% de los adultos (49,4% hombres, 32,4% mujeres, de edades entre 15-69 años) realizan actividad física semanal desde extenuante a moderada. En la actualidad hay consenso de que no solo el nivel de actividad física sino también la inactividad y/o el sedentarismo podrían ser tenidos en cuenta y cuantificados[3,6].

El Estudio ANIBES ("Antropometría, Ingesta, y Balance Energético en España"), tiene como objetivo añadir nuevas evidencias científicas en la descripción de la interacción entre la ingesta de energía, el gasto energético y el almacenamiento de energía del organismo y como un entendimiento de la energía del BE debe ser considerado como herramienta útil tanto a nivel individual o poblacional.

Diseño del estudio ANIBES y procedimiento de muestreo

El diseño del Estudio ANIBES tenía como objetivo un tamaño de muestra que fuera representativo de todos los residentes de España (excluyendo las ciudades autonómicas de Melilla y Ceuta) de edades comprendidas entre 9-75 años, viviendo en municipios > 2.000 habitantes. El universo consideró unos 37 millones de habitantes. La muestra inicial potencial era de 2.634 individuos, y la muestra final fue de 2.009 individuos (2,23% de error e intervalo de confianza del 95,5%). Asimismo, para los grupos de los más jóvenes (9-12, 13-17 y 18-24 años), se consideró un aumento en la muestra con el fin de obtener al menos n=200 por grupo de edad (error +/- 6,9%). Por tanto, el muestreo aleatorio junto con el incremento fue de 2.285 participantes (tabla I).

En la muestra de ANIBES, el 50,4% de los adultos (de edades entre 9-75 años) eran hombres y el 49,6% eran mujeres. La muestra refleja la distribución de hombres y mujeres en la población general en España. Una descripción más detallada de la muestra para el estudio ANIBES se muestra en la tabla I.

Los límites de la muestra según las siguientes variables fueron:

- Grupos de edad (en años): 9-12, 13-17, 18-64 y 65-75.
- Género: hombres y mujeres.
- Regiones: 7 áreas (Nordeste, Levante, Sur, Oeste, Centro-Norte, Barcelona, Madrid) e Islas Canarias.
- Tamaño de población: De 2.000 a 30.000 habitantes (población rural); de 30.000 a 200.000 habitantes (población semi-urbana) y por encima de 200.000 habitantes (población urbana).
- Además, otros factores para el ajuste de la muestra fueron considerados: tasa de desempleo; % de extranjeros (población inmigrante), nivel de actividad física, o, nivel de educación y económico.

El estudio se llevó a cabo a través de un muestreo estratificado multietapa y para más cobertura y representación, se utilizaron 128 puntos de muestreo, con 90 entrevistadores situados en 11 áreas y 12 coordinadores,

Tabla I
Distribución de la muestra para el estudio ANIBES

		Muestra (n)		
		Muestra teórica inicial	*Muestra final*	*Final + Boost*
	Base	*2634*	*2009*	*2285*
Sexo	Hombres	1309	1013	1160
	Mujeres	1325	996	1125
Edad (años)	Niños 9-12	240	100	213
	Adolescentes 13-17	246	124	211
	Adultos 18-64	1911	1588	1655
	Ancianos 65-75	237	197	206

todos ellos previamente formados por la *Fundación Española de Nutrición* (FEN) (fig. 1). No se consideró reclutamiento previo, lo cual minimizó el riesgo de sesgo en las respuestas.

El protocolo final fue aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Región de Madrid (España). El estudio se codificó como "FEN 2013", y se aprobó el 31 de Mayo de 2013. El trabajo de campo final se desarrolló desde la mitad de septiembre a noviembre (tres meses) de 2013.

Se llevaron a cabo dos **estudios piloto** previos, de la siguiente forma:

Una vez que se desarrolló la metodología, un primer estudio piloto se realizó en junio de 2013. Para ello, se contactó con 2.060 individuos: 162 (7,8%) accedieron a tener la primera visita/entrevista, 142 participaron en la segunda visita/entrevista, pero solo 97 fueron capaces de realizar el registro de alimentos de tres días utilizando la tablet. Finalmente, solo 57 participantes se consideraron totalmente aptos. Por tanto, se observó una alto índice de no respondedores fundamentalmente en los grupos de mayor edad y en padres de niños y adolescentes. El primer estudió piloto permitió revisar varias cuestiones, tanto de software como de cuestionarios.

Una vez completados los resultados del estudio piloto, se crearon varios *grupos de trabajo/discusión* para mejorar el diseño del estudio, los protocolos, el software y los manuales. Por tanto, cuatro grupos (uno de entrevistadores; dos grupos mixtos de adultos jóvenes de 25-35 años; un grupo de padres con hijos de edades 9-17 años) trabajaron con el objeto de mejorar las deficiencias observadas durante el trabajo de campo.

Se llevó a cabo un segundo estudio piloto para evaluar las mejoras después del primer estudio piloto y los comentarios y recomendaciones de los grupos de trabajo. Un total de 60 sujetos (52 utilizaron tablet; 5 cámara de fotos; 3 entrevista telefónica) participaron. El segundo estudio piloto demostró la eficacia de las correcciones realizadas y validó las herramientas y cuestionarios que serían utilizados más adelante durante el principal trabajo de campo del Estudio ANIBES.

Trabajo de campo final

Según el número de entrevistas que serían potencialmente realizadas en el punto de muestreo, se consideraron una o más rutas iniciales aleatorias para el proceso de muestreo. Los criterios posteriores no fueron utilizados por los municipios de más de 100.000 habitantes donde se consideró un criterio proporcional de código postal. En la ruta inicial, el edificio de viviendas o la vivienda familiar se seleccionó aleatoriamente, así como el primer hogar al que dirigirse. Las localizaciones que no cumplieron los requisitos fueron propiedades vacías o en ruinas. Si la *inclusión en el estudio* era positiva, los límites a considerar para un participante potencial eran:

- Edificio de viviendas:
  - 1-10 viviendas, un único participante potencial.
  - 11-20 viviendas, dos participantes potenciales como máximo.
  - 21-50 viviendas, tres participantes potenciales como máximo.
  - > 50 viviendas, cuatro participantes.

Para viviendas familiares, se utilizó la regla de un posible participante de cada 10 viviendas.

La encuesta se diseñó para que no más de un adulto y un niño fueran seleccionados de un hogar. Esto significaba que los adultos que vivían en hogares con uno o más adultos, y los niños en hogares con uno o más niños tenían menos probabilidad de ser seleccionados que adultos o niños en hogares monoparentales con hijos únicos.

Todos los entrevistadores, teleoperadores y dietistas-nutricionistas trabajando en el Estudio ANIBES fueron informados y formados antes de realizar una tarea y fueron monitorizados durante el desempeño de su asignación. Todos los entrevistadores asistieron a un curso de formación de dos días diseñado por el FEN donde fueron completamente informados de los protocolos y la distribución de la encuesta. A los trabajadores de campo también se les asignó instrucciones completas por escrito sobre procedimientos de encuesta y protocolos de medi-

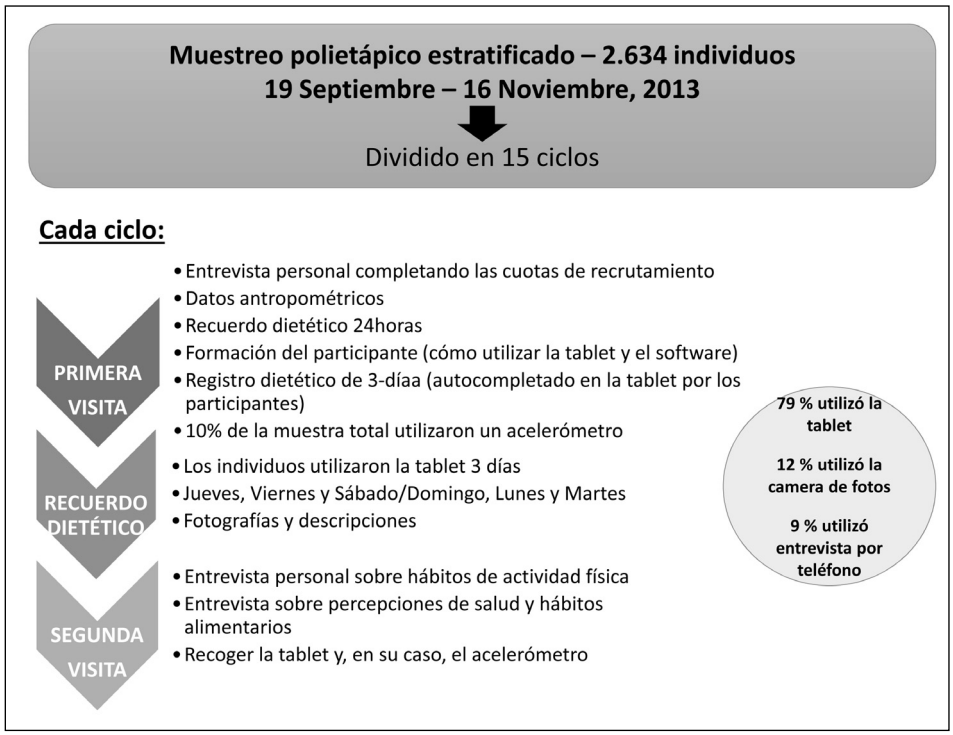


Fig. 1.—Esquema general del estudio ANIBES en España.

ción. Las sesiones informativas trataron las consideraciones teóricas y el contenido, aproximación puerta a puerta, distribución del cuestionario (incluyendo sesiones prácticas), colocación y recolección de cuestionarios auto-completados y ActiGraphs y la colocación, revisión y recolección de los diarios de alimentos de tres días en la tablet y los recuerdos de 24h y la formación en el registro de datos antropométricos. Después de la sesión informativa, se realizaron revisiones "a primera hora de trabajo" en los dos estudios piloto que se realizaron.

Con el objeto de cubrir un amplio rango de fechas y para optimizar los dispositivos utilizados en el estudio, se diseñaron varias fases (fig. 1), que comprendieron:

Fase 1: visitas de entrevistadores

Se enviaron una carta y un folleto describiendo el objetivo del estudio en edificios de viviendas/viviendas familiares potenciales en los puntos de muestreo. Unos pocos días después, los entrevistadores visitaron las direcciones para determinar si la dirección era privada, residencial y habitada. Después llevaron a cabo el proceso de selección tal y como se mencionó anteriormente.

Los entrevistadores realizaron dos visitas principales a los hogares que habían acordado participar:

La **primera visita** ("cara a cara") con una duración aproximada de 60 minutos constó de las siguientes cuestiones:

a) **Identificación del entrevistador formado,** como colaborador de la FEN. El entrevistador explicó los principales objetivos del estudio, el diseño y las fases, la herramientas novedosas utilizadas para registrar la ingesta dietética y el registro de la actividad física, así como poder proporcionar un informe al final del estudio que incluyera comentarios acerca de los resultados principales, consejos dietéticos y de actividad física, etc. El participante potencial también recibió una carta por parte del investigador principal del Estudio ANIBES, donde fue informado sobre su participación en el estudio. En este punto, al participante potencial se le pidió firmar la carta de consentimiento para la participación en el estudio.

b) **Cuestionario de inclusión/exclusión**: el entrevistador verificó a través de un cuestionario específico en el que el participante era apto para el Estudio ANIBES después de revisar los criterios de inclusión/exclusión.

Se aplicaron varios criterios de exclusión:

- Aquellos individuos viviendo en una institución (por ejemplo residencias universitarias; geriátricos, hospitales, etc.)
- Individuos en tratamiento dietético debido a una reciente operación o prescripción médica.
- Si estaban sufriendo una patología transitoria (a saber, gripe, gastroenteritis, varicela, etc.) en el momento que se desarrolló el trabajo de campo.
- Individuos empleados en campos relacionados con el consumo, marketing o los medios de comunicación.

Sin embargo, se consideraron aptos para ser incluidos en el estudio, los individuos bajo las siguientes condiciones:

- Aquellos siguiendo recomendaciones dietéticas para la prevención de la hipertensión, diabetes, hipercolesterolemia o hiperuricemia.
- Mujeres embarazadas o en periodo de lactancia.
- Aquellos diagnosticados con alergia y/o intolerancia alimentaria.
- Aquellos sufriendo una enfermedad metabólica como hipertiroidismo o hipotiroidismo.

c) **Medidas antropométricas:** el investigador formado recolectó las diferentes medidas siguiendo los procedimientos previamente probados en los dos estudios piloto:
   - *Altura:* por triplicado utilizando un *tallímetro modelo Seca 206 (Medizinische Messsysteme und Waagen seit 1840, Hamburg, Germany).*
   - *Peso:* una determinación en una báscula modelo *Seca 804* (*Medizinische Messsysteme und Waagen seit 1840, Hamburg, Germany)*. Esta báscula proporciona información sobre IMC, porcentaje de grasa corporal y porcentaje de agua corporal.
   - *Perímetro de la cintura:* por triplicado utilizando una cinta métrica modelo *Seca 201*.

d) **Recuerdo de 24-h**: un cuestionario a propósito fue diseñado y previamente comprobado y modificado en los estudios piloto. Durante la entrevista el participante recordó la ingesta de alimentos de las últimas 24 horas (días laborables). Las cantidades de alimentos fueron evaluadas utilizando medidas caseras, modelos de alimentos, fotos, o las marcas. No se les dio notificación previa a los sujetos sobre si serían entrevistados sobre su ingesta de alimentos o cuando. La información sobre el consumo de alimentos se registró por día, comida y entre comidas. El recuerdo de 24-h fue diseñado para posteriormente verificar la información recogida en la Tablet, pero también para hacer que el participante se familiarizase con el tipo de información que se registra en el recuerdo de dietético durante el periodo de tres días.

e) **Tablet utilizada para la recolección de datos dietéticos: diario de consumo de alimentos de tres días:** A todos los participantes se les proporcionó una tablet (*Samsung Galaxy Tab27.0*.) y fueron instruidos sobre como registrar tomando fotos de todos los alimentos y bebidas consumidos durante estos tres días, tanto en casa como fuera de casa. Las fotos debían tomarse antes y después de terminar. Además, una breve descripción de las comidas, recetas, marcas, etc. debía ser también registrada por el dispositivo. Se diseñó un software específico ("IPSOS Mobile para ANIBES") lo cual permitió guardar toda la información incompleta antes de ser enviada para su codificación. La tablet solo se diseñó para recolectar información relacionada con el Estudio ANIBES y ningún otro uso fue permitido.

   Un número de teléfono gratuito atendido por teleoperadores de Ipsos, formados por dietistas-nutricionistas, se puso también a disposición de los participantes para responder cualquier pregunta sobre el software, el funcionamiento del dispositivo, el registro de alimentos y bebidas, etc. Los entrevistadores realizaron una revisión del diario de alimentos con los participantes en la segunda visita o tercer día de registro, en persona o por teléfono, con el objetivo de recopilar datos que faltaban de alimentos registrados posteriormente a que se completara el proceso de codificación inicial y se detectara falta de información. También se entregó a los participantes un manual de procedimientos para facilitar el registro de alimentos. Asimismo se informó a los participantes de que un seguro cubriría cualquier accidente o incidencia con los dispositivos, a pesar de que se les pidió que los utilizaran correctamente y supervisasen su mantenimiento.

   Los distintos días de la semana estarían igualmente representados (en la medida de lo posible) ya que cada ciclo siempre incluía dos días laborables (lunes y martes o jueves y viernes) y un día del fin de semana (sábado para el ciclo de jueves y viernes o domingo para el ciclo de lunes y martes).

f) Como alternativa al dispositivo de tablet, si el participante declaraba o demostraba incapacidad para manejarlo, se ofrecían otras posibilidades: **cámara de fotos** y **entrevista en papel** o **telefónica**. En ambos casos, la información recogida era la misma que la de la tablet.

g) Al final de la primera visita, se acordaba la fecha para la segunda entrevista, así como la realización de llamadas telefónicas de verificación al final de la recogida de datos, si fueran necesarias.

h) **Acelerómetro para cuantificar el nivel de actividad física:** Las mediciones objetivas de actividad física fueron obtenidas por medio de un acelerómetro ActiGraph (modelo GT3x y GT3x+; *ActiGraph, Pensacola, FL, USA*). Esto proporciona una medición de la frecuencia, intensidad y duración de la actividad física y permite la clasificación según el nivel de actividad como sedentario, ligero, moderado e intenso. A los individuos se les pidió llevar puesto el ActiGraph en un cinturón por encima de la cadera derecha, durante tres días consecutivos completos incluyendo el ciclo de tres días del registro de alimentos y bebidas de la tablet. Las mediciones objetivas de actividad física fueron tomadas por ActiGraph, que registró movimiento vertical, donde el número de movimientos (conteos) aumentó con la intensidad de la actividad. Para cualquier individuo, el acelerómetro registró diferentes periodos en el día a distintos niveles de actividad, a saber, diferentes niveles de "conteos por minuto" (cpm), mientras son sedentarios o están participando en una actividad ligera, moderada o intensa. Esto proporcionó una medición de la frecuencia, intensidad, y duración del ejercicio físico y permitió su clasificación en niveles como sedentario, ligero, moderado e intenso. A

los individuos se les pidió llevar puesto el acelerómetro en un cinturón por encima de la cadera derecha, en horas de vigilia durante tres días consecutivos completos junto con el registro de tres días de alimentos y bebidas de la tablet. En el actual estudio, el criterio de tiempo mínimo para inclusión en el análisis se estableció en tres días. La media diaria de cpm para cada participante se calculó como una media ponderada basada en la probabilidad de utilización/no-utilización (para un tiempo mínimo de utilización de al menos ocho horas al día). A los participantes también se les proporcionó una hoja para ser completada con los tiempos (horas/minutos) de no-utilización (ducha, nado, etc.). Para aquellos participantes que accedieron a utilizar el acelerómetro (n = 206) para cuantificar la actividad física, el dispositivo se activó coincidiendo con el diario de consumo alimentario de tres días de la Tablet**.** La submuestra se seleccionó según el mismo criterio de representatividad de la muestra total incluida en el estudio. Después de recoger los acelerómetros en la segunda visita de entrevista, se enviaron a IPSOS para descargar la información registrada del participante (actividad física, pero también datos adicionales como sexo, fecha de nacimiento, altura y peso) y para recargar la batería para el siguiente participante. La información registrada por el acelerómetro in la submuestra (167 adultos y 39 niños) se utilizó adicionalmente para validar el cuestionario de actividad física suministrado a toda la muestra, y para construir un modelo matemático para cuantificar el gasto energético junto con distintas fórmulas estandarizadas.

También se programó la **segunda visita** ("cara a cara") de una duración aproximada de 60 minutos y que constó de las siguientes cuestiones: entrevista detallada sobre actividad física (cuestionario IPAQ para niños y adolescentes modificado según el estudio HELENA[29] entrevista detallada utilizando cuestionarios validados previamente ensayados en los estudios piloto, diseñados para conocer las percepciones de los participantes sobre temas importantes de seguridad alimentaria, nutrición y cuestiones relacionadas con la salud. Asimismo, se recopilaron la tablet y el acelerómetro. A los participantes considerados "totalmente productivos" según la finalización de las fases, se les preguntó si deseaban recibir comentarios acerca del análisis de su diario y su comparación con las recomendaciones de ingesta de nutrientes. Los comentarios también incluyeron información general relacionada con consejos de alimentación saludable.

A continuación, el resumen del trabajo de campo del estudio ANIBES:

- Fechas del trabajo de campo: Desde el 19 de septiembre al 16 de noviembre de 2013, estructurado en 15 ciclos/etapas diferentes.
- 90 entrevistadores and 12 coordinadores.
- Equipamiento:
  - 426 *tablets*
  - 90 dispositivos para medidas antropométricas (báscula, tallímetro, cinta de medición).
  - 87 acelerómetros.
- Dispositivos utilizados:
  - 79% de la muestra utilizó *Tablet.*
  - 12% utilizó cámara de fotos.
  - 9% utilizó la encuesta telefónica.

La tabla II muestra una distribución más detallada de los dispositivos utilizados por sexo y grupo de edad.

Tratamiento de datos

La figura 2 muestra un plan para un mejor entendimiento del tratamiento de datos, control de datos, limpieza de datos, y etapas de codificación y verificación.

La tecnología innovadora utilizada en este estudio permitió que toda la información recogida pudiera ser verificada y codificada casi a *tiempo real*. Para tal fin, a los participantes se les pidió registrar todos los alimentos y bebidas consumidas durante tres días consecutivos. Como se mencionó anteriormente, cuando se les entregó las *tablets*, los entrevistadores siguieron un protocolo para explicar el método, informando a los participantes sobre las distintas secciones incluyendo la página de instrucciones, cómo describir los detalles de los alimentos y bebidas y los tamaños de ración y varios ejemplos. Además de la información detallada sobre qué y cuanto se consumió, los participantes registraron para cada comida: donde estaban, con quién estaban y qué estaban hacienda (por ejemplo, si estaban viendo la televisión o no). Después de cada día, los participantes anotaron si su ingesta era típica para ese día (o si no, la razón de por qué no lo era) y los detalles de cualquier suplemento dietético que tomasen. El software también contenía una serie de cuestiones acerca de hábitos alimentarios normales (por ejemplo, tipo de leche o grasa para untar consumida) para facilitar la codificación.

Los registros de alimentos y bebidas fueron recogidos a *tiempo real* para ser codificados por codificadores y editores formados. Para este fin, IPSOS desarrolló un servidor central de software/base de datos apropiado (compatible con Java/IE10) para poder trabajar en paralelo con el proceso de verificación seguido por la codificación. En este contexto, el software estaba listo para recibir la información de las tablets de campo cada 2 segundos, y se actualizaba cada 30 minutos. El servidor central contenía distintos módulos para verificar la información a nivel individual pero también según el ciclo específico; peso de alimentos e ingestas; codificación de alimentos y peso correspondiente en gramos. Si por cualquier razón, el terminal no era capaz de conectarse a la red, se guardaba la información registrada por el participante, y reenviada una vez que el problema fuera resuelto. El innovador Sistema de servidor central permitió revisar los distintos ciclos, los

Tabla II
Dispositivos utilizados por grupos de edad y sexo, estudio ANIBES

		Muestra (n)											
		Muestra objetivo inicial				*Muestra final*				*Muestra final + Boost*			
		Dispositivo				*Dispositivo*				*Dispositivo*			
		Base	*Tablet*	*Cámara fotos*	*Teléfono*	*Base*	*Tablet*	*Cámara fotos*	*Teléfono*	*Base*	*Tablet*	*Cámara fotos*	*Teléfono*
Sexo	Base	2634	2077	320	237	2009	1568	253	188	2285	1804	279	202
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Hombres	1309	1038	156	115	1013	800	124	89	1160	922	143	95
		50%	50%	49%	49%	50%	51%	49%	47%	51%	51%	51%	47%
	Mujeres	1325	1039	164	122	996	768	129	99	1125	882	136	107
		50%	50%	51%	51%	50%	49%	51%	53%	49%	49%	49%	53%
Edad (años)	Base	2634	2077	320	237	2009	1568	253	188	2285	1804	279	202
		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Niños 9-12	240	201	29	10	100	82	15	3	213	178	27	8
		9%	10%	9%	4%	5%	5%	6%	2%	9%	10%	10%	4%
	Adolescentes 13-17	246	221	21	4	124	113	8	3	211	190	18	3
		9%	11%	7%	2%	6%	7%	3%	2%	9%	11%	6%	1%
	Adultos 18-64	1911	1571	207	133	1588	1300	176	112	1655	1361	180	114
		73%	76%	65%	56%	79%	83%	70%	60%	72%	75%	65%	56%
	Ancianos 65-75	237	84	63	90	197	73	54	70	206	75	54	77
		9%	4%	20%	38%	10%	5%	21%	37%	9%	4%	19%	38%

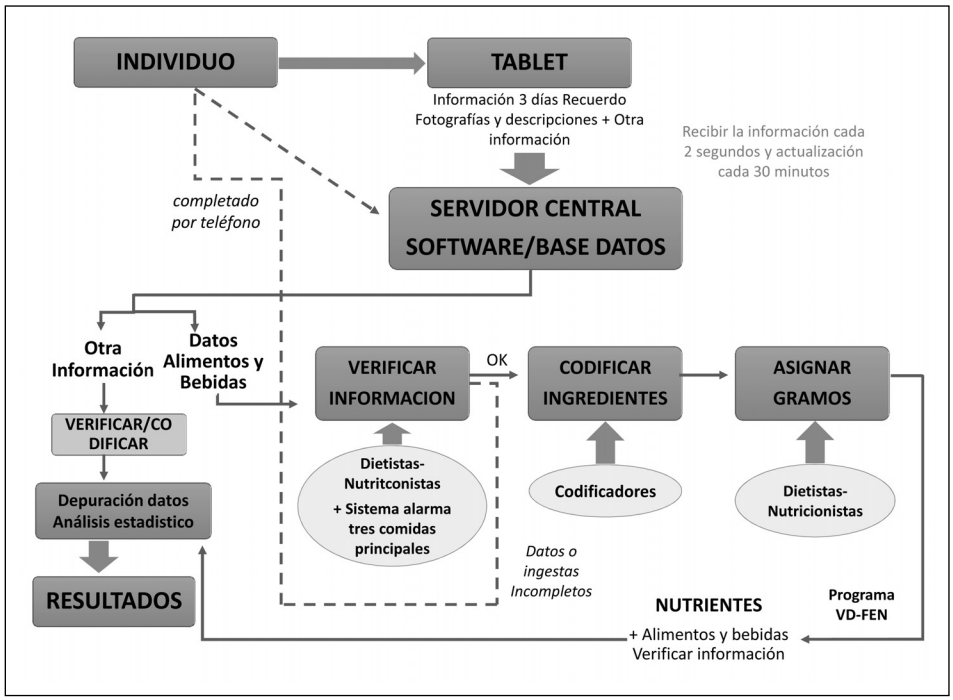


Fig. 2.—Esquema general del protocolo seguido para la recogida de datos, procesado, depuración y codificación en el estudio ANIBES en España.

registros de los pacientes, lo cual significó que los posibles incidentes podían ser resueltos en un corto periodo de tiempo. Finalmente, se gestionaron 189,600 entradas (ingredientes) de los 2.009 participantes, sobre 73 productos por participante, y 24,3 productos de alimentos/bebidas por persona/día de media.

Los codificadores trataron de asignar cada alimento o bebida registrados en la tablet a un código de alimento/porción. Para productos compuestos que podían dividirse en sus componentes, se asignó cada componente individual. Si un producto había sido registrado y no existía código apropiado o no había suficientes detalles para codificar el alimento, la entrada se marcaba como pendiente para consultar. Cada código de alimento está relacionado con indicadores de tamaño de ración adecuados, como cucharada para arroz o pasta, que son entonces relacionados con el peso correcto para ese indicador. Así que si un participante registraba/describía sus alimentos utilizando medidas caseras, los codificadores bajo la tutela de dietistas-nutricionistas podrían seleccionar el tamaño de porción adecuado. Si el tamaño de porción se describía en peso, el peso se introduciría directamente en el sistema. Cuando el codificador no podía determinar el alimento o porción consumida, la entrada se marcaba como consulta para ser resuelta por un investigador con amplios conocimientos y experiencia en nutrición. Los dietistas-nutricionistas asignaron códigos adecuados para los alimentos marcados y los códigos de porciones y revisaron cualquier otra duda surgida por parte de los codificadores. En general, cuando los detalles para la codificación faltaban, se utilizaban códigos estándar aprobados oficialmente. Cuando faltaban los tamaños de ración, se realizaba una estimación utilizando el mismo peso si el alimento se consumía otro día, o un tamaño de ración consistente con el consumo habitual del participante (por ejemplo pequeño, mediano o grande), o un tamaño de ración medio adecuado a la edad.

Para nuevos productos aún no incluidos en el programa, se visitaban supermercados o mercados o se contactaba con el proveedor para obtener información sobre la composición nutricional para decidir si un nuevo código de alimento era necesario o no. Esta decisión se basó en la composición nutricional en comparación con los códigos existentes, así como la frecuencia de consumo. Si se requería un nuevo código, se introducía la composición nutricional en la base de datos. En el caso de comedores escolares, se consideraba la información de los empleados de catering de la escuela acerca de la composición nutricional y tamaños de ración. Para platos caseros donde se había registrado la receta, se introducían los ingredientes individualmente utilizando los códigos apropiados para alimentos cocinados, y se asignaban todos los códigos del plato a un grupo de recetas de alimentos según el tipo de plato. El peso de cada ingrediente cocinado se calculó utilizando los pesos en crudo registrados por el participante, un factor de pérdida de peso para el plato complete si era posible, y el peso de la porción consumida.

Control de calidad

El control de calidad de la información recogida fue supervisado por dietistas-nutricionistas formados, según el siguiente protocolo:

a) El mismo dietistas-nutricionista era responsable de revisar los registros de alimentos incluidos por

el participante durante el estudio del registro de alimentos de tres días.

b) El control de calidad inicial se basó en las fotografías y descripciones enviadas por los participantes, pero también por la breve descripción solicitada antes o después de cada comida y/o ingesta. Se puso especial atención en la validación de algunas variables como ingredientes, marcas de alimentos procesados o precocinados, tamaño de ración o técnicas culinarias para obtener información precisa para su posterior codificación.
c) La aprobación final de la información recibida fue ofrecida por un dietista-nutricionista y supervisor.

También es importante que el software utilizado contaba con un Sistema de alarma donde no estaban disponibles los registros de las distintas tres comidas principales.

Al principio del proceso de codificación, los dietistas-nutricionistas trabajaron junto con los codificadores revisando la información de los codificadores y ofreciéndoles comentarios individuales acerca de su trabajo (entradas de códigos de alimentos y porciones). Los errores en los códigos de raciones (seleccionando el indicador incorrecto de tamaño de ración o introduciendo un peso incorrecto) eran más comunes que seleccionar el código alimentario incorrecto. Los errores encontrados fueron corregidos. Estas revisiones aseguraron que los índices de errores eran monitorizados por los codificadores que trabajaron en el proyecto y permitieron identificar cualquier cuestión de codificación. Todas las entradas marcadas como consulta por los codificadores fueron categorizadas en distintos tipos de consulta, como código de alimento o de ración no disponible en el software VD-FEN, recetas, falta o insuficientes detalles para codificar el alimento o la ración. Las revisiones iniciales se realizaron para resaltar cualquier campo de datos que faltaba, como contexto incompleto o variaciones en los nutrientes, seguidos por una verificación de viabilidad de los tamaños de ración máximos y mínimos introducidos en cada grupo de alimentos secundario. El control de calidad final se realizó utilizando la ingesta media de energía y de nutrientes de cada participante (todos los nutrientes declarados) del periodo de registro de alimentos y bebidas (tres días). Las ingestas extremas se consideraron a partir de la media y todas las entradas en esta región fueron verificadas junto con el diario. Se corrigieron todos los errores encontrados a su entrada apropiada como se reflejó en la entrada del diario. También se calcularon las ingestas.

Las ingestas de energía y nutrientes se calcularon a partir de los registros de consumo de alimentos utilizando un software especial adaptado VD-FEN 2.1 (*Programa de Valoración Dietética de la FEN*) para el estudio ANIBES. Los datos obtenidos de los productores de alimentos fueron también utilizados, ya que se proporcionaba información nutricional en las etiquetas y un atlas fotográfico de alimentos para asignar los pesos en gramos para los tamaños de ración. Todos los datos fueron meticulosamente evaluados antes de ser incorporados en la base de datos VD-FEN ANIBES, que se estratifica brevemente como:

- Nivel 1 – 16 grupos de alimentos y bebidas.
- Nivel 2 – 29 subgrupos de alimentos y bebidas.
- Nivel 3 – 761 entradas de alimentos y bebidas.
- Empresa y marca.
- Tratamiento culinario.
- Medida casera (cucharadas, vasos, tazas, platos); tamaños de ración típicos/más utilizados y recetas de España; o unidades/medidas convencionales (por ejemplo, 1 yogurt, 1 pieza de manzana, medio tomate, 1 rebanada de pan, 1 lata de refresco, 1 galleta, 1 porción de mantequilla, etc.)

Limpieza de datos

Una vez que los datos de las Tablets fueran codificados y transferidos a la base de datos de ANIBES, una limpieza de datos era necesaria de la siguiente forma:

Primera fase de limpieza de datos: A los participantes se les consideró totalmente aptos si después de una revisión meticulosa de la información, se verificó que los tres días habían sido registrados. Cuando los registros estaban por encima o por debajo del periodo establecido de tres días, se adoptaron los siguientes criterios:

- Si un participante solo tenía registros de dos o menos días, se consideraba no válido y era eliminado de la muestra final.
- Si un participante registraba cuatro o más días, los datos válidos eran aquellos tres días registrados correspondientes al ciclo específico del participante, pero siempre bajo el mismo esquema: 2 días laborables y 1 día de fin de semana.

Segunda fase de limpieza de datos: Según la información registrada, los participantes eran eliminados de la muestra final si:

- Si había una conducta inexplicable en la ingesta de energía o grandes variaciones interindividuales de día a día, cuando se comparaban con el recuerdo de 24-h. Asimismo, cuando el patrón alimentario conocido del participante era de 3-5 ingestas diarias, pero se observaba claramente una falta de datos en el registro (a saber, solo desayuno y/o una comida al día), se eliminaba de la muestra final.
- Registros de ingesta de energía extremadamente bajos:
  - Menos de 500 kcal/día en dos o tres días del periodo.

- Menos de 500 kcal/día en un día, y < 800 kcal/d en los días restantes.

Tercera fase de limpieza de datos: Se consideraban participantes válidos aquellos que cumplían los siguientes requisitos:

- Haber cumplido fases de limpieza de datos anteriores.
- Haber cumplido satisfactoriamente ambas visitas durante el trabajo de campo.
- Si los participantes tenían datos válidos sobre: peso, altura, perímetro de cintura.

Una vez que todos los datos (tres días de registro de alimentos y recuerdo de 24-h) habían sido verificados, limpiados, y aprobados por los dietistas-nutricionistas, la base de datos de ANIBES se desarrolló. Los cálculos de la ingesta de energía y nutrientes se realizaron mediante el *Programa de Valoración Dietética de la Fundación Española de Nutrición* VD-FEN 2.1, principalmente basado en las Tablas de Composición de Alimentos (Moreiras et al., 15 ed, 2011)[30], con varias expansiones y actualizaciones.

Conclusiones

El Balance Energético es un marco que puede ser utilizado para comprender la interacción entre ingesta de energía, gasto energético y almacenamiento energético, lo cual determina el peso corporal.

Una mejor comprensión del balance energético puede ayudar a desarrollar estrategias más efectivas para reducir los índices de obesidad en individuos y poblaciones.

El balance energético es un proceso dinámico en lugar de estático, con manipulaciones de un componente del balance energético potencialmente incluyendo otros componentes del balance energético.

Las fortalezas en el diseño, protocolo y metodología utilizadas en el estudio ANIBES para aproximarse por primera vez al BE en España son que la muestra objetivo es representativa a nivel nacional, el amplio rango de edad incluido (9-75 años), la distribución geográfica (península e islas), la exitosa logística para los 128 puntos de muestreo o las innovadoras herramientas utilizadas por primera vez para medir la ingesta dietética (tablet para un registro dietético a *tiempo real time* junto con un recuerdo de 24-h) o nivel de actividad física (cuestionario validado y acelerómetro). Los principales inconvenientes fueron las dificultades para algunos participantes al emplear las tecnologías, o la falta de estacionalidad para la recolección de alimentos o la medición del nivel de actividad física. Independientemente de esto, teniendo en cuenta el diseño de protocolo meticulosamente diseñado y basado en la mayor evidencia y experiencia previa, el estudio ANIBES contribuirá para proporcionar datos útiles valiosos para informar acerca de la planificación de políticas alimentarias, el desarrollo de recomendaciones dietéticas basadas en alimentos y otras políticas de salud.

Agradecimientos

A los autores les gustaría dar las gracias a Coca-Cola Iberia por su apoyo y asesoramiento científico y técnico, especialmente al Dr. Rafael Urrialde, a Isabel de Julián, y a Estrella López Brea. Los autores agradecen encarecidamente a IPSOS España, en especial a Jesús Caldeiro y José Antonio Gutiérrez, su constante apoyo en el procedimiento de muestro, desarrollo del trabajo de campo, y diseño del estudio ANIBES.

Referencias

1. Hill JO, Wyatt HR, Peters JC. Energy balance and obesity. *Circulation* 2012; 126: 126-32.
2. Morton GJ, Cummings DE, Baskin DG, Barsh GS, Schwartz MW. Central nervous system control of food intake and body weight. *Nature* 2006; 443: 289-95.
3. Hill JO, Wyatt HR, Peters JC. Using the energy gap to address obesity: a commentary. *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1848-54.
4. Hill JO, Levine JS, Saris WHM. Energy expenditure and physical activity. In: Bray G, Bouchard C. eds. Handbook of Obesity. 2nd ed. New York, NY: Marcel Dekker, Inc; 2003:631– 654.
5. Galgani J, Ravussin E. Energy metabolism, fuel selection and body weight regulation. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (7): S109-19.
6. Blair SN. Physical inactivity: the biggest public health problem of the 21st century. *Br J Sports Med* 2009; 43: 1-2.
7. Johnstone AM, Murison SD, Duncan JS, Rance KA, Speakman JR. Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thryroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 941-8.
8. Hall KD. Predicting metabolic adaptation, body weight change, and energy intake in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2010; 298: E449-66.
9. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry; WHO Technical Report Series 854, WHO, Geneva, Switzerland, 1995.
10. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Ranking JW, Smith BK. American College of Sports Medicine. Position Stand: appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41 (2): 459-71.
11. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D et al. Quantification of the effect of energy imbalance on bodyweight. *Lancet* 2011; 378 (9793): 826-37.
12. Hall KD, Sacks G, Chandramohan D, Chow CC, Wang YC, Gortmaker SL, Swinburn BA. Quantifying the effect of energy imbalance on body weight change. *Lancet* 2011; 378: 826-37.
13. Hall KD, Heymsfield SB, Kemnitz JW, Klein S, Schoeller DA, Speakman JR. Energy balance and its components: implications for body weight regulation. *Am J Clin Nutr* 2012; 95 (4): 989-94.
14. Heymsfield SB, Thomas D, Martin CK, et al. Energy content of weight loss: kinetic features during voluntary caloric restriction. *Metabolism* 2012; 61 (7): 937-43.
15. Mayer J, Purnima R, Mitra KP. Relation between caloric intake, body weight and physical work: studies in an industrial male population in West Bengal. *Am J Clin Nutr* 1956; 4:169-75.
16. Hill JO, Commerford R. Exercise, fat balance and energy balance. *Int J Sports Nutr* 1996; 6: 80-92.
17. Hill JO, Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity. *J Appl Phyisol* 2005; 99: 765-70.
18. Wadden TA. Treatment of obesity by moderate and severe caloric restriction: results of clinical research trials. *Ann Intern Med* 1993; 13 (suppl. 2): 91-3.
19. Dulloo AG, Jacquet J. Adaptive reduction in basal metabolic rate in response to food deprivation in humans: a role for feedback signals from fat stores. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 599-606.
20. Varela G, García D, Moreiras-Varela O. La Nutrición de los Españoles. Diagnóstico y Recomendaciones; Escuela Nacional de Administración Pública, Madrid, 1971.

21. Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. Encuesta de presupuestos familiares 1990-91; Spanish National Statistical Institute, 1991; Vol I.
22. Varela G, Moreiras O, Carbajal A, Campo M. *E*ncuesta de Presupuestos Familiares 1990-91. Estudio Nacional de Nutrición y Alimentación 1991; INE, Madrid, 1995; Vol I.
23. Varela-Moreiras G. La Dieta Mediterránea en la España actual. *Nutr Hosp* 2014; 30 (suppl. 2): 21-8.
24. Del Pozo S, García V, Cuadrado C, Ruiz E, Valero T, Ávila JM, Varela-Moreiras G. Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario; Fundación Española de la Nutrición (FEN), Madrid, 2012.
25. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Encuesta Nacional de Ingesta Dietética Española 2011. Available at: http://www.aesan.msc.es/AESAN/docs/docs/notas_prensa/Presentacion_ENIDE.pdf
26. Serra-Majem L, Ribas Barba L, Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña-Quintana L. Obesidad en la infancia y adolescencia en España. Resultados del estudio enKid (1998–2000). *Medicina Clinica* 2003; 121 (19): 725-32.
27. González-Gross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, Gonzalez-Lamuño D, Pérez-Llamas F, Gutiérrez A, Garaulet M, Joyanes M, Leyva A, Marcos A and grupo AVENA. Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes Españoles (Proyecto AVENA). Evaluación de riesgos y propuesta de intervención. I. Descripción metodológica del estudio. *Nutr Hosp* 2003; 18: 15-27.
28. Ministerio de Sanidad, Consumo, Igualdad y Servicios Sociales. Encuesta Nacional de Salud 2011-2012; Ministerio de Sanidad, Consumo, Igualdad y Servicios Sociales, Madrid, 2013.
29. Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve A, Sallis JF et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2003; 195 (9131/03): 3508-1381.
30. Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos, 15ª edición; Ed. Pirámide; Madrid, 2011.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):112-117
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5058

Sesgos y ajustes en la valoración nutricional de las encuestas alimentarias

Victoria Arija[1,2], Rosa Abellana[3], Blanca Ribot[1,2], Josep M.ª Ramón[4,5]

[1]Unidad de Nutrición y Salud Pública. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Rovira i Virgili. Reus. [2]Institut de Investigació Sanitària Pere Virgili. Reus. [3]Departament de Salut Pública. Facultat de Medicina. Universitat de Barcelona. [4]Departament de Ciències Clíniques. Facultat de Medicina. Universitat de Barcelona. [5]Coordinador del Grup de recerca en prevenció clínica. Institut de recerca biomédica de Bellvitge. España.

Resumen

En epidemiología nutricional es fundamental una correcta valoración del consumo alimentario de los individuos y grupos de población. Esta estimación debe hacerse con la mayor calidad posible, evitando las fuentes de error y confusión en su estimación.

Las cualidades que otorgan calidad a un método de medida son la validez y la precisión, siendo la validez la principal característica. La falta de validez produce sesgos o errores sistemáticos, los cuales pueden aparecer en el proceso de selección de los sujetos o en el proceso de obtención de la información; y la falta de precisión produce los errores aleatorios.

Para muchos nutrientes, las variaciones intra-individuales, debidas a muchos factores como el día de la semana o la estación del año valorada, podrían crear problemas en el análisis e interpretación de los resultados. Para minimizar estas fuentes de error se deben utilizar los métodos de ajustes en el proceso de análisis de datos.

Los factores de confusión pueden exagerar o subestimar la verdadera magnitud de la asociación o incluso alterar su dirección. El consumo total de energía puede ser una variable de confusión en el estudio de la relación entre la ingesta de un nutriente y el riesgo de enfermedad. Para controlar este efecto se proponen varias aproximaciones: la densidad de nutrientes, el modelo multivariado estándar y el modelo residual de nutrientes.

Palabras clave: *Métodos de valoración del consumo alimentario. Valoración de los errores nutricionales sistemáticos. Sesgos. Errores aleatorios. Ajustes. Factores de confusión. Calidad. Exactitud. Validez. Precisión. Repetitividad.*

BIASES AND ADJUSTMENTS IN NUTRITIONAL ASSESSMENTS FROM DIETARY QUESTIONNAIRES

Abstract

In nutritional epidemiology, it is essential to use Food Consumption Assessment Methods that have been validated and accepted by the international community for estimating food consumption of individuals and populations. This assessment must be made with the highest quality possible so as to avoid, as far as possible, sources of error and confusion in the processes.

The qualities that are required in a measurement method are validity and accuracy; validity being the main factor. Lack of validity produces biases, or systematic errors. These can reside in the process of subject selection, or processes of information gathering where the lack of accuracy produces random errors.

For many nutrients, the intra-individual variances are due to many factors such as day-of-the-week or season, and could create problems in the data analyses. Adjustments are needed to minimize these effects.

Confounding factors may over- or under-state the real magnitude of the observed association, or even alter the direction of the real association. Total energy intake can be a confounding variable when studying a relationship between nutrient intake and disease risk. To control for this effect several approximations are proposed such as nutrient densities, standard multivariate models and thenutrient residual model.

Key words: *Methods of evaluating food consumption. Evaluation of systematic nutritional errors. Biases. Random errors. Adjustments. Confounding factors. Quality. Exactness. Validity. Precision. Repetitiveness.*

Introducción

En epidemiología nutricional es fundamental una correcta valoración del consumo alimentario, tanto para poder describirlo como para estimar su efecto sobre la salud.

Sin embargo, es bien conocido que su valoración es compleja y no está exenta de importantes limitaciones. Por ello, para obtener datos de calidad se debe prestar especial atención en minimizar los posibles errores de su medición. Es importante controlar las fuentes de error (sistemático o aleatorio) y de confusión que pueden producirse durante las diferentes etapas del proceso de obtención de datos.

Calidad de los métodos de evaluación del consumo de alimentos

Ya que no existe un método ideal que valore el consumo alimentario habitual y espontáneo del sujeto es importante seleccionar adecuadamente el mejor método de valoración del consumo alimentario que se adecua mejor a los objetivos y tipo de estudio epidemiológico, al tamaño y tipo de población estudiada. Para obtener

Correspondencia: Victoria Arija.
Unidad de Nutrición y Salud Pública.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.
Universidad Rovira i Virgili.
C/ Sant Llorenç, 21.
43201. Reus. España.
E-mail: victoria.arija@urv.cat

datos de consumo se dispone de diferentes métodos de valoración de consumo alimentario (MVCA) que han sido aceptados internacionalmente como métodos adecuados para valorar el consumo alimentario individual, con sus ventajas, limitaciones y características específicas[1,2,3]. Entre ellos podemos nombrar a los diferentes Registros Alimentarios, al Recuerdo de 24 h, a la Historia Dietética y a los Cuestionarios de Frecuencia de Consumo de Alimentos (CFCA).

Cualidades de los métodos de medida

La calidad de los MVCA se valora por dos cualidades, la validez y la precisión. La validez es la cualidad de medir lo que realmente se quiere medir y la precisión o fiabilidad es la que mide la concordancia entre varias medidas repetidas en el mismo individuo cuando se utiliza el mismo método. La falta de validez produce errores sistemáticos y la falta de precisión, errores aleatorios. Ambos errores pueden ocurrir intra o inter-individualmente[4].

Relacionado con la **validez**, el error o sesgo sistemático es la distorsión en la estimación del efecto que afecta de forma sistemática a la medición de la variable. Estos sesgos pueden ser de selección o de información.

Los **sesgos de selección** están relacionados con el tipo de estudio epidemiológico utilizado en el estudio de investigación. Los errores más comunes resultan de las siguientes dificultades en: a) la obtención de una muestra representativa; b) en la selección del grupo de control; c) en el control por pérdidas durante el seguimiento; d) en la selección de los participantes cuando se excluyen a los de mayor gravedad; e) en la aparición de un evento que solo ocurra en uno de los grupos estudiados; f) en el sesgo por detección; y g) en el sesgo que ocurre debido a la participación de voluntarios y que se relaciona con una mayor participación de los casos[1,2,3].

Los **sesgos de información** se producen en el proceso de recogida de datos. Una parte importante de estos sesgos están relacionados con las capacidades y experiencia del entrevistador o de la imprecisión en la cuantificación del tamaño de la ración; o de las capacidades y motivación del encuestado. También pueden provenir de las tablas de composición de alimentos utilizadas y/o también del manejo de datos del investigador durante todo el proceso.

La validez de un método se valora comparando los resultados obtenidos por el método de estudio con los de un método de referencia, que denominamos *gold estándar*. Si la variable estudiada es cuantitativa se utilizan los diferentes métodos estadísticos de comparación de medias y si es dicotómica se compara la sensibilidad y la especificidad de cada método. El método utilizado como *gold estándar* debe estimar la ingesta de forma diferente a la del método de referencia para evitar que se estime el mimo tipo de error en los 2 métodos y se obtenga de forma errónea que el método de estudio es válido[4].

Relacionado con la **precisión**, el error aleatorio es la diferencia debida al azar entre el valor que se puede averiguar del consumo alimentario de un sujeto y el real. Por otra parte, también puede ser entre el valor observado en una muestra en comparación con el correspondiente de la población general. La presencia de error aleatorio aumenta la variabilidad intra e inter-individual. Los **errores aleatorios** se producen por factores desconocidos que afectan a la medida de la variable; por ejemplo, cuando el estado de ánimo del sujeto entrevistado modifica artificialmente la respuesta sobre lo realmente consumido. En cualquier caso, esta variabilidad ocasionada al azar por factores desconocidos disminuye la precisión de la medida, afectándose el valor medio y ampliándose el intervalo de confianza de la medida[1,2,3] (fig. 1).

Variabilidad de los métodos de medida

Para estimar la variabilidad de un método de medida se repite la misma medida en el mismo individuo y se analiza la concordancia entre las dos medidas. Si la variable es cua-

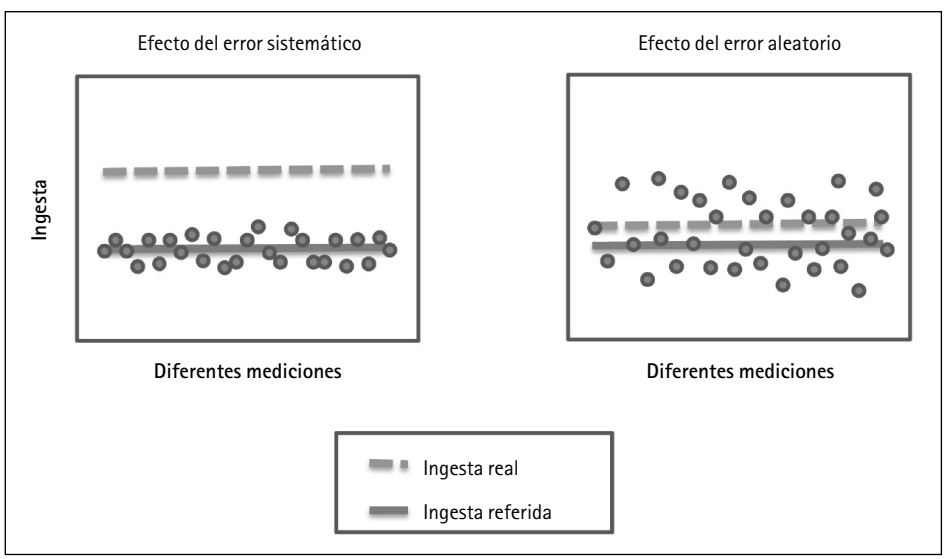


Fig. 1.—Representación del error sistemático y el error aleatorio.

litativa se utiliza el Índice de KAPPA, y si la variable es cuantitativa se utiliza el coeficiente de correlación intraclase o el método gráfico de Bland y Altman[4]. En la realización de este análisis de repetitividad se deben tener en cuenta algunas características como la posibilidad real de que sean hechos repetibles, lo cual es difícil cuando valoramos la dieta de dos momentos diferentes, ya que, aunque el método sea muy preciso, quedará afectada su precisión porque la dieta haya cambiado realmente. Se aconseja que el periodo comparado no sea muy cercano para que las personas entrevistadas no se acuerden de la medida anterior, ni tan lejano que hayan cambiado mucho los hábitos de consumo alimentario. Willett y colaboradores recomendaban espaciar las mediciones entre 4 y 10 semanas[5]. La repetitividad también se ve influenciada por el grado de dificultad o variabilidad de la medida. Por ejemplo, un CFCA que no valore el tamaño de la ración es más repetible que uno que sí lo valore, o en el caso del diseño del CFCA, el que sea más claro o más confuso para la comprensión del participante, modificará su repetitividad en función de este aspecto.

El error más importante en la estimación del consumo de alimentos es el **error aleatorio intra-individual**. La variabilidad causada por este error es mayor cuanto más tiempo ha pasado entre las mediciones, ya que éstas incluyen tanto el error intra-individual como los verdaderos cambios en la dieta. Este error se puede disminuir aumentando el número de días valorados. Según un estudio exhaustivo sobre este tema el número de días más a aumentar más apropiado dependerá de la situación. Por ejemplo, para estimar la ingesta habitual de diferentes nutrientes, sería necesitario evaluar más días para algunos micronutrientes que para estimar la ingesta de energía y macronutrientes. En los estudios transversales realizados con el objetivo de obtener las ingestas medias de un grupo de sujetos, se acepta que se necesitan 1 o 2 días. Sin embargo, para evaluar la relación individual entre la ingesta habitual y los problemas de salud, se requieren aproximadamente entre 3 y 7 días no consecutivos, teniendo en cuenta la variabilidad entre los días de la semana y entre las estaciones del año. Además, en estudios poblacionales, la determinación del número días valorados puede verse limitado para mejorar la estimación del consumo alimentario de los sujetos, ya que si el número es alto, se puede incrementar en los participantes la pereza para registrar su consumo alimentario. Además, también existe la posibilidad de que el participante cambie su consumo alimentario para hacerlo más sencillo y simplificar así el registro de los datos[1,2,3].

Es importante resaltar que para confirmar que un método es correcto, la cualidad principal es la validez, de forma que una buena precisión, por sí sola, no sería suficiente para validad el método de medida.

Clasificación errónea de los sujetos: efecto sobre los resultados

Los sesgos en la recogida de la información pueden conllevar una mala clasificación tanto del factor causal como del efecto estudiado, como de ambos. Esta mala clasificación de los sujetos, entre casos y controles o entre expuestos no expuestos, puede producirse en los estudios epidemiológicos analíticos y modificar de forma errónea el efecto buscado.

Cuando la mala clasificación se produce de forma similar en todos los sujetos o grupos de estudio se produce una **mala clasificación no diferencial** que implica la reducción de la verdadera diferencia o asociación entre la causa y el efecto. Este sesgo no tiene relación ni con la exposición ni con la enfermedad de estudio, sino que es inherente al método de recogida de datos. Ante esta situación, la Odds ratio o el Riesgo Relativo tienden a diluirse, perdiéndose el efecto existente. En cambio, si el sesgo se produce solo en uno de los grupos de estudio se producirá una **mala clasificación diferencial**[1,2,3]. Este sesgo se relaciona con la exposición y/o la enfermedad y puede infravalorar o sobreestimar el efecto estudiado (fig. 1). En función del caso, puede provocar la observación de una relación cuando realmente no exista, o bien, observar una falta de relación cuando en realidad sí exista. Por ejemplo, si se quiere valorar la relación entre el consumo de queso y la presencia de migraña con un estudio epidemiológico de casos y controles, las personas con migraña responderían con más interés a las preguntas sobre el consumo anterior de queso que las personas sin migraña o controles, por lo que se sobreestimaría de forma errónea el efecto. Por el contrario, cuando se valora el consumo alimentario en obesos y no obesos, se podría infraestimar el efecto debido a que los obesos, tal y como es conocido, tienden a referir una ingesta menor a la consumida realmente. Además, el sesgo diferencial no es uniforme[1,2,3].

Recomendaciones para evitar los sesgos

Para evitar estos sesgos y, en consecuencia, aumentar la validez y fiabilidad de los resultados, se deben poner medidas de control durante las diferentes fases de la investigación, como en el diseño del protocolo del estudio, en la realización del trabajo de campo y en el análisis e interpretación de los resultados. Durante la preparación del estudio, es fundamental escoger los métodos de valoración del consumo alimentario más objetivos y, a ser posible, que estén validadas (ya que disminuye la variabilidad causada por el método), teniendo en cuenta el diseño del estudio, su objetivo y las características de la población de estudio. Además es imprescindible realizar una estandarización de cómo y cuándo se obtendrán los datos, así como estandarizar el método entre los entrevistadores (ya que disminuye la variabilidad causada por el instrumento y el observador). En el caso de la valoración del consumo alimentario, el aumento del número de días valorados es una buena medida para disminuir la variabilidad intra-individual y aumentar la fiabilidad de los datos. Por último, y no por ello menos importante, es recomendable la doble introducción de datos en la base de datos y su posterior verificado, la

Tabla I
Formato matricial para el análisis

Nutriente (N)	*Sujeto*	*Grupo de edad (factor)*	*Estación*
V1	1	1	I
V2	1	1	V
V1	2	2	I
V2	2	2	V
V1	3	1	I
V2	3	1	V

I: Invierno; V: Verano.

depuración y comprobación de la calidad de los datos recogidos y finalmente, la utilización de procedimientos estadísticos para ajustar el error de medición.

Recomendaciones para el control de la variabilidad intra-individual en la ingesta

En la medida del estado nutricional de una población generalmente asumimos que los individuos mantienen sus hábitos alimentarios y la media de consumo de una población la podemos definir en base al consumo habitual de los individuos estudiados. Desafortunadamente ni los recordatorios de 24 horas ni los cuestionarios semicuantitativos de frecuencia de consumo reflejan con exactitud la verdadera ingesta de un individuo[5]. Como resultado, la estimación de la media de ingesta poblacional o las tasas de déficit nutricionales basadas en estos instrumentos puede estar sesgada[6].

La ingesta individual varía de día a día y factores como el día de la semana o la estacionalidad contribuyen a esa variación diaria. Un concepto básico es que la variación intra-individuo es aleatoria y que el grado de dicha variación puede diferir según el nutriente estudiado. Un recordatorio de 24 horas no caracteriza la ingesta habitual de un individuo. Para algunos nutrientes, la variabilidad intra-individual es mucho mayor que la variabilidad inter-individual y nos puede crear problemas en el análisis de la información[7].

Aproximación analítica

En la aproximación a la estimación de la prevalencia de déficits nutricionales en la ingesta habitual, necesitamos dos o más medidas del consumo para cada individuo, dónde la ingesta diaria del nutriente es la variable dependiente[5,8].

La matriz de datos para proceder al análisis de la información debe organizarse siguiendo el esquema presentado en 1 con las medidas repetidas para los sujetos consideradas como información separada.

El análisis lo podríamos resumir de la siguiente forma:

a) Primero, analizar los datos para asegurar la distribución normal de los mismos. Si no existe una distribución normal de los datos, hay que proceder a la transformación logarítmica de los mismos.
b) Estimar la varianza intra e inter-individual
c) Calcular la ingesta ajustada por la variabilidad intra-individual para cada nutriente de la siguiente forma:
   - Calcular R como:
   (√Var entre/Var entre + Var intra) / (√Var entre/0,5(Var entre + Var intra).
   En segundo lugar, crear una nueva variable para cada sujeto que sea la desviación de la media total o del estrato de interés.
d) Ajustar la ingesta de la siguiente forma:
   Ingesta ajustada= (ingesta observada-media)* Valor de R
   Las medias para los valores ajustados y crudos deben ser similares (fig. 2).

Factores de confusión y ajuste de la ingesta total de energía en los estudios epidemiológicos nutricionales

En los estudios epidemiológicos nutricionales, podemos extraer conclusiones erróneas si los datos no están adecuadamente analizados e interpretados. Concretamente, las relaciones entre dieta (exposición) y el riesgo de enfermar pueden estar distorsionadas o sesgadas por factores externos de confusión. No tener en cuenta los factores de confusión puede conducir a obtener relaciones espurias (falsa asociación) entre la exposición y el riesgo de enfermar. Los factores de confusión también pueden causar una sobreestimación o infraestimación de la magnitud real de la asociación e incluso alterar la dirección de la asociación real. *Hulley and Cummings* en 1993[9] nos presentan un ejemplo clásico de confusión, en el cual se presenta una asociación espuria entre beber café y el infarto de miocardio debido a la confusión que ejerce el hábito de fumar. Específicamente, se encuentra esta asociación por que el número de fumadores en el grupo que beben café (380 *vs.* 120) es mayor que en el grupo que no beben

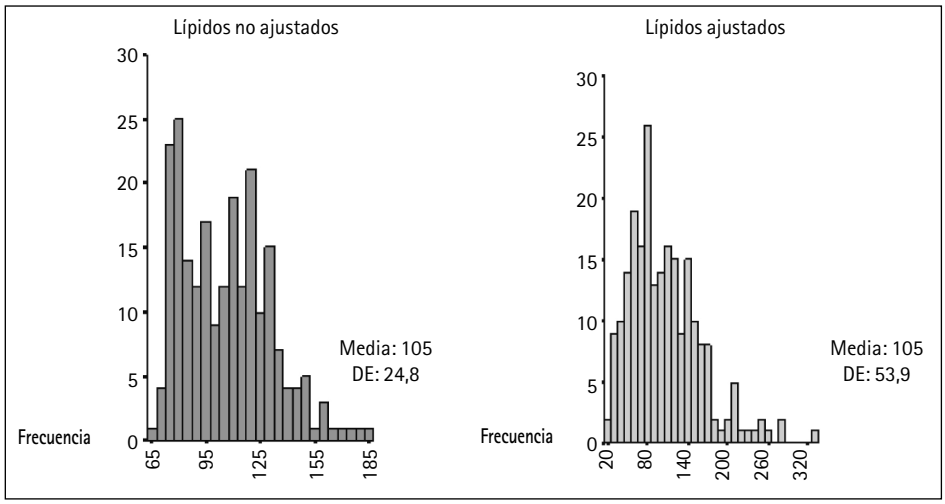


Fig. 2.—Ejemplo de valores no ajustados y ajustados.

café (20 *vs.* 480). Además, los fumadores presentan mayor incidencia de infarto de miocardio (10%) que los no fumadores (1,7%). Por tanto, esta diferencia en la distribución de individuos en función del factor de confusión (fumar) en cada grupo de consumidores de café genera una asociación espuria entre beber café y el infarto de miocardio.

Otro ejemplo de factor de confusión en el que la magnitud real de la asociación es exagerada fue presentado por Irala y cols. Concretamente la relación entre los defectos del tubo neural de recién nacidos y el déficit de ácido fólico de la madre[10]. El efecto de la fortificación del ácido fólico es sobrestimado porque las madres con valores normales de ácido fólico también presentan patrones de comportamiento saludables como una dieta, mejor dotación genética o menor prevalencia de factores de riesgo (abuso de alcohol o tabaco) en relación a las madres con deficiencia de ácido fólico.

En estudios nutricionales, el consumo total de energía puede ser una variable de confusión al estudiar las relaciones entre la ingesta de nutrientes y el riesgo de la enfermedad. Según Willet WC y cols., en las poblaciones humanas, el consumo total de energía es, en gran parte, consecuencia de variaciones en el tamaño corporal, la actividad física y la eficiencia metabólica[11,12]. La confusión se produce cuando la ingesta total de energía se asocia con el riesgo de enfermedad y la ingesta de nutrientes. La asociación entre la ingesta total de energía con el riesgo de enfermedad se produce debido a que la probabilidad de enfermar está asociada con la actividad física, al tamaño corporal o la eficiencia metabólica del individuo. La ingesta total de energía y nutrientes están asociados porque ambos contribuyen directamente a la energía total o porque los individuo que tienen un mayor consumo de energía también tienen una mayor ingesta de nutrientes específicos. El estudio de Willet WC (1997) muestra un ejemplo de la ingesta total de energía como un factor de confusión en la relación entre nutrientes y arteriopatía coronaria[12].

Para ajustar el efecto de la ingesta total de energía, se puede trabajar con; la densidad de los nutrientes, un modelo de regresión con multivariables o el modelo residual.

La densidad de los nutrientes se calcula dividiendo la ingesta de cada nutriente por el total de ingesta de energía. Entonces, se analizan las correlaciones entre densidad de nutrientes y el riesgo de enfermar. El principal problema en el uso de estas densidades se presenta cuando la enfermedad también está asociada con el consumo total de energía. En tales circunstancias, la ingesta de nutrientes puede estar confundida (en dirección opuesta) por la ingesta total de energía debido a que la ingesta se divide por el total de energía consumida.

En el modelo de regresión mutivariable, el consumo total de energía se incluye como variable explicativa conjuntamente con los nutrientes de interés. En este modelo la asociación de la ingesta de nutrientes y la enfermedad, medida por el coeficiente de regresión, está controlado (o ajustado) por el consumo total de energía.

El modelo residual se calcula utilizando como variable independiente, los residuos obtenidos de la regresión entre la ingesta de un nutriente específico (variable dependiente) y la ingesta total de energía. Debido a que los residuos tienen media igual a cero, se suma a estos una constante. Willet y cols.[11] propuso que esta constante se fijase al valor de la media de la ingesta del nutriente. Por tanto, el riesgo de padecer la enfermedad puede ser modelado en función de los nutrientes residuales y de la ingesta total. Una ventaja de este modelo es que ambas variables (residual de los nutrientes y energía total) no están correlacionadas, que es una característica deseable para el análisis multivariable ya que evita problemas de multicolinealidad.

Referencias

1. Margetts BM. Basic issues in designing and interpreting epidemiological research. In: Margetts BM, Nelson M, ed. Design concepts in nutritional epidemiology. Oxford: Oxford University Press 1991: pp. 13-52.

2. Cameron ME, Van Staveren WA. Manual on Methodology for food consumption studies. New York: Oxford University Press, 1988.
3. Pérez C. Fuentes de error en la evaluación del consumo de alimentos. In: Serra-Majem L, Aranceta J, ed. Nutrición y salud pública: métodos, bases científicas y aplicaciones. Barcelona: Elsevier 2006: pp. 245-53.
4. Argimón JM, Jiménez J. Sesgos. In: Argimón JM, Jiménez J, ed. Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Madrid: Elsevier 2013: pp. 270-7.
5. Willett W. Nutritional epidemiology. Oxford: Oxford University Press, 2013.
6. Beaton GH, Milner J, Corey P, McGuire V, Cousins M, Stewart E et al. Sources of variance in 24-hour dietary recall data: implications for nutrition study design and interpretation. *Am J Clin Nutr* 1979; 32: 2546-59.
7. Sempos CT, Johnson NE, Smith EL, Gilligan C. Effects of intraindividual and interindividual variation in repeated diet records. *Am J Epidemiol* 1985; 121: 120-30.
8. Liu K. Statistical issues in estimating usual intake from 24-hour recall or frequency data. In: Wright JD, Ervin B, Briefel RR ed. Consensus workshop on dietary assessment: Nutrition Monitoring and Tracking the Year 2000. Hyattsville: National Center for Health Statistics. 1993: pp. 92-7.
9. Hulley SB, Cummings SR. Diseño de la investigación clínica. Barcelona: Doyma, 1993.
10. Irala J, Martínez-Gonzalez MA, Guillén F. ¿Qué es una variable de confusión? *Medicina clínica* 2001; 117: 377-85.
11. Willett WC, Staimpfer MJ. Total energy intake: Implications for epidemiologic analyses. *Am J Epidemiol* 1986; 124: 17-27.
12. Willet WC, Howe GR, Kushi LH. Adjustment for total energy intake in epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 1220-8.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):118-126
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5059

Infradeclaración en las encuestas alimentarias: implicaciones metodológicas

Itandehui Castro-Quezada[1], Cristina Ruano-Rodríguez[1,2], Lourdes Ribas-Barba[2,3], Lluis Serra-Majem[1,2,3]

[1]Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias (IUIBS). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [2]Ciber Fisiopatología Obesidad y Nutrición (CIBEROBN, CB06/03). Instituto de Salud Carlos III (ISCIII). Madrid. [3]Centro de Investigación en Nutrición Comunitaria. Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Cientific de la Universitat de Barcelona. España.

Resumen

La fiabilidad de la información recogida en la evaluación dietética puede verse afectada por diferentes factores. Una de las principales fuentes de error en la evaluación dietética es la declaración errónea de consumo de alimentos, que abarca la infradeclaración y sobre-declaración de la dieta. La infradeclaración de la ingesta de alimentos es uno de los principales problemas en la evaluación de la ingesta dietética habitual. Las características físicas y psicosociales que están relacionadas con la infradeclaración de energía incluyen el sexo, la edad, el peso, el índice de masa corporal, el miedo a la evaluación negativa y estar bajo un régimen de dieta, entre otros. En la actualidad, se emplean diversos métodos de referencia para verificar los resultados de la evaluación dietética, no obstante, el método estándar es el agua doblemente marcada. La infradeclaración afecta a la estimación de la ingesta de nutrientes y también altera las asociaciones entre dieta y enfermedades en estudios epidemiológicos. Por lo tanto, la infradeclaración tiene que ser considerada y abordada por los investigadores a través del desarrollo y mejora de los métodos de ajuste de la dieta y el aprovechamiento de las nuevas tecnologías para la evaluación de la ingesta dietética con el fin de minimizar el sesgo ocasionado por la infradeclaración.

Palabras clave: *Infradeclaración. Encuestas nutricionales. Ingesta dietética. Metodología.*

MISREPORTING IN NUTRITIONAL SURVEYS: METHODOLOGICAL IMPLICATIONS

Abstract

The reliability of the information collected in dietary assessment can be affected by different factors. One of the main sources of error in dietary assessment is misreporting which encompass under- and overreporting. Underreporting of food intake is one of the major problems in the assessment of habitual dietary intake. Physical and psychosocial characteristics that are related to energy underreporting include sex, age, weight, BMI, fear of negative evaluation and dieting among others. At present, diverse reference methods are employed to verify the results of dietary assessment and double labelled water is used as the gold standard method. Underreporting affects the estimation of nutrient intake and also alters associations between diet and disease assessed in epidemiological studies. Therefore, underreporting has to be considered and addressed by researchers through development and improvement of dietary intake adjustment methods, and taking advantage of the new technologies for assessing dietary intake in order to minimize underreporting bias.

Key words: *Underreporting. Nutritional surveys. Dietary intake. Methodology.*

Abreviaturas

ANR: Requerimiento medio de nutrientes.
IMC: Índice de masa corporal.
DLW: Agua Doblemente Marcada.
ENCAT: Encuesta Nutricional de la Población Catalana.
EPIC: Investigación Prospectiva sobre Cáncer y Nutrición en Europa.
CFCA: Cuestionario de Frecuencia de Consumo de Alimentos.
IDEFICS: Identificación y prevención de efectos sobre la salud inducidos por la dieta y el estilo de vida en niños y bebés.
TIC: Tecnologías de la información y la comunicación.
IDAMES: Métodos Innovadores de Evaluación Dietética en Estudios Epidemiológicos y de Salud Pública.
PDA: Asistentes digitales personales.
PTEE: Ecuaciones predictivas del gasto total de energía.

Introducción

En la evaluación del estado nutricional, se utilizan diversos métodos para evaluar la ingesta de alimentos y nutrientes. La evaluación de la ingesta de nutrientes puede realizarse a través de cuestionarios (registro de alimentos, recordatorios de dieta, cuestionarios de frecuencia de consumo, cuestionarios cortos, etc.) o mediante

Correspondencia: Lluis Serra-Majem.
Instituto Universitario de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias (IUIBS). Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
Facultad de Ciencias de la Salud.
C/ Dr. Pasteur, s/n.
35016 Las Palmas de Gran Canaria. España.
E-mail: lluis.serra@ulpgc.es

indicadores bioquímicos. Sin embargo, para seleccionar el método más adecuado se debe considerar el nivel de evaluación de acuerdo con la población objetivo, ya sea a nivel individual o grupal. Una vez que se ha realizado la estimación de la ingesta de nutrientes, se pueden comparar con el requerimiento individual o poblacional de dichos nutrientes y así obtener la probabilidad de adecuación nutricional. La adecuación nutricional permite identificar si la ingesta de nutrientes esenciales es suficiente para satisfacer las necesidades nutricionales necesarias para lograr una salud óptima. Es por esto que es crucial evaluar correctamente la ingesta dietética para así mejorar la efectividad de las intervenciones y políticas en nutrición llevadas a cabo a nivel individual y poblacional[1].

Sin embargo, la evaluación de la ingesta dietética es una tarea difícil y diferentes factores pueden afectar la exactitud de la información recogida. La fiabilidad de la evaluación dietética puede verse afectada por la variabilidad intra-individual, por variaciones estacionales o debido a una declaración errónea de consumo de alimentos. Esta última es una de las principales fuentes de error en la evaluación dietética, que abarca la infradeclaración y la sobre-declaración del consumo de alimentos[2]. La infradeclaración de la ingesta alimentaria es uno de los mayores obstáculos para la obtención de datos sobre la ingesta dietética habitual[3] (fig. 1). Aunque con menor frecuencia, la sobre-declaración de la ingesta también representa un problema y está relacionada con ciertas características individuales, por ejemplo, es común que en individuos que padecen trastornos de conducta alimentaria, se alteren los datos referidos respecto al consumo de frutas y verduras.

Un estudio realizado recientemente en distintos países Europeos, evaluó la prevalencia de ingestas inadecuadas de micronutrientes y la presencia de infradeclaración de la ingesta alimentaria, usando información de encuestas dietéticas con datos representativos de Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Holanda, Polonia, España y Reino Unido. La proporción de probables infradeclaradores en niños de 1 a 3 años fue desde 0,6% en Bélgica hasta 1,7% en Holanda. En niños de 4 a 10 años, la infradeclaración varió de un 0,5% en Dinamarca a casi un 5% en las niñas de Alemania. En participantes de 11 a 17 años, los porcentajes de infradeclaración oscilaron desde un 0,6% en varones holandeses a un 34% en varones de Dinamarca. En mujeres de 14 a 50 años, el rango fue desde 1,1% en Holanda a un 14% en Alemania. En el grupo de adultos de 18 a 60 años, la proporción de infradeclaradores fue desde un valor cercano a cero en hombres holandeses a un 26% en mujeres francesas. En adultos mayores de 60 años, la infradeclaración mínima se encontró en mujeres holandesas (0,4%) y el máximo porcentaje se observó en mujeres Españolas (28%)[4].

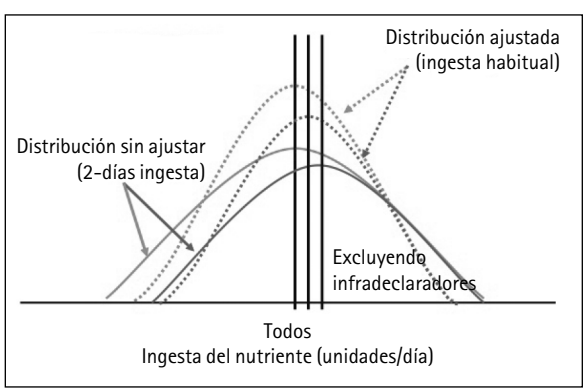


Fig. 1.—Infradeclaración: efecto en la distribución.

La declaración errónea del consumo de alimentos afecta no solamente a la estimación de la ingesta de energía, sino también a otros nutrientes[2]. Es debido a esto que la infradeclaración de la ingesta alimentaria es un reto importante para la investigación sobre las relaciones entre la dieta y la salud.

Características de infradeclaradores de ingesta de energía

En el año 2003, Livingston & Black realizaron una revisión de 25 estudios para identificar las características de los infradeclaradores de ingesta de energía en población adulta[5]. Dos factores asociados a la infradeclaración fueron la edad y el sexo. Algunos estudios encontraron que las mujeres y los adultos mayores eran más propensos a infradeclarar la ingesta de energía. Sin embargo, estas asociaciones son inconsistentes y se necesita más investigación en muestras representativas de la población que identifiquen adecuadamente a los sujetos infradeclaradores. Otra característica identificada en sujetos que tienden a la infradeclaración es el peso corporal. La infradeclaración se ha asociado con un índice de masa corporal (IMC) elevado, se ha encontrado que la probabilidad de que un individuo infradeclare, aumenta conforme el IMC se incrementa[5].

El nivel educativo y socioeconómico son características que se relacionan en menor medida con la infradeclaración, no obstante, en algunos estudios la infradeclaración se ha relacionado con un menor nivel educativo o un nivel socioeconómico bajo. Podría esperarse que los sujetos con niveles más bajos de educación y alfabetización presentaran una mayor infradeclaración en la ingesta alimentaria, sin embargo, los sujetos con mayores conocimientos respecto a temas de salud o dieta[6] o aquellos con un mayor nivel socioeconómico podrían presentar la misma respuesta[5]. Otros aspectos que también han sido asociados con errores en la declaración del consumo de alimentos incluyen haber realizado dietas previamente, esfuerzos para mantener estable el peso corporal, intentos por perder peso, auto percepción de un peso corporal elevado y cambios en el peso en los últimos 5 años[5].

Asimismo, la infradeclaración de ingesta de energía también se presenta en niños y adolescentes. Las principales características asociadas a la infradeclaración de manera consistente en niños y adolescentes son: el peso corporal alto, el IMC y la grasa corporal[7]. En España, dentro del estudio ENKID (1998-2000) realizado en niños y

adolescentes de 2 a 24 años, se compararon las características psicosociales entre los infradeclaradores y normodeclaradores de ingesta de energía. En dicho estudio se encontró una mayor probabilidad de infradeclaración en mujeres y en el grupo de adolescentes y adultos jóvenes (14-24 años). De acuerdo a la región geográfica, los sujetos con residencia en las Islas Canarias tenían una mayor probabilidad de infradeclarar la ingesta energética mientras que los niños que residían en la región norte de España, tenían una menor probabilidad de infradeclaración. La declaración errónea de la ingesta también se asoció con evitar el desayuno y tener un IMC o peso corporal por encima del percentil 85[8]. Otro estudio realizado también en adolescentes demostró que los participantes que presentaban obesidad tenían 5 veces más probabilidad de infradeclarar que los sujetos con peso normal[9].

Algunas características psicosociales que también se han asociado a la infradeclaración de ingesta de energía son: tener restricciones al comer, deseo de aceptación social, depresión, ansiedad y el miedo a la evaluación negativa[10]. Por ejemplo, un aumento en el deseo de aceptación social, conocido como la tendencia a responder a las preguntas de una encuesta con respuestas "socialmente adecuadas", se ha relacionado con una mayor incidencia de infradeclaración de energía, y este efecto se ha observado sobre todo en mujeres[10].

La declaración errónea de ingesta de energía, y en concreto la infradeclaración, también resulta por una recogida incompleta de datos por parte del sujeto en los diarios dietéticos consecuencia de diferentes factores: la fatiga derivada del registro de cada alimento consumido, alteraciones de la memoria, la tergiversación de tamaño de la porción consumida y omisión "inconsciente" de cierta comida o ítem[10]. Con el fin de mejorar la estimación de tamaño de las porciones, usualmente se utilizan algunas herramientas, por ejemplo, el uso de medidas caseras, dibujos y fotografías o modelos de alimentos que ayudan a disminuir este tipo de error en las encuestas dietéticas.

Dado que las características físicas y psicosociales asociadas a la infradeclaración de energía desempeñan un papel muy importante en el sesgo de respuesta observado en los estudios nutricionales, es necesario realizar más investigación en este aspecto y además, considerar en futuras investigaciones en el área de nutrición y salud, aquellos factores y características que ya han sido identificados para minimizar el sesgo atribuido a la infradeclaración.

Métodos de referencia para identificar la infradeclaración en encuestas

Actualmente existen diferentes métodos de referencia para verificar los resultados de la evaluación dietética, éstos incluyen: la excreción de nitrógeno ureico, gasto total de energía, gasto metabólico basal, actividad física y pérdidas totales de agua. El método estándar para la medición del gasto energético es el agua doblemente marcada (DLW por sus siglas en inglés). Este método preciso y no invasivo se utiliza para la validación de la ingesta energética referida por sujetos a nivel ambulatorio[11].

En el método de agua doblemente marcada, los sujetos reciben una dosis de agua marcada con isótopos estables 2H y 18O, estos isótopos se mezclan con el hidrógeno y el oxígeno en el agua corporal en el transcurso de algunas horas. Con el gasto de energía se libera CO2 y agua, por tanto, se puede medir en muestras de orina la diferencia en la tasa de desaparición de los dos isótopos no radioactivos para obtener el gasto energético. Se recogen muestras de orina al inicio del estudio, antes de administrar la dosis y subsecuentemente se recogen muestras diariamente o también se pueden recolectar al inicio y al final del periodo de medición. Usualmente el periodo de medición en adultos es de 14 días. El gasto de energía obtenido se compara con la ingesta de energía referida en la encuesta dietética y la desviación se expresa como la magnitud del error de energía referida (como porcentaje de gasto energético o como desviación absoluta en kJ o kcal)[2]. Sin embargo, el método de agua doblemente marcada no puede ser ampliamente utilizado como método de validación de la ingesta de energía, debido a que es un método altamente costoso ya que necesita un laboratorio sofisticado y analítica de respaldo.

La excreción de nitrógeno ureico se utiliza para validar la ingesta proteica referida. Los adultos sanos, normalmente tienen equilibrado el balance nitrogenado y se ha observado que las pérdidas de nitrógeno en orina corresponden a un 81$\pm$ 5% del total de excreción de nitrógeno en 24 horas[11]. Sin embargo, la variación intraindividual de la excreción de nitrógeno puede ser grande y se necesitan varias muestras consecutivas de orina de 24 horas para poder validar la ingesta proteica de los individuos.

Para evaluar la ingesta dietética de otros nutrientes (como el sodio o potasio), la excreción urinaria de tales nutrientes, para los que la orina es la principal vía de excreción, puede ser usada como biomarcador. Por ejemplo, para evaluar la ingesta de sodio, podría utilizarse la excreción urinaria de sodio, sin embargo, las fluctuaciones diarias en la excreción de este nutriente son mayores que las del nitrógeno, por lo que se necesita la recogida de un mayor número de muestras para determinar correctamente su excreción en un individuo[2].

Otro método útil en la evaluación de la ingesta dietética es el punto de corte de Goldberg. En este método se divide la ingesta total de energía entre el gasto metabólico basal, y se compara este índice con el gasto de energía esperado. Esto sirve para validar el sesgo negativo del consumo de energía. La ecuación de Goldberg calcula los límites de confianza (puntos de corte) que evalúan si la media referida por el sujeto es una medición válida de la ingesta de alimentos, incluso si debido a la probabilidad se haya podido producir un conjunto de datos con una alta proporción de ingestas realmente bajas (o altas)[2].

La sensibilidad de los puntos de corte de Goldberg mejora cuando se toma en cuenta los niveles de actividad física de los sujetos (bajo, medio o alto) y se asignan diferentes puntos de corte a cada nivel de actividad física[2]. El gasto metabólico basal del punto de corte de Goldberg puede estimarse mediante ecuaciones predictivas específicas de acuerdo a la edad y al sexo, como las ecuaciones de Schofield[12] y también puede evaluarse a través de calorimetría indirecta, en la cual se mide al sujeto en estado de ayuno y con la mínima actividad física o en estado de reposo.

Finalmente, otro método usado para validar la ingesta dietética es la comparación con el consumo real de los sujetos. La ingesta real se obtiene por la medición directa de la ingesta dietética durante el período de estudio. Este método pretende medir la validez absoluta, pero requiere mucho tiempo y presenta ciertas dificultades prácticas. Este método se basa en que un individuo con una dieta suficiente que satisface los requerimientos de energía adecuadamente, presenta un peso corporal estable durante el período de estudio[2]. Sin embargo, el uso de este método puede originar un sesgo importante en grupos vulnerables, por ejemplo, en adultos mayores con una pérdida de peso relacionado a una baja ingesta de energía y un consumo limitado de alimentos puede ser mal interpretado como infradeclaración[13].

Impacto de la infradeclaración de acuerdo a los instrumentos de evaluación dietética

La infradeclaración prevalece y persiste en diversos instrumentos utilizados para la evaluación dietética aunque en diferentes proporciones[5; 14]. En el año 2009, un estudio llevado a cabo en España con datos de dos encuestas regionales representativas, evaluó el efecto de usar distintos cuestionarios de evaluación dietética para estimar la adecuación de la ingesta de nutrientes[15]. La primera encuesta, la Encuesta Nutricional de la Población Catalana (ENCAT), fue un estudio transversal, realizado en población de 12 a 80 años de edad. La segunda encuesta fue la Encuesta Nutricional de Canarias, realizada con una muestra aleatoria de la población de las Islas Canarias con un rango de edad de 6 a 75 años. En total, 2.542 sujetos fueron incluidos en el análisis[15]. En esa investigación, Ribas-Barba y cols., constataron que el porcentaje de infradeclaradores cambiaba en función del método de evaluación dietética utilizado. Se encontró que cuando se utilizaban métodos diarios (uno o dos recordatorios de 24 horas) la proporción de infradeclaradores era mayor del 40% y de un 28% cuando se utilizó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA). La evaluación de la ingesta dietética a través de recordatorio de 24 horas, mostró una mayor proporción de mujeres que infradeclaraban la ingesta, por el contrario, cuando se utilizó el CFCA, se observó una mayor proporción de hombres que infradeclararon su consumo de alimentos[15].

En una revisión sistemática realizada en el año 2009, se realizó una comparación de la declaración errónea de consumo de alimentos a través tres métodos: el recordatorio de 24 horas, el registro dietético y el método de pesado de alimentos. En dicho análisis, no se encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de declaración errónea de consumo de alimentos para los tres métodos (en torno al 30%). De igual manera, no se encontraron diferencias significativas en cuanto a los porcentajes de infradeclaración, sin embargo, se observó una mayor proporción de infradeclaradores en el método de pesado de alimentos (18%) que en los otros dos métodos (13,4% para el recordatorio de 24 horas y 12,2% en el registro dietético). El resultado de una mayor proporción de infradeclaradores en el método de pesado de alimentos podría explicarse debido a que son escasos los estudios que han utilizado este método y que presentan datos de infradeclaración, es posible que los sujetos en los estudios con pesado de alimentos no infradeclaren, sino que refieran un menor consumo, como resultado de un cambio en los hábitos alimentarios para facilitar el registro de la información durante el estudio[2].

Sesgo en la estimación de la ingesta de nutrientes por infradeclaración

La infradeclaración representa un problema para la estimación de la ingesta de nutrientes en los estudios epidemiológicos ya que la declaración errónea de la ingesta de energía por lo general está estrechamente relacionada con la infradeclaración de algunos nutrientes.

Un estudio realizado en mujeres demostró que las ingestas estimadas de energía, proteínas, colesterol, fibra dietética y vitamina E fueron significativamente mayores entre las normodeclaradoras en comparación con el grupo que presentó valores anómalos de ingesta de energía. La mayoría de las mujeres con declaración errónea de la ingesta, infradeclararon la ingesta de energía (86%). También se identificó que aquellas mujeres normodeclaradoras, tenían un mayor cumplimiento de las recomendaciones de nutrientes en comparación con el grupo con valores erróneos de ingesta[16].

En niños y adolescentes, los datos del estudio enKid también revelan las diferencias en la ingesta de nutrientes entre normodeclaradores e infradeclaradores (tabla I). Se observaron mayores ingestas de hidratos de carbono, grasas, colesterol, sodio, fósforo y calcio entre los normodeclaradores en comparación con aquellos que infradeclaraban la ingesta[8]. Resultados similares se observaron en un grupo de 96 adolescentes brasileños, donde el 65,6% de los sujetos habían realizado una declaración errónea de ingesta de energía (infra o sobredeclaración). Los infradeclaradores presentaron en mayor proporción que los normodeclaradores, una ingesta insuficiente de hidratos de carbono, lípidos y colesterol[9]. Asimismo, otra encuesta realizada en niños y adolescentes australianos de 2 a 16 años, reveló que, comparados con los normodeclaradores, los infradeclaradores tuvieron un mayor consumo de proteínas y almidón, pero una menor

Tabla I

*Energía e ingesta de nutrientes (percentil 95) de los estudios ENKID (n = 1.857) y ENCAT (n = 1.840) en la muestra total, excluyendo infradeclaradores, y la diferencia entre ellos**

Grupo de edad	Hombres			Mujeres			Total		
	Muestra total	Sin infradeclaradores	Diferencia	Muestra total	Sin infradeclaradores	Diferencia	Muestra total	Sin infradeclaradores	Diferencia
	P95	P95	Muestra total - Sin infradeclaradores	P95	P95	Muestra total - Sin infradeclaradores	P95	P95	Muestra total - Sin infradeclaradores
4-10 años ENKID									
Energía (kcal)	2.382,3	2.388,8	-6,5	2.228,7	2.232,7	-4,1	2.318,9	2.323,4	-4,5
Calcio (mg)	1.197	1.197,4	-0,4	1.132,2	1.137	-4,7	1.167,4	1.187,8	-20,4
Magnesio (mg)	326	327,3	-1,3	296,3	297,2	-0,9	309,4	312,2	-2,7
Hierro (mg)	16,1	16,2	-0,1	13,6	13,6	0	15,4	15,5	0
Fósforo (mg)	1.675,4	1.677,5	-2,1	1.542,1	1.548,3	-6,2	1.625,1	1.627,5	-2,4
Vitamina A (µg)	705,5	702,9	2,6	595,4	603,6	-8,2	643,9	645,1	-1,2
Vitamina B6 (mg)	2,3	2,3	0	2	2	0	2,2	2,2	0
Niacina (mg)	26,3	26,4	-0,1	24	24,1	-0,1	25,3	25,4	-0,2
Vitamina E (mg)	8,6	8,7	-0,1	10,1	10,1	0	9,1	9,2	-0,1
11-17 años ENKID									
Energía (kcal)	3.026,7	3.125,8	-99,1	2.329,6	2.343,8	-14,2	2.863,5	2.910,3	-46,8
Calcio (mg)	1.356,5	1.386	-29,5	1.075,7	1.087,2	-11,6	1.267,6	1.292,1	-24,5
Magnesio (mg)	379	382,8	-3,8	293,2	295,4	-2,2	358,8	363,2	-4,4
Hierro (mg)	20,4	20,7	-0,3	14,4	14,6	-0,2	19	19,3	-0,3
Fósforo (mg)	2.001,7	2.027,5	-25,8	1.572,8	1.590,4	-17,6	1.880,1	1.919,8	-39,7
Vitamina A (µg)	766,4	774,9	-8,5	557,1	560,1	-3	666	677	-11
Vitamina B6 (mg)	2,4	2,4	0	1,8	1,8	0	2,2	2,3	0
Niacina (mg)	30,7	30,8	-0,1	25,6	25,9	-0,2	29,6	29,7	-0,1
Vitamina E (mg)	10,3	10,3	0	9,4	9,8	-0,4	10	10	0
18-80 años ENCAT									
Energía (kcal)	2.874,3	3001	-126,6	2.293,8	2.435,4	-141,6	2.658,5	2.830,2	-171,7
Calcio (mg)	1.201,6	1.278,3	-76,8	1.052,3	1.113,3	-61	1.107,6	1.203,8	-96,2
Magnesio (mg)	395,8	410	-14,1	350,1	367,7	-17,6	374,4	404,6	-30,2
Hierro (mg)	12	12,7	-0,7	9,6	10,2	-0,6	11	11,8	-0,8
Fósforo (mg)	15,7	16,3	-0,6	13,1	13,6	-0,5	15,1	15,6	-0,6
Vitamina A (µg)	1.802,3	1.885,2	-82,9	1.502,4	1.576,3	-73,9	1.690,6	1799	-108,4
Vitamina B6 (mg)	402,4	418,3	-15,9	285	298,1	-13,1	360,4	380,3	-19,9
Niacina (mg)	313,1	321,5	-8,4	288,7	295,5	-6,8	303,2	310,6	-7,4
Vitamina E (mg)	26,5	28,5	-2	21,4	22,1	-0,8	25,1	26,3	-1,2

*Datos obtenidos de dos recordatorios de 24 horas, ajustados por variabilidad intra-individual. La identificación de infradeclaración de ingesta alimentaria fue identificada por la relación IE/GMB (Ingesta de energía/Gasto metabólico basal): menor a 1.14.
ENKID: Hábitos alimentarios y estado nutricional de la población infantil y juvenil española (1998-2000).
ENCAT: Encuesta Nutricional de la Población Catalana (2002-2003).

ingesta de azúcares y grasas, mientras que aquellos sujetos con sobredeclaración de la ingesta tuvieron un mayor consumo de grasas y menor ingesta de hidratos de carbono[17].

En el análisis de la ENCAT y de la Encuesta de Nutrición Islas Canarias previamente mencionado, se estimó la adecuación nutricional de diversos nutrientes (vitamina A, vitamina C, vitamina E, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6, ácido fólico, vitamina B12, Fe, Mg, P y Zn). El análisis se realizó en la muestra completa y excluyendo infradeclaradores identificados a través del método de puntos de corte de Goldberg (tabla II). La exclusión de los infradeclaradores redujo sustancialmente los porcentajes de inadecuación nutricional para todas las vitaminas que habían sido evaluadas usando un recordatorio de 24 horas, la media de dos recordatorios de 24 horas no consecutivos y CFCA[15]. No obstante, cuando se realizó el ajuste del recordatorio de 24 horas por variabilidad intra-individual, la exclusión de los infradeclaradores tuvo un menor efecto en la modificación de los datos. Al excluir a los infradeclaradores, se observaron reducciones de más del 10% en las proporciones de inadecuación nutricional para la tiamina, Mg, Zn y vitamina E[15].

Implicaciones de la infradeclaración

La infradeclaración tiene implicaciones importantes en los estudios nutricionales ya que puede alterar las asociaciones entre la dieta y la enfermedad. La infradeclaración es especialmente problemática para los estudios en los que se busca explorar las asociaciones entre la dieta y la obesidad o trastornos relacionados con la obesidad y también en los estudios que analizan la adecuación nutricional de la dieta[5]. Además, es necesario tener en cuenta los errores en la declaración de la ingesta para así generar y evaluar adecuadamente las guías alimentarias y políticas de nutrición.

Una investigación realizada recientemente en España y enmarcada dentro de la Investigación Prospectiva sobre Cáncer y Nutrición en Europa (EPIC por sus siglas en inglés) ha evaluado el efecto de considerar la infradeclaración y sobredeclaración en la asociación entre diferentes grupos de alimentos y el IMC[18]. La declaración errónea del consumo de alimentos se identificó comparando la ingesta de energía referida con los requerimientos de energía estimados por tres métodos diferentes: 1) el método original Goldberg (GB), 2) usando ecuaciones para estimar el gasto metabólico basal que tienen mayor validez con un IMC elevado (GB-R), y 3) usando ecuaciones predictivas del gasto total de energía con agua doblemente marcada (pTEE). Los resultados indican que después de excluir a los infradeclaradores y sobredeclaradores utilizando los distintos métodos, los coeficientes de asociaciones entre dieta e IMC cambiaron en magnitud o dirección y se observaron asociaciones entre dieta e IMC que eran más consistentes con resultados previamente publicados. Por ejemplo, en las mujeres, inicialmente se

Tabla II

Análisis de población española de 12 a 80 años (n = 2542) con ingestas por debajo del punto de corte del requerimiento medio de nutrientes (ANR) en toda la muestra y excluyendo infradeclaradores

	Recordatorio de 24 horas (%)			*Media de 2 recordatorios de 24 horas (%)*			*Recordatorio de 24 horas ajustado por variabilidad intra-individual (%)*			*CFCA (%)*		
	Muestra total	*Sin infradeclaradores*	*Diferencia*	*Muestra total*	*Sin infradeclaradores*	*Diferencia*	*Muestra total*	*Sin infradeclaradores*	*Diferencia*	*Muestra total*	*Sin infradeclaradores*	*Diferencia*
Vitamina A	52,1	41,7	10,4	47,9	38,9	9,0	57,7	52,7	5,0	15,6	9,9	5,7
Vitamina C	39,1	32,8	6,3	33,0	29,7	3,3	22,9	21,3	1,6	9,4	7,3	2,1
Vitamina E	78,8	66,2	12,6	80,6	70,3	10,3	96,7	94,2	2,5	50,8	40,2	10,6
Tiamina	35,4	14,1	21,3	30,7	13,1	17,6	16,3	4,8	11,5	19,2	8,4	10,8
Riboflavina	16,0	4,6	11,4	12,5	4,0	8,5	2,8	0,6	2,2	5,8	1,3	4,5
Niacina	15,7	6,0	9,7	9,8	2,9	6,9	0,4	0,1	0,3	4,1	0,9	3,2
Vitamina B6	20,4	6,5	13,9	16,7	5,8	10,9	4,1	0,7	3,4	6,7	1,6	5,1
Vitamina B12	13,9	5,3	8,6	6,7	2,7	4,0	0,2	0,0	0,2	0,9	0,1	0,8
Mg	59,3	37,5	21,8	61,0	43,4	17,6	71,1	58,9	12,2	37,8	24,9	12,9
Zn	43,1	23,5	19,6	41,7	23,0	18,7	42,0	25,7	16,3	31,2	15,1	16,1

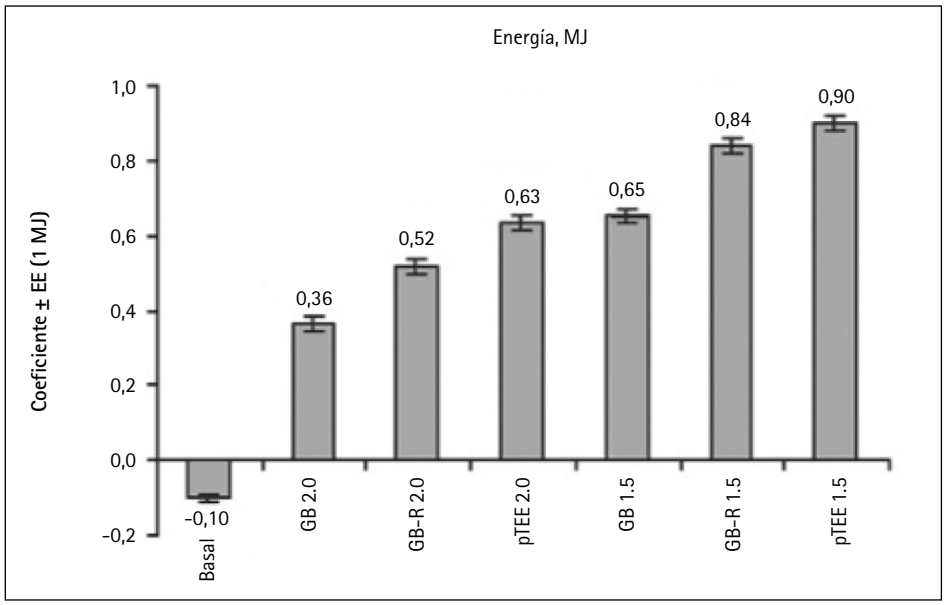


Fig. 2.—Asociaciones entre ingesta de energía y el índice de masa corporal en mujeres, estimadas usando diferentes ajustes para tener en cuenta la infradeclaración y sobredeclaración en la cohorte española Investigación Prospectiva sobre Cáncer y Nutrición en Europa (EPIC). Coeficientes de regresión lineal multivariante ajustados por edad, centro, altura, actividad, nivel educativo, tabaquismo, estacionalidad, ingesta de alcohol, paridad, diabetes y el uso de dietas especiales.

encontraron asociaciones inversas entre la ingesta de energía y el consumo de pasteles con el IMC, no obstante, al tomar en cuenta la infradeclaración y sobredeclaración en el análisis, dicho efecto sobre el IMC se modificó a una asociación directa (fig. 2). Además, una asociación neutral entre el IMC y la fruta se convirtió en asociación inversa y una asociación directa con las verduras pasó a ser inversa. Aunque todos los métodos tienen efectos consistentes en las estimaciones, se identificó que la magnitud de estas asociaciones era generalmente más fuerte cuando se utilizó el pTEE y el método de Goldberg revisado que cuando se utilizó el método estándar de Goldberg. Por el contrario, cuando se excluyeron los sujetos con valores anómalos de ingesta de energía utilizando puntos de corte recomendados, no se observaron cambios significativos en las asociaciones evaluadas[18].

Resultados similares se han observado en un estudio de 5.357 niños europeos de entre 2-9 años[19]. El estudio IDEFICS (Identificación y prevención de efectos sobre la salud inducidos por la dieta y el estilo de vida en niños y bebés) investigó los efectos de considerar la infradeclaración y sobredeclaración en la asociación entre la dieta (ingesta total de energía, refrescos, frutas y verduras) el sobrepeso y la obesidad. En el modelo crudo, no se encontró asociación significativa entre la ingesta de energía y el consumo de refrescos con el sobrepeso y obesidad, además, se identificó una asociación directa del grupo de frutas y verduras con el sobrepeso y la obesidad. Sin embargo, cuando los infradeclaradores y sobredeclaradores fueron excluidos del análisis, se observó una asociación positiva entre el consumo de energía con el sobrepeso y la obesidad. Esta asociación también se observó cuando se introdujo la declaración errónea como variable de ajuste en los modelos. Asimismo, en IDEFICS se creó un puntaje de propensión, que incluyó varios indicadores para considerar las declaraciones erróneas de consumo de alimentos. Al considerar dicho puntaje de propensión como variable de ajuste, los autores encontraron una asociación directa de los refrescos en el sobrepeso/obesidad y una asociación inversa con la ingesta de frutas y verduras[19]. Por tanto, el ajuste a través del puntaje de propensión es una alternativa que podría ser útil para minimizar el error de declaración de datos de consumo de alimentos. Sin embargo, Bornhorst *et al*., recomiendan que al aplicar el puntaje de propensión se debe tener cuidado, ya que requiere de acuerdo con la población de estudio, la identificación de los determinantes y características más relevantes en las declaraciones erróneas. Por tanto, la eficacia de este innovador ajuste usando el puntaje de propensión es una tarea que debe ser abordada en investigaciones futuras tanto en población juvenil como en población adulta[19].

Solución: nuevas tecnologías para evaluar la ingesta

Teniendo en cuenta todas las limitaciones mencionadas anteriormente, la investigación se ha centrado en perfeccionar los métodos de evaluación para estimar con mayor precisión la ingesta dietética. ¿Cuál podría ser la solución? Se ha examinado la posibilidad de desarrollar nuevas aplicaciones utilizando Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) para mejorar la evaluación de la ingesta dietética y actividad física.

Las adaptaciones de la tecnología han dado lugar a grandes cambios en la forma en que se realiza la evaluación de la dieta. El objetivo más común ha sido reducir los costos tanto de la recogida, como del procesamiento de la información de dieta. Los estudios de Framingham y Tecumseh fueron los primeros en dar seguimiento a cohortes con el propósito de examinar las relaciones entre dieta y enfermedad, pero sus herramientas se administraron a través de entrevistas, y los datos tuvieron que ser procesados manualmente[20].

La aplicación de las TIC en la evaluación de la dieta y actividad física ofrecen muchas ventajas. Los enfoques metodológicos innovadores pueden mejorar la calidad, la coherencia y la integridad de los datos. Además, las nuevas tecnologías prometen una considerable reducción de costos, ya que no se requiere la presencia de entrevistadores capacitados. Asimismo, la evaluación informatizada puede ahorrar el tiempo destinado a la codificación de los datos, ya que la información se almacena inmediatamente. Además, el uso de tecnología podría facilitar la recogida de datos a largo plazo y puede ser aplicada tanto para la ingesta alimentaria, como para evaluar la actividad física[1].

Las nuevas tecnologías también pueden ayudar a simplificar el proceso de auto-monitoreo, lo que aumentaría el cumplimiento y la validez del auto-reporte de la ingesta de alimentos e ingesta de energía[21]. Las TIC pueden mejorar la evaluación de la ingesta mediante un proceso más sencillo, por lo que requiere menos tiempo para evaluar el consumo de alimentos, y esto puede aumentar la motivación y voluntad del sujeto para registrar la ingesta y, por tanto, se podrían obtener datos más fiables.

Métodos antiguos transformados en nuevas formas

Las TIC se han aplicado en diversos métodos de evaluación como el CFCA, recordatorio de 24 horas e historias dietéticas. La evaluación computarizada auto-administrada hace posible que los participantes registren y evalúen su ingesta dietética a su propio ritmo y conveniencia. Además, las herramientas de evaluación informatizadas pueden calcular directamente la ingesta de nutrientes y el gasto de energía, lo que hace posible que tengan una retroalimentación inmediata[1,22].

Sin embargo, algunos sujetos pueden necesitar más instrucciones antes o durante la realización del cuestionario. La utilización de alertas para advertir a los sujetos de respuestas improbables también podría disminuir el problema de la sobredeclaración, así como reducir la cantidad de datos excluidos por este error en los estudios. Estos cuestionarios pueden ser útiles para la recopilación de datos a través de la web y pueden ser aplicados como una alternativa a las entrevistas o cuestionarios auto-administrados en los estudios donde los participantes tienen que asistir a un centro para realizar el estudio. Otra ventaja de este tipo de cuestionarios es que pueden ser convenientes para abordar comportamientos de riesgo o tabúes sociales, ya que cuando se utiliza la autoevaluación computarizada, las preguntas sobre estos temas podrían responderse con más honestidad[23].

Una desventaja de la evaluación informatizada auto-administrada es que requiere que el usuario tenga conocimientos mínimos sobre el uso de ordenadores. Por otra parte, algunos grupos de población, como los adultos mayores o personas con bajo nivel educativo, pueden tener dificultades para utilizar herramientas de este tipo[23]. No obstante, este problema puede solucionarse cuando las herramientas de evaluación a través de las TIC son administradas por un entrevistador.

Asistentes personales digitales (PDA)

Un PDA es un ordenador de mano que puede ser utilizado para diversos fines. Esta tecnología se ha aplicado para la recopilación de datos en el área médica durante más de 15 años[24]. Un PDA diseñado específicamente con un programa de software dietético puede ser usado para registrar y dar seguimiento a la ingesta dietética. Para cumplimentar el estudio, se solicita a los sujetos que registren su ingesta de alimentos inmediatamente después de su consumo, desplazándose a través de una lista de alimentos, o mediante la selección de un grupo de alimentos y posteriormente eligiendo un alimento en específico. Una vez seleccionado el alimento, se introduce el tamaño de porción de una manera sencilla[24].

El registro de alimentos a través del PDA tiene varias ventajas, una de ellas es que el individuo puede disponer de información y retroalimentación inmediata sobre su alimentación y además, los datos almacenados en el PDA pueden revisarse en cualquier momento. Aunque las ventajas del PDA muestran un claro potencial para mejorar la calidad de los datos, existen varias limitaciones. El uso de registro de alimentos basado en PDA incrementa el tiempo y la dedicación por parte de los encuestados en comparación con los registros o diarios dietéticos recogidos en papel. Otros estudios refieren que los sujetos tienen dificultades para utilizar la función de búsqueda y presentan problemas para encontrar ciertos alimentos[25;26]. Al igual que los diarios dietéticos en papel, los registros de alimentos con PDA requieren que los participantes puedan leer y escribir. Por tanto, las personas de edad avanzada o con bajo nivel educativo podrían tener dificultades para utilizar un PDA para el registro de la ingesta de alimentos.

Fotografía digital

La principal ventaja de la fotografía digital es la posibilidad de recoger datos sobre la ingesta dietética de grandes grupos relativamente rápido, con mínimas dificultades y permite conocer la conducta alimentaria de los participantes. Dado que los datos se almacenan inmediatamente en el ordenador, los investigadores tienen más tiempo para analizar y procesar los datos obtenidos. Además, la identidad de los participantes puede mantenerse anónima, lo cual puede ser una gran ventaja. Los estudios demuestran que la fotografía digital es una herramienta fiable y válida para medir la ingesta de alimentos especialmente en comedores, tanto en poblaciones de edad adulta como en edad escolar.

Nuevos métodos de evaluación: Escáner de código de barras/Tarjeta inteligente

Una ventaja de utilizar la tarjeta inteligente para registrar la elección de alimentos es que puede servir para recoger datos sobre el comportamiento alimentario

a largo plazo y en grupos numerosos. Por otra parte, los costos son relativamente bajos ya que las tarjetas inteligentes son económicas y además, se necesita menos personal investigador ya que los datos se almacenan cuando la tarjeta inteligente es usada para pagar la comida. No obstante, se necesita más investigación para determinar si esta herramienta puede aplicarse para medir el consumo de alimentos en diversos grupos poblacionales.

En resumen, se han desarrollado herramientas de evaluación de la dieta que aplican las TIC y algunas de ellas han demostrado ser instrumentos válidos y fiables para diversos propósitos y grupos de la población. Los resultados del proyecto de la Comisión Europea, Métodos Innovadores de Evaluación Dietética en Estudios Epidemiológicos y de Salud Pública (IDAMES por sus siglas en inglés)[27], llegaron a la conclusión de que usar una herramienta web para la evaluación dietética en estudios llevados a cabo en población adulta, puede requerir más tiempo para alcanzar tasas de participación similares a las de las versiones en papel.

Por otro lado, en términos de viabilidad, más de dos contactos (recordatorio de 24 horas) podrían dar lugar a una reducción en la participación dentro de la encuesta. Aún no está claro si las herramientas que utilizan la web u otras nuevas tecnologías pueden proporcionar mejores resultados que los CFCA en lo que respecta a la clasificación y viabilidad. En general, la herramienta más adecuada para la recogida de datos de la ingesta dietética depende de los objetivos del estudio y del grupo de población objeto. Antes de seleccionar una herramienta específica, es necesario revisar las ventajas y desventajas de cada método[27] y así, elegir el más apropiado de acuerdo al diseño del estudio.

Referencias

1. Ngo J, Engelen A, Molag M, Roesle J, García-Segovia P, Serra-Majem L. A review of the use of information and communication technologies for dietary assessment. *Br J Nutr* 2009; 101 (Suppl. 2): S102-12.
2. Poslusna K, Ruprich J, de Vries JH, Jakubikova M, van't Veer P. Misreporting of energy and micronutrient intake estimated by food records and 24 hour recalls, control and adjustment methods in practice. *Br J Nutr* 2009; 101 (Suppl. 2): S73-85.
3. Macdiarmid J, Blundell J. Assessing dietary intake: Who, what and why of under-reporting. *Nutr Res Rev* 1998; 11 (2): 231-53.
4. Mensink GB, Fletcher R, Gurinovic M, Huybrechts I, Lafay L, Serra-Majem L et al. Mapping low intake of micronutrients across Europe. *Br J Nutr* 2013; 110 (4): 755-73.
5. Livingstone MB, Black AE. Markers of the validity of reported energy intake. *J Nutr* 2003; 133 (Suppl. 3): 895S-920S.
6. Rasmussen LB, Matthiessen J, Biltoft-Jensen A, Tetens I. Characteristics of misreporters of dietary intake and physical activity. *Public Health Nutr* 2007; 10 (3): 230-
7. Forrestal SG. Energy intake misreporting among children and adolescents: a literature review. *Matern Child Nutr* 2011; 7 (2): 112-27.
8. Serra-Majem L, Ribas L, Pérez-Rodrigo C, García-Closas R, Peña-Quintana L, Aranceta J. Determinants of nutrient intake among children and adolescents: results from the enKid Study. *Ann Nutr Metab* 2002; 46 (Suppl. 1): 31-8.
9. Santos LC, Pascoal MN, Fisberg M, Cintra IP, Martini LA. Misreporting of dietary energy intake in adolescents. *J Pediatr (Rio J)* 2010; 86 (5): 400-4.
10. Maurer J, Taren DL, Teixeira PJ, Thomson CA, Lohman TG, Going SB et al. The psychosocial and behavioral characteristics related to energy misreporting. *Nutr Rev* 2006; 64 (2 Pt 1): 53-66. PubMed PMID: 16536182.
11. Westerterp KR, Goris AH. Validity of the assessment of dietary intake: problems of misreporting. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2002; 5 (5): 489-93.
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Human Energy Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/ONU Expert Consultation. FAO/WHO/ONU, editor. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2001.
13. Shahar DR, Yu B, Houston DK, Kritchevsky SB, Newman AB, Sellmeyer DE et al. Misreporting of energy intake in the elderly using doubly labeled water to measure total energy expenditure and weight change. *J Am Coll Nutr* 2010; 29 (1): 14-24.
14. Subar AF, Kipnis V, Troiano RP, Midthune D, Schoeller DA, Bingham S et al. Using intake biomarkers to evaluate the extent of dietary misreporting in a large sample of adults: the OPEN study. *Am J Epidemiol* 2003; 158 (1): 1-13.
15. Ribas-Barba L, Serra-Majem L, Roman-Vinas B, Ngo J, Garcia-Alvarez A. Effects of dietary assessment methods on assessing risk of nutrient intake adequacy at the population level: from theory to practice. *Br J Nutr* 2009; 101 (Suppl. 2): S64-72.
16. Banna JC, Fialkowski MK, Townsend MS. Misreporting of Dietary Intake Affects Estimated Nutrient Intakes in Low-Income Spanish-Speaking Women. *J Acad Nutr Diet* 2014. doi: 10.1016/j.jand.2014.06.358.
17. Rangan A, Allman-Farinelli M, Donohoe E, Gill T. Misreporting of energy intake in the 2007 Australian Children's Survey: differences in the reporting of food types between plausible, under- and over-reporters of energy intake. *J Hum Nutr Diet* 2014; 27 (5): 450-8.
18. Mendez MA, Popkin BM, Buckland G, Schroder H, Amiano P, Barricarte A et al. Alternative methods of accounting for underreporting and overreporting when measuring dietary intake-obesity relations. *Am J Epidemiol* 2011; 173 (4): 448-58.
19. Börnhorst C, Huybrechts I, Hebestreit A, Vanaelst B, Molnár D, Bel-Serrat S et al. Diet-obesity associations in children: approaches to counteract attenuation caused by misreporting. *Public Health Nutr* 2013; 16 (2): 256-66.
20. Thompson FE, Subar AF, Loria CM, Reedy JL, Baranowski T. Need for technological innovation in dietary assessment. *J Am Diet Assoc* 2010; 110 (1): 48-51.
21. Kroeze W, Werkman A, Brug J. A systematic review of randomized trials on the effectiveness of computer-tailored education on physical activity and dietary behaviors. *Ann Behav Med* 2006; 31 (3): 205-23.
22. Lagerros YT, Mucci LA, Bellocco R, Nyrén O, Bälter O, Bälter KA. Validity and reliability of self-reported total energy expenditure using a novel instrument. *Eur J Epidemiol* 2006; 21 (3): 227-36.
23. Edwards SL, Slattery ML, Murtaugh MA, Edwards RL, Bryner J, Pearson M et al. Development and use of touch-screen audio computer-assisted self-interviewing in a study of American Indians. *Am J Epidemiol* 2007; 165 (11): 1336-42.
24. Koop A, Mösges R. The use of handheld computers in clinical trials. *Control Clin Trials* 2002; 23 (5): 469-80.
25. Welch J, Dowell S, Johnson CS. Feasibility of using a personal digital assistant to self-monitor diet and fluid intake: a pilot study. *Nephrol Nurs J* 2007; 34 (1): 43-8.
26. Yon BA, Johnson RK, Harvey-Berino J, Gold BC, Howard AB. Personal digital assistants are comparable to traditional diaries for dietary self-monitoring during a weight loss program. *J Behav Med* 2007; 30 (2): 165-75.
27. Innovative Dietary Assessment Methods in Epidemiological Studies and Public Health I. WebHome 2015 [cited 2015]. Available from: http://nugo.dife.de/wiki/bin/view/IDAMES/.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):127-143
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5060

Indicadores de evaluación de la calidad de la dieta

Ángel Gil[1], Emilio Martínez de Victoria[2], Josune Olza[1]

[1]Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. [2]Departmento de Fisiología. Facultad de Farmacia. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Granada. España.

Resumen

El papel de la calidad de la dieta y de la actividad física en la reducción de la progresión de las enfermedades crónicas es cada vez más importante. Los indicadores o índices de calidad de la dieta (DQIs) son algoritmos destinados a evaluar la calidad global de la dieta y categorizar a los individuos en función de si su patrón de alimentación es más o menos saludable. Los índices predefinidos evalúan diferentes patrones dietéticos basados en los conocimientos actuales de la Nutrición y se han desarrollado básicamente para la epidemiología nutricional con objeto de determinar factores de riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNTs). Existen muchos tipos de DQIs. Se distinguen tres categorías principales: a) basados en nutrientes; b) basados en alimentos o grupos de alimentos; y c) índices combinados. A estos últimos pertenecen la mayoría de los DQIs, los cuales incluyen además una medida de adecuación de la dieta a las recomendaciones dietéticas, una medida del consumo moderado y un balance general de ingesta de macronutrientes. El indicador de alimentación saludable (HEI), el índice de calidad de la dieta (DQI), el indicador de dieta saludable (HDI) y la puntuación de dieta mediterránea (MDS), son los cuatro indicadores originales que se han referenciado y validado más extensamente. Otros muchos índices se han adaptado a partir de ellos. En particular se han propuesto numerosas variaciones del MDS que incluyen varios índices alternativos y el recientemente denominado MEDAS que valora el grado de adherencia a la dieta y hábitos de vida mediterráneos. La fuente primaria de los DQIs son las herramientas para recoger datos individuales de ingesta tales como el recordatorio de ingesta cuantitativa de 24 h, los registros dietéticos y los cuestionarios de frecuencias de consumo de alimentos. Los nutrientes que se incluyen en numerosos DQIs son grasa total, ácidos grasos saturados o la proporción ácidos grasos monoinsaturados a ácidos grasos saturados o de estos últimos a ácidos grasos poliinsaturados, colesterol, contenido y calidad de las proteínas Los hidratos de carbono complejos, mono- y disacáridos, fibra dietética y sodio se incluyen también en algunos indicadores. Todos los DQIs, excepto aquellos en los que sólo se incluyen nutrientes, tienen como componentes el consumo de frutas y verduras; atributos adicionales son las legumbres, frutos secos y semillas. El consumo de carne y de productos cárnicos, especialmente carnes rojas y procesadas, carnes de ave y leche y productos lácteos se incluye también en varios índices Otros alimentos incluidos en algunos indicadores, p.e. en el MDS son

Correspondencia: Ángel Gil.
Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II.
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.
Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada.
Avda. del Conocimiento, s/n.
18016 Armilla. Granada. España.
E-mail: agil@ugr.es

INDICATORS FOR THE EVALUATION OF DIET QUALITY

Abstract

The role of diet quality and physical activity in reducing the progression of chronic disease is becoming increasingly important. Dietary Quality Indices or Indicators (DQIs) are algorithms aiming to evaluate the overall diet and categorize individuals according to the extent to which their eating behaviour is "healthy". Predefined indexes assess dietary patterns based on current nutrition knowledge and they have been developed primarily for nutritional epidemiology to assess dietary risk factors for non-communicable diseases. There are many different types of DQIs. There are three major categories of DQIs: a) nutrient-based indicators; b) food/food group based indicators; and c) combination indexes, the vast majority of DQIs, which often include a measure of diet variety within and across food groups, a measure of adequacy i.e. nutrients (compared to requirements) or food groups (quantities or servings), a measure of nutrients/foods to consume in moderation, and an overall balance of macronutrients. The Healthy Eating Index (HEI), the Diet Quality Index (DQI), the Healthy Diet Indicator (HDI) and the Mediterranean Diet Score (MDS) are the four 'original' diet quality scores that have been referred to and validated most extensively. Several indexes have been adapted and modified from those originals. In particular, many variations on the MDS have been proposed, included different alternate MDS and Mediterranean Diet Adherence Screener (MEDAS). Primary data source of DQI's are individual dietary data collection tools, namely 24 h quantitative intake recalls, dietary records and food frequency questionnaires. Nutrients found in many scores are total fat, saturated fatty acids or the ratio of monounsaturated fatty acids to saturated fatty acids or the latter SFA to polyunsaturated fatty acids. Cholesterol, protein content and quality, complex carbohydrates, mono- and disaccharides, dietary fibre and sodium are also found in various scores. All DQIs, except those that only contain nutrients, include the components fruits and vegetables; additional attributes are legumes or pulses, nuts and seeds. Meat and meat products, namely red and processed meat, poultry, and milk and dairy products are also included in many scores. Other foods contained in some DQIs e.g. MDS are olive oil and fish. Nowadays, there is interest in defining more than DQIs, healthy life indices (HLIs), which give information on behaviours associated with specific patterns and beyond dietary habits they include physical activity, rest and selected sociocultural habits. The Mediterranean Lifestyle (MEDLIFE) index has been recently created based on the current Spanish Mediterranean food guide pyramid and it includes both the assessment of food consumption directly related to the Mediterranean diet, physical activity and rest and other relevant cultural information. However, a global HLI should

el aceite de oliva y el pescado. Actualmente hay interés más que en definir nuevos DQIs en establecer índices de calidad de vida (HLIs), que suministren información, además de sobre nutrientes y alimentos consumidos, sobre patrones de comportamiento específicos asociados con los hábitos de alimentación, con la actividad física y el descanso y con ciertos hábitos de vida socio-culturales. El índice de calidad de vida mediterránea (MEDLIFE), recientemente creado, está basado en la pirámide de alimentos de la dieta mediterránea e incluye tanto la evaluación del consumo de alimentos relacionados con la dieta mediterránea como información en relación a la actividad física y el descanso y otra información cultural relevante. Sin embargo, un índice global de estilos de vida saludable, basada en la pirámide de la Fundación Iberomericana de Nutrición (FINUT), además de grupos de alimentos y de nutrientes, debería incluir aspectos relacionados con la seguridad alimentaria p.e. consumo de alimentos procesados, manejo preparación y almacenamiento de los alimentos, y acceso al agua potable, hábitos alimentarios, incluyendo patrones de consumo de bebidas alcohólicas y de sal, compra de alimentos estacionales y locales, cocinado en el hogar y convivialidad, así como patrones de actividad física, sedentarismo y descanso y algunos hábitos socioculturales, particularmente aquellos relacionados con la selección de alimentos, creencias religiosas y socialización con amigos.

Palabras clave: *Alimentos. Dieta. Estilos de vida. Hábitos alimenticios. Salud. Nutrientes.*

consider, based on the Iberoamerican Nutrition Foundation (FINUT) Pyramid of Healthy Lifestyles, in addition to food groups and nutrients, selected items on food safety e.g. consumption rate of proceed foods, food handling, preparation and storage and access to drinking water, selected food habits, including alcoholic beverage and salt consumption patterns, purchase of seasonal and local foods, home cooking and conviviality, as well as patterns of physical activity, sedentary and rest habits and some selected sociocultural habits, particularly those related to food selection, religious beliefs and socializing with friends.

Key words: *Diet. Food. Food habits. Health. Lifestyles. Nutrients.*

Abreviaturas

AA: aminoácidos.
AHEI: índice alternativo de alimentación saludable.
AMDR: rango acceptable de distribución de macronutrientes.
aMED: índice alternativo de dieta Mediterránea.
BV: valor biológico.
CHD: enfermedad cardíaca coronaria.
CQI: índice de calidad de los hidratos de carbono.
CVD: enfermedad cardiovascular.
DASH: Aproximaciones dietéticas para frenar la hipertensión.
DHA: ácido docosahexaenoico.
DIAAS: puntuación de aminoácidos indispensables digestibles.
DQI: índice de calidad de la dieta.
DQIr: índice revisado de calidad de la dieta.
DRI: ingesta dietética de referencia.
E: energía.
EPA: ácido eicosapentaenoico.
FBQI: índice de calidad basada en los alimentos.
FCTs: tablas de conversión de alimentos a nutrientes.
FFQs: cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos.
FINUT: *Fundación Iberoamericana de Nutrición*.
FPI: índice basado en la pirámide de alimentos.
GI: índice glicémico.
GL: carga glicémica.
HDI: indicador de dieta saludable.
HEI: índice de alimentación saludable.
HFI: índice de alimentos saludables.
HI: índice de estilos de vida saludable.
HLIs: indicadores de estilos de vida saludable.
IEC: cromatografía de intercambio iónico.
IPAQ: cuestionario internacional de actividad física.
LA: ácido linoleico.
LCPUFA: ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga.
LDL-C: colesterol de lipoproteínas de baja densidad.
LNA: ácido alfa-linolénico.
MDS: puntuación de dieta mediterránea.
MDS-a: puntuación adaptada de dieta mediterránea.
MDSm: puntuación modificada de dieta mediterránea.
MEDAS: cribado de adherencia a dieta mediterránea.
Med-DQI: índice de calidad de dieta mediterránea.
MEDLIFE: índice de estilo de vida mediterráneo.
MET: equivalentes metabólicos.
MUFA: ácidos grasos monoinsaturados.
NCCDs: enfermedades crónicas no transmisibles.
NPR: retención neta de la proteína.
NPU: utilización neta de la proteína.
NRF: alimento rico en nutrientes.
P: S: proporción de ácidos grasos poliinsaturados a saturados.
PDCAAS: puntuación de digestibilidad de la proteína corregida por aminoácidos.
PER: proporción de eficacia proteica.
PREDIMED: Prevención con Dieta Mediterránea.
PUFA: ácidos grasos poliinsaturados.
SFA: ácidos grasos saturados.
TFA: ácidos grasos *trans*.
USDA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.

Introducción

A pesar de las múltiples recomendaciones y guías de consumo de alimentos, la pandemia de las enfermedades crónicas no transmisibles (*non-communicable chronic diseases*, NCCDs) continúa tanto en los países desarrollados como en los en vía de desarrollo[1]. El papel de la calidad de la dieta y de la actividad física en la reducción de las enfermedades crónicas es cada día más importante. La evidencia que apoya la importancia de unos estilos de vida saludables (dieta saludable, actividad física, evitar el consume de alcohol, no fumar y evitar el estrés) como parte de los programas de bienestar y de intervenciones primarias para la prevención de las NCCDs es muy fuerte y continua creciendo de forma sostenida[2]. La salud y la funcionalidad óptimas a través de la vida son objetivos alcanzables, pero requieren una aproximación hacia unos estilos de vida saludable, incluyendo una dieta total equilibrada desde el punto de vista energético y de densidad de nutrientes[3], así como actividad física regular y ejercicio, los cuales contribuyen a contrarrestar la ingesta energética y a la regulación del peso corporal y de numerosas funciones fisiológicas[4].

Ciertos patrones dietéticos en el mundo se asocian con beneficios para la salud. Estos patrones incluyen los estilos de dieta mediterráneos[5] y las aproximaciones de dieta para mitigar la hipertensión (*Dietary Approaches to Stop Hypertension,* (DASH)[6]. Sin embargo, el desafío más importante para la salud pública es que la población, en un sentido amplio, adopte patrones de vida saludable, dentro de un sistema actual de ponderosas influencias que promueven opciones, comportamientos y estilos de vida poco saludables[3]. Por tanto, existe una necesidad de simplificar y abaratar la monitorización de la dieta en las poblaciones de todo el mundo.

Los índices de calidad de la dieta (*Dietary Quality Indices or Indicators*, DQIs) tienen como objetivo evaluar la dieta de una forma general y categorizar a los individuos según cumplan más o menos con comportamientos considerados como saludables. Los índices predefinidos evalúan determinados patrones dietéticos basados en el conocimiento actual de la nutrición y se han desarrollado fundamentalmente para evaluar factores de riesgo relacionados con las NCCDs en epidemiología nutricional, aunque su uso se está expandiendo para otros fines. Más allá de la evaluación de la Calidad de la dieta existe una necesidad de evaluar los estilos de vida globales. Por tanto, el principal objetivo de este artículo es resumir la relevancia de los DQIs y de los indicadores de estilos de vida saludables (*Healthy Lifestyle Indicators*, HLIs) más importantes utilizados en todo el mundo (Figure 1), con énfasis particular en los patrones de estilos de vida mediterráneos y discutir algunos aspectos metodológicos para la evaluación de la calidad de los principales nutrientes.

Indicadores de calidad de la dieta

En la década pasada varios investigadores intentaron desarrollar una medida de la calidad de la dieta y como consecuencia, actualmente existen numerosos DQIs. El uso de estos índices es aún más amplio si se tiene en cuenta que muchos de ellos se han ajustado a propósitos y poblaciones específicos. Sin embargo, muchas de las aproximaciones representan elecciones arbitrarias debido a la falta de conocimiento de lo que son realmente dietas saludables, además de cuestiones metodológicas aún no resueltas. Estas últimas relacionadas con las diferencias en la evaluación de la ingesta energética, puntuación de cada componente de la dieta y combinaciones de diferentes componentes en una sola medida, que aún necesitan investigaciones ulteriores[7].

Kant (1996) fue el primero en revisar los índices relacionados con la Calidad de la dieta global y de forma esperada encontró que la definición de Calidad de la dieta dependía de los atributos seleccionados por los investigadores[8]. Esta revisión fue seguida, ocho años más tarde, por una revisión de los patrones dietéticos tanto derivados empíricamente como definidos teóricamente y su relación con la salud[9]. Más tarde, Waijers *et al.* (2007) revisaron 20 DQIs y concluyeron que los índices existentes no predicen la enfermedad o la mortalidad de forma significativamente mejor que los factores dietéticos individuales, aunque pueden ser útiles para medir hasta qué punto los individuos tienen adherencia a las guías dietéticas[10]. Así, los DQIs tienen que ser usados e interpretados con cuidado. Arvaniti y Panagiotakos (2008) también revisaron 23 DQIs, la mayoría de los cuales se solapan con los revisados por Waijers[11]. Fransen et al. (2008) revisaron diferentes DQIs desarrollados para la población general adulta, basados en las guías dietéticas norteamericanas y la dieta

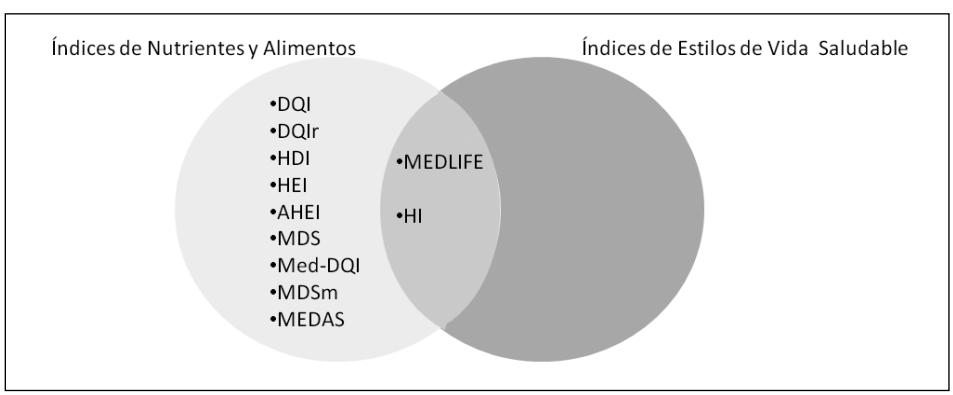


Fig. 1.— Índices de calidad de la dieta. DQI: dietary quality index; DQIr: dietary quality index revised; HDI: healthy diet indicator; HEI: healthy eating index; AHEI: alternative healthy eating index; MDS: Mediterranean diet score; Med-DQI: Mediterranean dietary quality index; MDSm: Mediterranean diet score modified; MEDAS: Mediterranean diet adherence screener; MEDLIFE: Mediterranean Lifestyle Index and HI: Healthy Lifestyle Index.

mediterránea y, adicionalmente, incluyeron otros DQIs para poblaciones específicas con especial atención a cómo se generan las puntuaciones y los problemas metodológicos implicados[7]. Más recientemente, Alkerwi (2014) ha revisado el concepto de calidad de la dieta y ha discutido algunos puntos claves para comprender las razones que están detrás de la confusión generada por los múltiples DQIs y ha comentado la complejidad de definir y cuantificar este concepto. Este autor ha concluido que se necesita una aproximación integrada que combine todas las características de calidad de la dieta y que, aparte de las características nutricionales, puntúe otras facetas tales como la seguridad alimentaria y los aspectos organolépticos y socioculturales, para los que actualmente no se dispone de valores umbrales o criterios claros[12].

El índice de alimentación saludable (*Healthy Eating Index*, HEI)[13], el índice de calidad de la dieta (*Diet Quality Index*, DQI)[14], el indicador de dieta saludable (*Healthy Diet Indicator*, HDI)[15] y la puntuación de dieta mediterránea (*Mediterranean Diet Score*, MDS)[16] son los cuatro DQIs originales que han sido revisados y validados más extensamente. Algunos de estos índices han sufrido diversas adaptaciones y modificaciones. En particular, se han propuesto muchas variaciones del MDS; cuatro adaptaciones diferentes se refieren en la literatura como MDS-a[10].

Existen muchos tipos de DQIs. Una categoría principal está formada por los indicadores basados en nutrientes, que requieren la conversión del peso de los alimentos a nutrientes, usando tablas de conversión alimentos-nutrientes (FCTs), comparación con los requerimientos, proporciones de adecuación, etc., p.ej., el DQIr. Los indicadores basados en grupos de alimentos suponen otra categoría principal; utilizan las guías alimentarias para las raciones recomendadas o, simplemente, determinan las frecuencias o valores absolutos de consumo de determinados alimentos. El índice de calidad basado en los alimentos (*Food-Based Quality Index*, FBQI), el índice de alimentos saludables (*Healthy Food Index*, HFI) y el índice de la pirámide alimentaria (*Food Pyramid Index*, FPI) incluyen únicamente alimentos o grupos de alimentos y el MDS incluye principalmente grupos de alimentos, suplementado con una proporción que refleja la composición de ácidos grasos de la dieta, así como la ingesta de alcohol, mientas que dos MDS adaptados incluyen exclusivamente alimentos (revisado por Waijers et al.)[10].

La mayor parte de los DQIs p.ej. el DQI original, el HEI y el HDI, se incluyen en la categoría de los índices combinados, los cuales a menudo incluyen una medida de la variedad de la dieta dentro y a través de los grupos de alimentos, una medida de adecuación p.ej. nutrientes (comparado con los requerimientos) o de grupos de alimentos (cantidades o raciones), una medida de los nutrientes/alimentos que es necesario consumir con moderación y una medida del balance de macronutrientes. Los nutricionistas relacionados con la Salud Pública han recomendado históricamente la variedad o la diversidad en los patrones dietéticos como una medida para asegurar la dieta óptima. El concepto subyacente es que ningún alimento contiene todos los nutrientes necesarios y que la variedad de las fuentes dietéticas es necesaria para asegurar una dieta equilibrada[17]. Desafortunadamente, no existe una aproximación estandarizada al contenido y a las puntuaciones basadas en la frecuencia de consumo de alimentos, número de porciones, pesos asignados, etc. Por lo tanto, las diferentes puntuaciones de los DQIs no son comparables y a menudo son específicas de algunos países. La tabla I muestra los DQIs más útiles para la evaluación de la calidad de la dieta.

La fuente de datos primarios para los DQIs individuales son las herramientas de recogida de datos dietéticos, tales como los registros de ingesta de 24h, los registros de dieta y los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos (FFQ). Los FFQs concentran su interés en alimentos/nutrientes de interés especial, mientras que los registros de ingesta de 24h recogen información de la ingesta de todos los alimentos consumidos y de sus cantidades. El propósito principal de recoger la ingesta de alimentos de forma cuantitativa y detallada es investigar la asociación entre nutrientes, alimentos y otros elementos de la dieta y de su influencia sobre la salud. Los DQIs han sido repetidamente validados frente a resultados de salud. Los registros de ingesta dietética sirven también para estimar el estado nutricional de un determinado país a nivel nacional. Los usos más recientes incluyen la identificación de vehículos para la fortificación de alimentos y la evaluación de riesgos relacionados con la seguridad alimentaria

Kennedy et al. (1995) desarrollaron un DQI simple denominado índice de alimentación saludable (*Healthy Eating Index*, HEI)[13]. El HEI es un índice cuyo rango va de 0 a 100, basado en diez componentes individuales cuya puntuación individual oscila de 0 a 10. Los primeros cinco componentes del HEI se basan en cinco de los grupos de alimentos principales de la de la pirámide de alimentos de los EEUU, mientras que los restantes componentes están basados en aspectos de las guías alimentarias de dicho país. La variedad es uno de los componentes del HEI, este se correlaciona positivamente de forma significativa con la mayor parte de los nutrientes de la dieta, con el índice peso corporal (BMI, kg/m^2) y con la "autopercepción" de calidad de la dieta de los individuos evaluados.

En un intento por mejorar el HEI original, McCullough et al. (2002) crearon un índice alternativo al HEI de 9 componentes (*Alternate Healthy Eating Index*, AHEI)[18]. Este índice se diseñó focalizado en la elección de alimentos y en las fuentes de macronutrientes asociadas a la menor prevalencia de las enfermedades crónicas; se basó también en las guías alimentarias y la pirámide de los alimentos propuesta por el Departamento de Agricultura de los EEUU (*USDA*)[13], enfatizándose el consumo de alimentos vegetales y de aceites insaturados. Las puntuaciones más elevadas del AHEI se asocian con menores concentraciones de biomarcadores de inflamación y disfunción endotelial y, por lo tanto, puede ser útil como una herramienta para reducir el riesgo de enfermedades que involucran estas vías de señalización biológicas[19].

El índice de calidad de la dieta (*Diet Quality Index*, DQI)[14], revisado posteriormente en 1999 y 2003, se basa en guías similares a los de los HEI y AHEI del *National Research Council* de los EEUU, pero incluye también el

Tabla I
Componentes de los indicadores de la calidad de la dieta y sus criterios de puntuación

Índice	*Componentes*	*Criterio/Puntuación*		*Referencia*
Índices de nutrientes y alimentos combinados				
Índice de Calidad de la Dieta				14
	Grasa total	< 30 energía %	0	
		30–40 energía %	1	
		> 40 energía %	2	
	Ácidos grasos saturados	< 10 energía %	0	
		10–13 energía %	1	
		>13 energía %	2	
	Colesterol	< 300 mg	0	
		300–400 mg	1	
		> 400 mg	2	
	Frutas y vegetales	5 + raciones	0	
		3–4 raciones	1	
		0–2 raciones	2	
	Cereales integrales	6 + raciones	0	
		4–5 raciones	1	
		0–3 raciones	2	
	Proteínas	≤ 100% RDA	0	
		100–150% RDA	1	
		≥ 150% RDA	2	
	Sodio	< 2.400 mg	0	
		2.400–3.400 mg	1	
		> 3.400 mg	2	
	Calcio	≥ RDA	0	
		2/3 RDA	1	
		< 2/3 RDA	2	
Índice revisado de Calidad de la Dieta				20
	Grasa total ≤ 30%	≤ 30 energía %	10	
		> 30 energía %	5	
		> 40 energía %	0	
	Ácidos grasos saturados ≤ 10% ingesta de energía	≤ 10 energía %	10	
		10, ≤ 13 energía %	5	
		> 13 energía %	0	
	Colesterol	≤ 300 mg	10	
		> 300, ≤ 400 mg	5	
		> 400 mg	0	
	2-4 raciones frutas por día	≥ 100%		
		99%- 50%	0-10*	
		< 50%		
	3-5 raciones de vegetales por día	≥ 100%		
		99%- 50%	0-10*	
		< 50%		
	6-11 raciones hidratos de carbono por día	≥ 100%		
		99%- 50%	0-10*	
		< 50%		
	Ingesta de Calcio (basada en las RDA de 1989 p/edad)	≥ 100%		
		99%- 50%	0-10*	
		< 50%		
	Ingesta de Hierro (basada en las RDA de 1989 p/edad)	≥ 100%		
		99%- 50%	0-10*	
		< 50%		

Tabla II *(cont.)*
Componentes de los indicadores de la calidad de la dieta y sus criterios de puntuación

Índice	*Componentes*	*Criterio/Puntuación*		*Referencia*
	Puntuación por consumo variado de la dieta	≥ 6 ≥ 3, < 6 < 3	0-10	
	Puntuación por consumo moderado de la dieta	≥ 7 ≥ 4, < 7 < 4	0-10	
*Depende de la ingesta de energía				
Indice de Dieta Saludable				15
	Ácidos grasos saturados	0-10 energía %	1	
	Ácidos grasos poliinsaturados	3-7 energía %	1	
	Proteínas	10-15 energía %	1	
	Hidratos de carbono complejos	50-70 energía %	1	
	Fibra dietética (g)	27-40 energía %	1	
	Frutas y vegetales (g)	> 400 g/d	1	
	Legumbres, frutos secos y semillas (g)	> 30 g/d	1	
	Mono- y disacáridos	0-10 energía %	1	
	Colesterol (mg)	0-300 mg/d	1	
Si el % o las cantidades no están dentro de los rangos, la puntuación es = 0				
Indicador de Alimentación Saludable				13
	Hidratos de carbono	6-11 raciones	0-10	
	Vegetales	3-5 raciones	0-10	
	Frutas	2-4 raciones	0-10	
	Leche	2-3 raciones	0-10	
	Carne	2-3 raciones	0-10	
	Grasa total	< 30 energía %	0-10	
	Ácidos grasos saturados	< 10 energía %	0-10	
	Colesterol	< 300 mg	0-10	
	Sodio	< 2.400 mg	0-10	
	Variedad	16 alimentos diferentes/3d	0-10	
Los criterios para la puntuación dependen de la ingesta energética. 0 raciones, puntuación = 0.				
Indicador Alternativo de Alimentación Saludable				18
	Vegetales	0 raciones 5 raciones	0 10	
	Frutas	0 raciones 4 raciones	0 10	
	Frutos secos y proteína de soja	0 raciones 1 raciones	0 10	
	Relación carne blanca: carne roja	0 4	0 10	
	Fibra (cereal) g/d	0 15	0 10	
	Grasa Trans	≥ 4 energía % ≤ 0,5 energía %	0 10	

Tabla II *(cont.)*
Componentes de los indicadores de la calidad de la dieta y sus criterios de puntuación

Índice	*Componentes*	*Criterio/Puntuación*		*Referencia*
	Relación ácidos grasos poliinsaturados: saturados	≤ 0,1 ≥ 1	0 10	
	Duración del uso de multivitamínicos	< 5 años ≥ 5 años	0 10	
	Alcohol	Hombres: 0 o > 3,5 Mujeres: 0 o > 2,5	0	
		Hombres: 1,5-2,5 Mujeres: 0,5-1,5	10	
Ingestas intermedias se puntúan proporcionalmente entre 0-10.				
Puntuación de Dieta Mediterránea				16
	Relación ácidos grasos monoinsaturados: saturados	< Mediana > Mediana	0 1	
	Legumbres	< Mediana > Mediana	0 1	
	Hidratos de carbono	< Mediana > Mediana	0 1	
	Frutas y frutos secos	< Mediana > Mediana	0 1	
	Vegetales	< Mediana > Mediana	0 1	
	Carne y productos cárnicos	> Mediana < Mediana	0 1	
	Leche y productos lácteos	> Mediana < Mediana	0 1	
	Alcohol	> Mediana < Mediana	0 1	
Índice de Calidad de la Dieta Mediterránea				21
	Ácidos grasos saturados	< 10 energía % 10–13 energía % > 13 energía %	0 1 2	
	Colesterol	< 300 mg 300–400 mg > 400 mg	0 1 2	
	Carnes	< 25 g 25-125 g > 125 g	0 1 2	
	Aceite de oliva	> 15 ml 15-5 ml < 5 ml	0 1 2	
	Pescado	> 60 g 60-30 g < 30 g	0 1 2	
	Cereales	> 300 g 300-100 g < 100 g	0 1 2	
	Vegetales + Frutas	> 700 g 700-400 g < 400 g	0 1 2	

Tabla II *(cont.)*
Componentes de los indicadores de la calidad de la dieta y sus criterios de puntuación

Índice	*Componentes*	*Criterio/Puntuación*		*Referencia*
Puntuación Modificada de Dieta Mediterránea				22
	Vegetales	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Legumbres	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Frutas y frutos secos	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Productos lácteos	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Hidratos de carbono	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Carnes	≥ Mediana < Mediana	0 1	
	Pescado	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Relación ácidos grasos monoinsaturados: saturados	< Mediana ≥ Mediana	0 1	
	Alcohol	Hombres (10-50 g/d) Mujeres (5-25 g/d)	1 1	
Cribado de Adherencia de la Dieta Mediterránea				23
	4 o más cucharadas de aceite de oliva/d		1	
	2 o más raciones de vegetales/d		1	
	3 o más piezas de frutas/d		1	
	< 1 ración of carne roja o embutidos/d		1	
	< 1 ración grasa animal/d		1	
	< 100 mL de bebidas endulzadas con azúcar/d		1	
	7 o más raciones of vino rojo/sem		1	
	3 o más raciones de legumbres/sem		1	
	3 o más raciones de pescado/sem		1	
	Menos de 2 raciones de bollería comercial/sem		1	
	3 o más raciones de frutos secos/sem		1	
	2 o más raciones/sem de algún plato con salsa de tomate tradicional que incluya ajo, cebolla o puerro salteado en aceite de oliva.		1	
	Uso de aceite de oliva como principal fuente de grasa.		1	
	Clase de carne que consume preferiblemente		0-1	
	Índices de Estilos de vida saludable			
Índice de Estilo de Vida Mediterránea				25
Block 1: Consumo de alimentos mediterráneos				
	Dulces	≤ 2 raciones/sem	1	
	Carnes rojas	< 2 raciones/sem	1	

Tabla II *(cont.)*
Componentes de los indicadores de la calidad de la dieta y sus criterios de puntuación

Índice	*Componentes*	*Criterio/Puntuación*		*Referencia*
	Carne procesada	≤ 1 ración/sem	1	
	Huevos	2–4 raciones/sem	1	
	Legumbres	≥ 2 raciones/sem	1	
	Carnes blancas	2 raciones/sem	1	
	Pescado/mariscos	≥ 2 raciones/sem	1	
	Patatas	≤ 3 raciones/sem	1	
	Productos lácteos con bajo contenido de grasa	2 raciones/d	1	
	Frutos secos y olivas	1–2 raciones/d	1	
	Hierbas, especies y aderezos	≥ 1 ración/d	1	
	Frutas	3–6 raciones/d	1	
	Vegetales	≥ 2 raciones/d	1	
	Aceite de Oliva	≥ 3 raciones/d	1	
	Hidratos de carbono	3–6 raciones/d	1	
Block 2: Hábitos alimentarios mediterráneos				
	Agua o infusiones	6–8 raciones/d o ≥3 raciones/sem	1	
	Vino	1–2 raciones/d	1	
	Consumo moderado de sal en las comidas	Yes	1	
	Preferencia por productos integrales	Si/fibra > 25 g/d	1	
	Refrigerio	≤ 2 raciones/sem	1	
	Limitación del picar entre comidas	Yes	1	
	Limitación de las bebidas (incluyendo las bebidas con azúcar añadida)	Yes	1	
Block 3: Actividad física, descanso, hábitos sociales y convivialidad				
	Actividad física (> 150 min/sem o 30 min/d)	Yes	1	
	Siesta	Yes	1	
	Horas de sueño	6–8 h/d	1	
	Horas de televisión	< 1 h/d	1	
	Socialización con amigos	≥ 2 h/fin de semana	1	
	Deportes de equipo	≥ 2 h/sem	1	
Índice de Estilos de Vida Saludable				2
	Frutas/vegetales	≥ 4,5 cups/ día	0-5	
	Pescado	≥ 3,5 onz/sem	0-5	
	Alimentos ricos en fibra	≥ Tres raciones equivalentes a 1 oz/día	0-5	
	Sodio Nominal	< 1.500 mg/día	0-5	
	Azúcar y bebidas endulzadas	≤ 36 onz/sem	0-5	
	La actividad física se divide en ligera, moderada o vigorosa y se transforma en equivalentes metabólicos (MET), siguiendo la Guía para el análisis del cuestionario internacional de actividad			
	El estrés subjetivo, incluyendo fatiga y padecimientos corporales se estima con una serie de test			

Las medidas para estos tres aspectos de estilos de vida (dieta, ejercicio y estrés) se normalizan 1/3 y luego se combinan en un único índice compuesto de estilos de vida saludable con un rango que va de 0 a 100 (donde las puntuaciones más altas indican condiciones más saludables).

hierro y el calcio[20]. Tiene dos componentes de variedad: 1) grupos de alimentos y 2) variedad dentro de cada grupo; ocho componentes de adecuación (que deben aumentarse en la dieta): 1) verduras, 2) frutas, 3) cereales, 4) fibra, 5) proteína, 6) hierro, 7) calcio y 8) Vitamina C; cinco componentes de moderación (que deben disminuirse en la dieta): 1) grasa total, 2) grasa saturada, 3) colesterol, 4) sodio, y 5) "calorías vacías" (alimentos con baja densidad de nutrientes); y dos componentes de equilibrio, es decir, proporción de macronutrientes y proporción de ácidos grasos. El DQI original se revisó para reflejar las guías dietéticas actuales, para incorporar métodos mejorados de medida de estimación de las raciones y para desarrollar e incorporar medidas de variedad y moderación de la dieta. La puntuación inicial de la escala original se invirtió en su dirección y se expandió a una escala de 100 puntos para mejorar su interpretación[20].

Se ha diseñado un DQI específico para la dieta mediterránea (Med-DQI)[21]. Se añadió posteriormente el aceite de oliva con una puntuación que aumenta con un bajo consumo del mismo. La proteína fue sustituida por carne ya que el pescado se incluyó con un gradiente opuesto. A cada nutriente o grupo de alimentos se le asignaron tres puntuaciones (0, 1 y 2) basado en las guías recomendadas cuando existen (p.ej. para colesterol y ácidos grasos saturados (*saturated fatty acids*, SFA), o dividiendo el consumo de la población en tertiles donde no existen recomendaciones específicas de consumo de alimentos.

El indicador de dieta saludable (*Healthy Diet Indicator*, HDI) se calculó para estimar el patrón de la dieta utilizando las guías de la Organización Mundial de la Salud para la prevención de las enfermedades crónicas. Se generó una variable dicotómica para cada grupo de alimentos o nutriente incluido en dichas guías. Si la ingesta de una persona está dentro del rango de ingesta recomendada para una determinada variable se le asigna un valor de uno o en caso contrario se le asigna un valor de cero. El HDI es la suma de los valores de todas las variables incluyendo SFA, ácidos grasos polinsaturados (*polyunsaturated fatty acids*, PUFA), colesterol, proteína, hidratos de carbono complejos, monosacáridos y disacáridos, fibra dietética, frutas y verduras, legumbres, frutos secos y semillas[15].

La dieta mediterránea tradicional se ha definido y puntuado en términos razonables por medio de un índice de ocho componentes característicos (MDS): elevada proporción de grasa monoinsaturada a saturada, consumo moderado de alcohol, alto consumo de legumbres, alto consumo de cereales (incluido pan y patatas), elevado consumo de frutas, así como de verduras, bajo consumo de carne y de productos derivados y bajo consumo de leche y productos lácteos[16]. Posteriormente, una escala revisada, ha incluido el consumo de pescado[22]. Se asigna un valor de 0 ó 1 a cada uno de los nueve componentes con el uso de la mediana de acuerdo al sexo como punto de corte. Para los componentes beneficiosos (verduras, legumbres, frutas y frutos secos, cereales y pescado), a las personas cuyo consumo está por debajo de la mediana se les asigna un cero y a las que consumen una cantidad igual o superior a la mediana un 1. Para los componentes presuntamente perjudiciales (carne, aves y productos lácteos), que raramente son bajos en grasa en Grecia, se les asigna un 1 a las personas que tienen un consumo por debajo de la mediana y a los que tienen un consumo igual o superior un 0. Para el alcohol, se asigna un valor de 1 cuando el consumo diario en hombres oscila entre 10 y 50 g y entre 5 y 25 g para las mujeres. Finalmente, para la ingesta de grasa, se utiliza la proporción de grasas monoinsaturados a saturados, ya que en Grecia el consumo de los primeros es mucho más elevado que el de los poliinsaturados. Así, la puntuación total del MDS oscila entre un mínimo de 0 (adherencia mínima) y 9 (adherencia máxima).

El índice alternativo de dieta mediterránea (*Alternate Mediterranean Diet Index*, aMED) se adaptó por Fung et al. (2005) a partir del MDS original utilizando una FFQ desarrollado en EEUU, introduciendo algunas modificaciones tales como la eliminación del grupo de los lácteos, separación de las frutas y de los frutos secos en dos grupos y asignación de una puntuación a la ingesta moderada de alcohol. Como ocurre con el AHEI las puntuaciones del aMED se asocian con concentraciones menores de biomarcadores de inflamación y disfunción endotelial[19].

Recientemente se ha utilizado un cuestionario de adherencia a la dieta mediterránea de 14 puntos (*Mediterranean Diet Adherence Screener*, MEDAS) (23) en el estudio PREDIMED "Prevención con Dieta Mediterránea", una intervención de prevención nutricional primaria[24]. El MEDAS consiste en 12 preguntas sobre la frecuencia de consumo de alimentos y dos preguntas sobre hábitos de ingesta de alimentos considerados característicos de la dieta mediterránea en España. Cada pregunta se puntúa 0 ó 1, se otorga un punto para aquellos que cocinan con aceite de oliva y otro si tienen preferencia por la carne blanca frente a la roja, en cuanto al consumo, se asigna igualmente un punto en cada apartado si el individuo consume: 1) 4 o más cucharadas —1 cucharada 13,5 g— de aceite de oliva (Incluido el utilizado para freír, ensaladas, comidas fuera de casa, etc., o consumo directo); 2) 2 o más raciones de verduras; 3) 3 o más piezas de fruta/d; 4) < 1 ración de carne roja o salchichas/d; 5) < 1 ración de grasa animal/d; 6) < 1 copa (1 copa = 100 ml) de bebidas azucaradas/d; 7) 7 o más raciones de vino tinto/sem.; 8) 3 o más raciones de legumbres/sem.; 9) 3 o más raciones de pescado/sem.; 10) < de 2 postres comerciales/sem.; 11) 3 o más raciones de frutos secos/sem.; y 12) 2 o más raciones/sem. de un plato con tomate, ajo, cebolla o verduras salteadas con aceite de oliva. Si la condición no se satisface se asigna un cero. Así, la puntuación del índice derivado del estudio PREDIMED oscila entre 0 y 14[23].

Indicadores de estilos de vida saludables

El índice de estilo de vida mediterráneo (*Mediterranean Lifestyle* (MEDLIFE) *index*) se ha creado basándose en la guía actual de la pirámide alimentaria Mediterránea española. Este índice MEDLIFE deriva de 28 preguntas acerca del consumo de alimentos (15 preguntas), hábitos de vida mediterráneos tradicionales y actividad física (7 pregun-

tas), descanso y hábitos de interacción social (6 preguntas); cada ítem se puntúa 0 ó 1 y la puntuación del índice oscila entre 0 y 28 (tabla I). Por lo tanto, el índice MEDLIFE comprende tanto la evaluación del consumo de alimentos directamente relacionados con la dieta mediterránea como información sobre comportamientos asociados con el estilo de vida mediterráneo; aparte de incluir la actividad física, el descanso, los hábitos sociales y la convivialidad. Este, se considera una herramienta más holística para medir la adherencia al estilo de vida mediterráneo en los estudios epidemiológicos[25].

Recientemente, Lucini et al. (2014) han probado si un índice simple de estilo de vida saludable basado en la Web (*healthy lifestyle index*, HLI), que usa auto-registros, podría relacionarse con los índices de salud cardiovascular y el síndrome metabólico y si podría ser usado en programas amplios de salud dirigidos a promover los estilos de vida saludable[2]. La puntuación de dieta saludable se graduó de 0 a 5 (mejor valor), enfocada más en el estilo de vida alimentario que en los alimentos específicos; se asigna un punto cuando están presentes los siguientes alimentos: frutas/verduras 4,5 raciones/d, pescado 100 g/sem, alimentos ricos en fibra 28 g/d, sodio 1.500 mg/d (operacionalmente se considera como umbral el hábito de añadir sal sin probar previamente el alimento o la comida procesada, consumir carnes o snacks y patatas fritas diariamente), y bebidas azucaradas 1 l/sem; se utilizaron los siguientes umbrales para la dieta saludable pobre, intermedia e ideal (< 2, 2-3 y > 3). El ejercicio se estimó por auto registro semanal expresado en minutos de actividad. La actividad física se dividió en ligera, moderada y vigorosa y se transformó en equivalentes metabólicos (MET) siguiendo las guías para el análisis del cuestionario internacional de actividad (*International Activity Questionnaire*, IPAQ)[2]. El estrés subjetivo, incluyendo la fatiga y los dolores corporales, se estimó mediante una batería de pruebas. La métrica para estos tres dominios de estilos de vida (dieta, ejercicio y estrés) se normalizó a 1/3 y se combinaron en un índice de estilo de vida simple cuyo rango osciló de 0 a 100, siendo los valores más elevados indicadores de un estado más saludable. Los autores de este índice consideran que la simplicidad de obtención y su relación significativa con indicadores clínicos de riesgo, particularmente de factores de riesgo cardiovascular, pueden apoyar su utilización como herramienta para ayudar a manejar mejor el comportamiento en las estrategias de prevención y de promoción de la salud en grandes poblaciones[2].

Alimentos y grupos de alimentos y calidad de la dieta

Se sabe que tanto las frutas y las verduras, así como los cereales completos o enteros desempeñan un papel fundamental en la prevención de las NCCDs[1]. Por lo tanto, todos los DQIs, excepto aquellos que consideran únicamente nutrientes, incluyen estos componentes bien de forma agrupada (DQI, MDQI, MDS-a I, HDI) o separada (el resto de los índices). El MDS contiene un atributo adicional: las legumbres. El HDI contiene también un ítem "legumbres, frutos secos y semillas". Si los frutos secos no se consideran individualmente, se añaden al grupo de las frutas (MDS y algunos aMDS) (revisado por Waijers et al.)[10]. Sin embargo, los índices DQI, HEI, MDS y HDI no distinguen entre cereales integrales y refinados.

La carne y los productos derivados, especialmente la carne roja y la carne procesada, la carne de ave y la leche y los productos lácteos se incluyen en muchos índices. La inclusión de la carne en cantidades moderadas se considera saludable; sin embargo, el consumo elevado de carne roja y los derivados procesados se asocian a prevalencia aumentada de algunas NCCDs (USDA Report, 2010). Asimismo, la inclusión de productos lácteos en los DQIs es un asunto complejo ya que los productos desnatados y semidesnatados y los productos fermentados se han asociado con la protección de algunas NCCDs, pero otros productos lácteos, especialmente cremas, mantequilla y algunos quesos son muy ricos en SFA. Otros alimentos incluidos en algunos DQIs, p.ej. en el MDS son el aceite de oliva, el pescado y los frutos secos[16,25].

La asociación del consumo de alcohol con la salud tiene una forma de U. La ingesta media diaria de una o dos bebidas alcohólicas de baja graduación se asocian con la mortalidad más baja por todas las causas y con un bajo riesgo de diabetes y enfermedad coronaria entre los adultos de edad media y los mayores. Sin embargo, existe una gran evidencia de que el consumo elevado de cuatro o más bebidas alcohólicas al día para las mujeres y cinco o más para los hombres tiene efectos perjudiciales para la salud. Por tanto, el alcohol se ha incluido en los índices de estilos de vida mediterráneos como consumo moderado de vino.

Como se ha comentado anteriormente, algunos DQIs incluyen una variable que representa la variedad dietaria en sus índices, además de los alimentos o los nutrientes[13,14,20].

Densidad de nutrientes y calidad de la dieta

El concepto de densidad de nutrientes se utilizó como el pilar de las guías alimentarias del USDA de 2005 (*MyPyramid*). Los índices de calidad de la dieta evalúan globalmente la calidad nutricional de la dieta completa; por el contrario, los índices de calidad de los alimentos, como los relacionados con la densidad de nutrientes, miden la calidad los alimentos individuales, basado en su contenido de nutrientes de acuerdo con su perfil. Estas técnicas de perfilado de nutrientes pueden aplicarse a comidas, menús y dieta total[26].

Fulgoni et al. (2010) han desarrollado y validado un índice de alimentos ricos en nutrientes (*Nutrient Rich Food*, NRF). El índice NRF 9.3 se basa en nueve nutrientes positivos, cuyo consumo se promueve (proteína, fibra, vitaminas A, C y E, calcio, hierro, potasio y magnesio) y tres nutrientes que es necesario limitar (grasa saturada, azúcares totales o añadidos y sodio). La suma de los porcentajes de los valores diarios para los nueve nutrientes positivos menos la suma de los porcentajes de los valores máximos recomendados para estos tres nutrientes que es necesario limitar, con todos los valores diarios calcu-

lados por 100 kcal o para una cantidad de referencia consumida habitualmente que supone el 100%.

El índice NRF se ha analizado con los datos del NHANES y se han encontrado asociaciones muy positivas entre el consumo de alimentos densos en nutrientes, bajas ingestas energéticas y calidad elevada de la dieta y variables relacionadas con la salud. Las dietas con mayores puntuaciones de NRF se asocian con valores más elevados de HEI[27].

Nutrientes y calidad de la dieta

Los nutrientes que encontramos en muchos índices son grasa total, SFA o la relación ácidos grasos monoinsaturados (*Monounsaturated fatty acids*, MUFA): SFA y colesterol. El contenido y calidad de la proteína, los hidratos de carbono complejos, los mono- y disacáridos, la fibra dietética y el sodio también se encuentran en algunos índices[7,10,25].

Grasa y ácidos grasos

El rango aceptable en la distribución calórica de macronutrientes para la ingesta de grasa total oscila entre el 20% y el 35% de la energía (E) total ingerida. La ingesta de grasa total debería ser mayor del 15%E para asegurar una ingesta adecuada de ácidos grasos esenciales y energía y para facilitar la absorción de vitaminas liposolubles. Sin embargo, para la mayoría de individuos que realizan una actividad física moderada se ha recomendado el 30%E, y aquellos que tienen un nivel alto de actividad física se puede aumentar hasta el 35%E. El valor máximo del rango de distribución calórica de macronutrientes debería tener en cuenta el balance de energía y la calidad de la dieta. Sin embargo, las ingestas elevadas de grasa vienen acompañadas habitualmente por un contenido elevado de grasa saturada, colesterol y densidad energética[28].

La composición en ácidos grasos de la dieta es considerada como un importante determinante de la salud. La ingesta en la dieta de ácidos grasos y colesterol son determinantes importantes de la enfermedad cardiovascular (*cardiovascular disease*, CVD) y diabetes tipo 2, dos de las principales causas de morbilidad y mortalidad tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo[1].

De forma general, se conoce que la ingesta de SFA en perjudicial y es incluida como un ítem solo en el DQI, HEI, Med-DQI, HDI y DGI[10]. Se ha descrito que el consumo elevado de MUFA y PUFA se asocia con un menor riesgo de CVD. Hay evidencias convincentes de que reemplazando SFA (C12:0-C16:0) por MUFA disminuye la concentración de colesterol en las lipoproteínas de baja densidad (LDL-C) y el colesterol total y en las lipoproteínas de alta densidad (HDL-C)[28]. Por ello, el MDS incluye la "proporción MUFA:PUFA" como uno de los ítems del índice, mientras que el AHEI incluye proporción PUFA: SFA (P:S), el criterio de P:S para un índice mínimo de 0 es P:S ≤ 1; el criterio para un índice máximo de 10 es P:S ≥ 1.

Hay pruebas convincentes de que los ácidos grasos *trans* (*trans fatty acids*, TFA) contenidos en los aceites vegetales comerciales parcialmente hidrogenados incrementan más los factores de riesgo de la enfermedad coronaria isquémica (*coronary ischaemic disease*, CID) y los eventos coronarios isquémicos (*coronary ischemic events*, CIE) que lo que se pensó en el pasado[1,28]. También existen evidencias probables de un riesgo incrementado de CIE fatal y muerte cardiaca súbita, además de un mayor riesgo de componentes del síndrome metabólico y diabetes. La ingesta de TFA de todas las fuentes no debería ser mayor del 1%E. En efecto, el contenido en TFA de la dieta ha sido considerado en numerosos índices de calidad de la dieta, por ejemplo el AHEI y el aMED.

Hay también pruebas convincentes de que el ácido linoleico (*linoleic acid*, LA) y el alfa-linolénico (*alfa-linolenic acid*, LNA) son indispensables ya que no pueden ser sintetizados por los humanos y así se han definido ingestas aceptables para ambos ácidos grasos. Los niveles mínimos de ingesta de ácidos grasos esenciales para prevenir los síntomas de deficiencia han sido estimados, de forma convincente, el 2,5%E para el LA más el 0,5%E de LNA.

La sustitución de SFA por PUFA disminuye el riesgo de CIE. En base a estudios epidemiológicos y ensayos clínicos aleatorizados y controlados de eventos de CIE, los niveles mínimos recomendados de consumo de PUFA totales para una disminución de las concentraciones de LDL-C y colesterol total, un incremento de la concentración de HDL-C y la disminución de eventos de CIE es del 6%E. En base a estudios experimentales, el riesgo de peroxidación lipídica puede incrementar con un consumo elevado de PUFA (> 11%E)[28].

La evidencia disponible indica que la ingesta diaria de 0,5-0,6%E de LNA evita la aparición de síntomas de deficiencia. La ingesta total de ácidos grasos n-3 (LNA, eicosapentaenóico (*eicosapentaenoic acid*, EPA) y docosahexaenoico (*docosahexaenoic acid*, DHA)) puede oscilar entre 0,5-2%E, mientras que los requerimientos dietéticos mínimos para LNA (> 0,5%E) previenen los síntomas de deficiencia en adultos. El valor más alto del 2%E incluye la recomendación para LNA y los PUFA n-3 de cadena larga (*Long Chain* PUFA, LC-PUFA) (Rango aceptable de distribución de macronutrientes (*Acceptable Macronutrient Distribution Range*, AMDR) para EPA y DHA 0,250 g-2 g) puede ser parte de una dieta saludable. Aunque el LNA puede tener propiedades específicas, hay evidencias de que los LC-PUFA n-3 pueden contribuir a la prevención de la CID y, posiblemente, de otras enfermedades degenerativas asociadas con la edad. En hombres y mujeres adultas no gestantes-no en lactación se ha recomendado una ingesta diaria de EPA+DHA de 0,250 g/día.

Mientras que la ingesta total de PUFA ha sido incluida en algunos DQI, las ingestas específicas de LA, LNA y LC-PUFA n-3 no son consideradas de forma específica aunque en algunos de los nuevos DQI han incluido el pescado con un grupo de alimentos en función del aporte de ácidos grasos n-3.

Dos procesos contribuyen al desarrollo de la CID: aterosclerosis y trombosis. El tipo de grasa dietética consumida puede contribuir a ambos procesos, algunos ácidos grasos con un papel más importante en la aterogénesis, mientras

que otros participan de manera más relevante en la trombogénesis. De los SFA, solo aquellos con una longitud de cadena de 12, 14 o 16 átomos de C tienen un efecto hipercolesteromiante y son aterogénicos. Los ácidos grasos con una longitud de cadena de 14, 16 y 18 átomos de C se ha sugerido que son trombogénicos. Tanto los MUFA como los PUFA n-6 han probado que reducen las concentraciones plasmáticas de colesterol total y LDL-C y los PUFA n-3 tienen un efecto mínimo sobre los niveles de colesterol en plasma pero reducen los triglicéridos plasmáticos, tromboxano B y la actividad plaquetaria y prolonga el tiempo de sangría y el tiempo de coagulación[1,27,29]. En un intento de tener en cuenta los diferentes efectos de los distintos ácidos grasos, Ulbricht y Southgates (1991) propusieron dos índices que podrían caracterizar el potencial aterogénico y trombogénico de la dieta mejor que las aproximaciones más simples como los SFA totales o la relación P:S[30].

Índice de aterogeneicidad = (12:0 + (4x14:0) + 16:0) / (PUFA n-6 + PUFA n-3 + MUFA).

Índice trombogénico = (14:0 + 16:0 +18:0) / [(0,5 MUFA) + (0,5 PUFA n-6) + (3 PUFA n-3) (PUFA n-3/PUFA n-6)].

Por último, la ingesta de colesterol en la dieta ha sido incluida en la composición de índices predefinidos de la calidad de la dieta, p.ej DQI, HEI oHDI.

Proteína

La población mundial incrementa rápidamente a pesar de las limitaciones en los recursos limitados de tierra, agua y alimentos. Por tanto, es más importante que nunca ser capaz de definir de forma precisa la cantidad y calidad de la proteína que se requiere para alcanzar las necesidades nutricionales del hombre y describir de forma apropiada la proteína aportada por los ingredientes alimentarios, alimentos completos, alimentos de una sola fuente y dietas mixtas. La correspondencia entre aporte dietético y necesidades humanas de proteína es vital para mantener la salud y el bienestar de las poblaciones humanas.

Las proteínas juegan un papel esencial como componentes estructurales y funcionales del cuerpo. Las proteínas de los alimentos aportan aminoácidos (AA) precursores de los ácidos nucleicos, hormonas, coenzimas y otras moléculas esenciales (DRI, IOM, USA). El cuerpo humano no es capaz de acumular proteínas, y por esta razón es importante tener un aporte continuo para mantener sus funciones en el organismo. Si este aporte no se produce de acuerdo con los requerimientos individuales, el desarrollo y las funciones corporales pueden verse comprometidos[31].

La ingesta dietética de referencia para proteína total es de alrededor de 8,0 g/kg de peso corporal/día para adultos con edades superiores a 19 años, alrededor del 12% de la ingesta de energía[32]. Las fuentes animales de proteína, que incluyen carnes, pollo, pescados, moluscos y mariscos, leche y huevos, son las proteínas de la más alta calidad. Las proteínas vegetales pueden ser combinadas para formar proteínas completas si se consumen combinaciones de legumbres y cereales. Las dietas basadas en alimentos vegetales son capaces de alcanzar los requerimientos proteicos para AA esenciales si se planifican y ofrecen otros beneficios potenciales tales como ser fuentes de fibra y nutrientes importantes en una dieta para promover la salud.

La evaluación de la calidad proteica persigue determinar la capacidad de las fuentes alimentarias de proteína y de las dietas para satisfacer la demanda de AA y nitrógeno. Así, cualquier medida de la calidad global de la proteína de la dieta, si está correctamente determinada, debería predecir la eficiencia global de la utilización de la proteína. Las ingestas seguras o recomendadas pueden, entonces, ser ajustadas de acuerdo con las medidas de calidad, de manera que las demandas puedan ser alcanzadas[33]. La calidad proteica de una dieta mixta debería tener un valor biológico > 0,7, que es calculado como proteína animal + proteína vegetal dividido por la proteína total.

Hay diferentes métodos para determinar la calidad proteica que pueden ser utilizados de forma individual o combinada. Aunque el aspecto más importante de una proteína desde un punto de vista nutricional es su composición de AA, la digestibilidad puede influenciar la biodisponibilidad de los AA, y es la causa por la que este aspecto debe tenerse en cuenta para determinar la calidad de la proteína.

Con el objeto de evaluar la calidad de la proteína en la dieta es esencial que la composición en AA sea determinada de forma exacta. Recientemente se han producido diversos avances es este campo y actualmente los métodos son muy buenos y estandarizados[34].

Los métodos para la determinación de AA constan de dos etapas principales:

- *Hidrólisis de AA.* Hay diferentes tipos de hidrólisis de acuerdo a los AAconsiderados. A) Hidrólisis para proteína no oxidada para determinar todos los AA, excepto triptófano, metionina y cisteína; b) Hidrólisis ácida para la proteína no oxidada para determinar metionina y cisteína; y c) Hidrólisis básica para proteína no oxidada para determinar triptófano.
- *Separación, detección y cuantificación de AA.* Después de la hidrólisis, es necesaria la separación de los AA. Para esta etapa se realiza una cromatografía de intercambio iónico (CII) usando bien, una resina de intercambio catiónico con una derivatización post-columna [Con un analizador de AA o una cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)] o una derivatización pre-columna seguida por una cromatografía líquida de fase reversa (CL-fase reversa).

Para ser capaz de detectar pequeñas diferencias de calidad proteica es necesaria una estricta estandarización del procedimiento experimental[35]. Los ensayos biológicos son un grupo de métodos estandarizados que son diseñados en animales en crecimiento. Entre los más comunes están el Cociente de Eficacia Proteica (*Protein Efficiency Ratio*, PER,), la Retención Neta de la Proteína (*Net Protein Retention,* NPR,), Utilización Neta de la Proteína (*Net Protein Utilization*, NPU) y el Valor Biológico (*Biological Valu*e, BV).

PER: Osborne et al. lo desarrollaron en 1919 en ratas, como una medida del valor nutricional de la proteína de la dieta[36]. Este método se basa en la ganancia de peso corporal en gramos del animal de acuerdo con la cantidad proteína consumida. Este ensayo requiere que la proteína en la dieta represente el 10% de los macronutrientes. Las ventajas son que el PER no necesita realizar experimentos de balance de nitrógeno y esto lo hace fácil de realizar. Las desventajas son que la ganancia de peso está en función del alimento consumido, y este puede no ser necesariamente influenciado por la proteína de la dieta[36], y no tiene en cuenta la proteína utilizada para el mantenimiento[35].

$$PER = \frac{\text{Ganancia de peso del animal (g)}}{\text{Proteína consumida por el animal (g)}}$$

NPR: Fue desarrollado por Bender y Doell en 1957 para mejorar el PER, teniendo en cuenta los requerimientos para el mantenimiento del animal; como en el PER la proteína representa el 10% de los macronutrientes de la dieta. Este método incluye un grupo de animales con una dieta sin proteína[35,36].

$$NPR = \frac{\text{[Ganancia de peso del animal experimental (g) + pérdida de peso del grupo sin proteína (g)]}}{\text{Proteína consumida por el animal experimental (g)}}$$

NPU: Bender y Miller desarrollaron este método en 1953 para estimar la retención de nitrógeno en animales[36]. Representa el porcentaje del nitrógeno ingerido que es retenido en el organismo y es determinado midiendo las pérdidas digestivas, metabólicas (urinarias) y misceláneas de nitrógeno. Los valores de NPU son verdaderos o aparentes dependiendo de si se tienen en cuenta o no las pérdidas endógenas de nitrógeno y esto es crítico para determinar de forma precisa la eficiencia de la utilización de la proteína dietética y la calidad de diferentes fuentes de proteína de la dieta[37].

$$NPU = \frac{\text{[N ingerido - (N fecal-N fecal metabólico) - (N en orina – N metabólico en orina)] x100}}{\text{N ingerido}}$$

BV: Thomas Mitchell lo definió en 1909 como la fracción de N absorbido que es retenido en el cuerpo para mantenimiento y crecimiento del animal[36]. Fue modificado por HH Mitchell en 1924[37] e incluso, aunque no tiene en cuenta la digestibilidad, se ha utilizado ampliamente. Este método al igual que el NPU y NPR incluye un grupo de animales con una dieta sin proteína[35,38]. Este método puede subestimar el N metabólico fecal y urinario, ya que una dieta sin proteína no es una dieta normal para el animal y el organismo tiene mecanismos para ahorrar N.

$$VB = \frac{\text{[N ingerido – (N fecal –N fecal metabólico) – (N en orina – N metabólico en orina)] x 100}}{\text{N ingerido – (N fecal –N fecal metabólico)}}$$

En 1989 el comité conjunto de expertos de FAO/WHO sobre evaluación de la calidad de la proteína recomendó el uso del método del índice de AA corregido con la digestibilidad de la proteína (PDCAAS) para evaluar la calidad de la proteína que incluye la digestibilidad[39]. Para calcular el PDCAAS, el índice del AA limitante (es decir, la elación entre el primer AA limitante en un gramo del alimento diana respecto al de una proteína de referencia o un valor de requerimiento) es multiplicado por la digestibilidad de la proteína con la intención de evaluar en qué medida la proteína de la dieta puede cubrir las demandas de AA, y permitir la predicción de la utilización de la proteína dietética. El método de PDCAAS ha sido utilizado durante unos 20 años y ha probado ser de un valor considerable en la práctica. No obstante, se han reconocido y debatido las limitaciones del PDCAAS y se han acumulado nuevos hallazgos en la investigación por lo que se ha considerado oportuno en este momento revisar la adecuación del PDCAAS y su aplicación frente a otros métodos de estimación de la calidad de la proteína de la dieta.

En este contexto se celebró la reunión del Comité de Expertos de la FAO sobre evaluación de la calidad de la proteína en Nutrición Humana en Auckland, Nueva Zelanda, del 31 de marzo al 2 de abril de 2011[40]. Como en informes previos, la tarea primaria de la consulta fue proveer a FAO de herramientas para resolver cuestiones prácticas sobre este tema tales como la adecuación del aporte de alimentos, objetivos para políticas de alimentación y nutrición y normas para ser aplicadas en el etiquetado y regulación de la calidad de la proteína en poblaciones sanas; así como, aportar una perspectiva sobre el papel potencial de la proteína en relación con la salud, bienestar y condiciones clínicas en distintas etapas de la vida.

Los hallazgos clave y las conclusiones más relevantes del informe fueron:

- En la evaluación de la calidad de la proteína de la dieta, los AA dietéticos deberían ser tratados como nutrientes individuales y, siempre que fuera posible, deberían aportarse datos en las tablas de composición de alimentos sobre AA digestibles o biodisponibles en base a AA individuales.
- Se recomienda que se reemplace el PDCAAS por una nueva medida de la calidad proteica el índice de AA digestibles indispensables (*Digestible Indispensable AA Score*, DIAAS). El DIAAS se define como:
- DIAS % = 100* [(mg de un aminoácido dietético digestible indispensable en 1 g de la proteína de la dieta)/(mg del mismo AA dietético indispensable en 1 g de la proteína de referencia)].
- Tanto las aproximaciones de la digestibilidad ileal como fecal del AA pueden estar sujetas a importantes limitaciones, pero se concluye que en equilibrio la proteína ileal refleja la digestibilidad de un AA, es decir, determinada en el íleon terminal, al final del intestino delgado, se considera que refleja mejor las cantidades de AA absorbidos y debería utilizarse para el cálculo del DIAAS. La digestibilidad debería estar basada en la digestibilidad ileal verdadera de

cada aminoácido preferiblemente determinada en humanos, pero si no es posible en cerdos en crecimiento o ratas en crecimiento por este orden.

- Es recomendado que para los alimentos susceptibles de daño por el procesado debe usarse en el cálculo del DIAAS el contenido en lisina "reactiva" más que el "total" y la digestibilidad ileal verdadera de la lisina reactiva (lisina disponible) más que la lisina total.
- Los patrones recomendados de los índices de AA (es decir, el patrón de AA de la proteína de referencia) para ser usados en el cálculo del DIAAS son los siguientes: a) Recién nacidos (desde el nacimiento a los 6 meses), el patrón de la leche materna; b) niños pequeños (de 6 meses a 3 años), patrón para los recién nacidos de 0,5 años; c) niños, adolescentes y adultos patrón para niños de 3 a 10 años que pueden encontrarse en diferentes tablas del informe nº 92 de FAO[45]. Para uso en regulación se recomiendan dos patrones: la composición en aminoácidos de la leche humana para fórmulas infantiles y para los demás alimentos y grupos de población el patrón para niños pequeños (de 6 meses a 3 años).
- En el cálculo del DIAAS el cociente debe calcularse para cada AA dietético indispensable y el valor más bajo designado como DIAAS. El DIAAS puede tener valores por debajo y en algunas circunstancias, por encima del 100%. Los valores por encima del 100% no deberían ser truncados excepto cuando se calcula el DIAAS para ingestas de proteína o AA de dietas mixtas o alimentos de un solo origen.
- Después de la evaluación de los conjuntos de datos de digestibilidad ileal de AA se concluyó que hoy en día los datos disponibles son insuficientes para apoyar su aplicación en la práctica (aunque su uso, en principio, es apoyado) de la digestibilidad ileal verdadera en el cálculo del DIAAS. Se necesitan de forma urgente más datos sobre la digestibilidad ileal verdadera de alimentos humanos, determinados en humanos y modelos animales. Se necesitan más comparaciones interespecies (humano, cerdo, rata) de la digestibilidad ileal verdadera de AA. El informe incluye recomendaciones para futuras investigaciones en el área.

Hidratos de carbono y calidad de la dieta

El Comité de expertos de OMS/FAO[1,41] recomendó que los hidratos de carbono totales en la dieta deberían aportar del 55-75% de la energía total. En una actualización posterior en 2006[42], Los expertos de OMS/FAO recomendaron una revisión del límite inferior sugiriendo un 50% de la energía total. En Europa la Autoridad Europea de Seguridad alimentaria (*European Food Safety Authority*, EFSA)[43], proponen unos valores dietéticos de referencia para hidratos de carbono totales del 45-60% de la energía total y en España la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) recomendó entre 50-60% de la energía total[44].

Los hidratos de carbono de la dieta son un grupo diverso de sustancias con diferentes propiedades químicas, físicas y fisiológicas. Estas propiedades tienen implicaciones en nuestra salud global; contribuyendo, particularmente, a control del peso corporal, diabetes, CVD, cáncer de colon, estreñimiento y resistencia a la infección intestinal, caries y baja densidad de micronutrientes. Sin embargo, la clasificación de los hidratos de carbono es muy compleja y necesita ser discutida. Una aproximación química divide los hidratos de carbono en tres grupos principales, azúcares (monosacáridos, disacáridos y polialcoholes), oligosacáridos (malto-oligosacáridos, etc.) y polisacáridos (almidones y no-almidones). De acuerdo con una aproximación funcional, los hidratos de carbono pueden ser clasificados basados en sus propiedades fisiológicas o nutricionales como almidón resistente, prebióticos, azúcares o fibra dietética. Respecto a la fibra dietética, ahora existe un consenso en su definición que debe limitarse a los polisacáridos que son intrínsecos a la pared de la célula vegetal y no a la digestibilidad en el intestino delgado.

Para juzgar la calidad de la dieta en relación con el contenido en hidratos de carbono es de vital importancia distinguir entre los diferentes tipos, principalmente de acuerdo con el contenido en azúcares (naturales o añadidos) y fibra; el índice y la carga glucémica (*Glycaemic index*, GI; *Glycaemic Load*, GL); cereales refinados frente a integrales; frutas y verduras; e hidratos de carbono líquidos frente a sólidos. La evaluación de la calidad de los hidratos de carbono sería útil para obtener conclusiones significativas acerca de la relación entre hidratos de carbono de la dieta y salud y enfermedad[45].

Las evidencias acerca de la asociación entre hidratos de carbono y salud provienen de estudios epidemiológicos y clínicos. Los hidratos de carbono se encuentran entre los macronutrientes que aportan energía y pueden, en consecuencia contribuir a la ganancia de peso, sobrepeso y obesidad cuando se consumen en exceso a los requerimientos de energía. Por otro lado, una dieta con un alto contenido en fibra se relaciona con una relativamente baja densidad energética, promoción de la saciedad y, en estudios observacionales, con menor grado de ganancia de peso que aquellos con ingestas menores. Existen también pruebas acerca de la relación entre hidratos de carbono dietéticos y CVD, síndrome metabólico y cáncer[46,47]. Los cereales integrales, verduras, legumbres y frutas son las fuentes más apropiadas de hidratos de carbono de la dieta debido a que tienen un alto contenido de fibra dietética y menos contenido en calorías.

Publicaciones científicas recientes han definido un índice de calidad basado en los hidratos de carbono de la dieta[53,54].

Los autores definen el índice de calidad de los hidratos de carbono (*Carbohydrates Quality Index,* CQI) utilizando los siguientes criterios: Ingesta de fibra dietética en g/día, índice glucémico, cociente cereales integrales respecto a cereales totales y ratio hidratos de carbono sólidos: hidratos de carbono líquidos. Cada uno de los criterios es puntuado entre 1 y 5 de acuerdo con la categorización en quintiles. El CQI resulta de la suma de los cuatro valores (oscila entre 4 y 20) clasificados en quintiles.

Utilizando el CQI en la cohorte SUN[48] la incidencia de sobrepeso y obesidad mostró una relación inversa con el

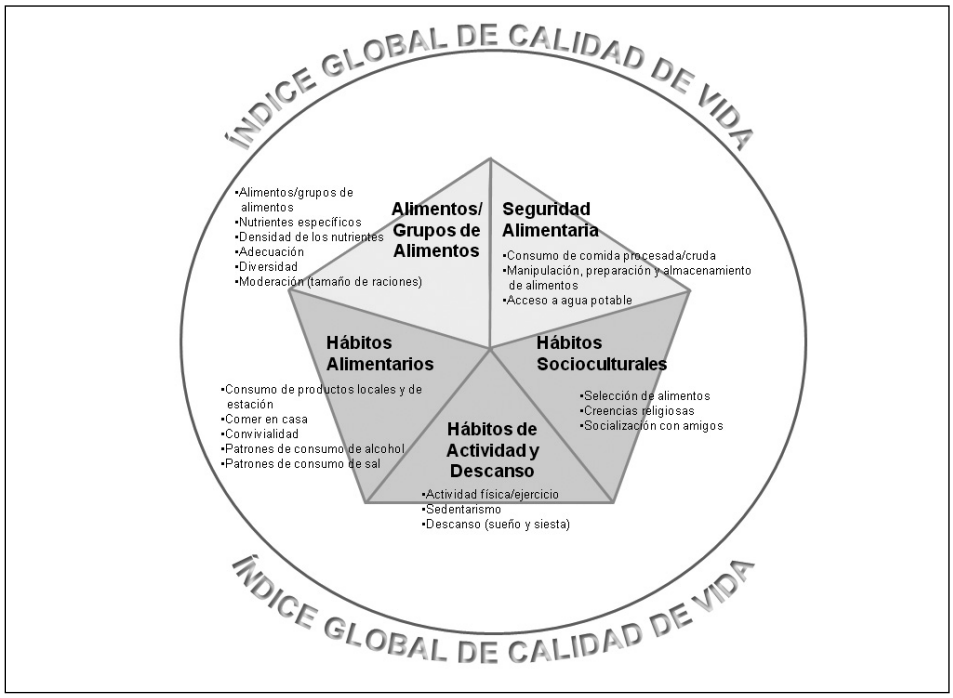


Fig. 2.— Índice global de calidad de la dieta. DQI: índice de calidad de la dieta, diet quality index; DQIr: índice revisado de calidad de la dieta, dietary quality index revised, HDI: indicador de dieta saludable, healthy diet indicator; HEI: índice de alimentación saludable, healthy eating index; AHEI: índice alternativo de alimentación saludable, alternative healthy eating index; MDS: puntuación de dieta mediterránea, Mediterranean diet score; Med-DQI: índice de calidad de dieta mediterránea, Mediterranean dietary quality index; MDSm: puntuación modificada de dieta mediterránea, Mediterranean diet score modified; MEDAS: cribado de adherencia a dieta mediterránea, Mediterranean diet adherence screener; MEDLIFE: índice de estilo de vida mediterráneo, Mediterranean lifestyle index and HI: índice de estilos de vida saludable, healthy lifestyle index.

CQI. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la calidad y no solo de la cantidad o el porcentaje de la energía total de los hidratos de carbono de la dieta en el mantenimiento del peso corporal. En otro estudio en la misma cohorte, Zazpe et al. (2014)observaron que existía una estrecha correlación entre el CQI y la ingesta de 19 micronutrientes con relevancia en salud pública. La mejor adecuación en la ingesta de micronutrientes se observó en individuos con mayor CQI[49].

Otros nutrientes

Actualmente, muchos países desarrollados y ricos consumen cantidades excesivas de sodio y cantidades insuficientes de potasio. Las consecuencias para la salud de este excesivo consumo de sodio e insuficiente de potasio son importantes e incluyen valores elevados de presión arterial y sus consecuencias (enfermedad cardiaca e ictus). En 2005, el DGAC de USDA (2010) recomendó una ingesta diaria de sodio menor de 2.300 mg para la población adulta en general y estableció que los individuos hipertensos, diversas poblaciones específicas, por ejemplo adultos de mediana edad y adultos mayores se beneficiarían de una reducción en su ingesta de sodio de unos 1.500 mg diarios. Por ello, algunos de los DQI han incluido sodio en su puntuación total por ejemplo HEI y DQI.

En algunos de los DQI se han considerado otros minerales como calcio y hierro. Aunque los elementos traza y vitaminas juegan un papel esencial en la salud, ninguno de los DQI actuales ha incluido estos micronutrientes en su composición. Sin embargo, se asume que el consumo variado de grupos de alimentos daría lugar a una ingesta aceptable de estos componentes esenciales.

Conclusiones y tendencias futuras

Los DQI son herramientas importantes para evaluar la calidad de la dieta para poblaciones específicas no solo en términos de ingesta de nutrientes sino también en términos de diversidad y moderación en alimentación. La pirámide FINUT de estilos de vida saludables ha sido recientemente diseñada como una nueva estrategia para promover una nutrición adecuada y estilos de vida activos saludables de una forma sostenible. Así, basado en la pirámide FINUT, debería considerarse un HLI global más allá de grupos de alimentos y nutrientes, objetivos seleccionados de higiene y seguridad alimentaria como por ejemplo la tasa de consumo de alimentos procesados, manejo, preparación y almacenamiento de alimentos y acceso al agua de bebida, hábitos alimentarios determinados, incluyendo patrones de consumo de alcohol y sal, compra de alimentos locales y estacionales, cocinar en casa y convivialidad, actividad física, hábitos sedentarios y de reposo (descanso) y deberían incluirse algunos determinados hábitos socioculturales particularmente aquellos relacionados con la selección de los alimentos, creencias religiosas y socialización con amigos. La figura 2 representa los ítems incluidos en este HLI global.

Conflictos de interés

Los autores declaran que no tiene conflictos de interés relacionados con el contenido de esta publicación.

Agradecimientos

Agradecemos el apoyo del Instituto de Salud Carlos III del Ministerio de Ciencia e Innovación. Red SAMID RETIC no. RD08/0072.

Referencias

1. World Health Organization. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series no. 916, WHO, Geneva, 2013.
2. Lucini D, Zanuso S, Blair S, Pagani M. A simple healthy lifestyle index as a proxy of wellness: a proof of concept. *Acta Diabetol* 2014. [Epub ahead of print].
3. USDA. USDA report of the Dietary Guidelines Advisory Committee on the Dietary Guidelines for Americans 2010 [cited 2015 Jan 5]. Available from: http://www.cnpp.usda.gov/DGAs2010-DGACReport.htm.
4. Gil A, Ruiz-Lopez MD, Fernandez-Gonzalez M et al. The FINUT healthy lifestyles guide: Beyond the food pyramid. *Adv Nutr* 2014; 5: 358S-67S.
5. Bach-Faig A, Berry EM, Lairon D et al. Mediterranean Diet Foundation Expert Group. Mediterranean diet pyramid today: science and cultural updates. *Public Health Nutr* 2011; 14: 2274–84.
6. Wengreen H, Munger RG, Cutler A et al. Prospective study of Dietary Approaches to Stop Hypertension- and Mediterranean-style dietary patterns and age-related cognitive change: the Cache County Study on Memory, Health and Aging. *Am J Clin Nutr* 2013; 98: 1263-71.
7. Fransen HP, Ocké MC. Indices of diet quality. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008; 11: 559-65.
8. Kant AK. Indexes of overall diet quality: a review. *J Am Diet Assoc* 1996; 96: 785-91.
9. Kant AK. Dietary patterns and health outcomes. *J Am Diet Assoc* 2004; 104: 615-35.
10. Waijers PM1, Feskens EJ, Ocké MC. A critical review of predefined diet quality scores. *Br J Nutr* 2007; 97: 219-31.
11. Arvaniti F, Panagiotakos DB. Healthy indexes in public health practice and research: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2008; 48: 317–27.
12. Alkerwi A. Diet quality concept. *Nutrition* 2014; 30: 613-8.
13. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S et al. The Healthy Eating Index: design and applications. *J Am Diet Assoc* 1995; 95: 1103-8.
14. Patterson RE, Haines PS, Popkin BM. Diet quality index: capturing a multidimensional behavior. *J Am Diet Assoc* 1994; 94: 57–64.
15. Huijbregts P, Feskens E, Rasanen L et al. Dietary pattern and 20 year mortality in elderly men in Finland, Italy, and The Netherlands: longitudinal cohort study. *BMJ* 1997; 315: 13–7.
16. Trichopoulou A, Kouris-Blazos A, Wahlqvist ML et al. Diet and overall survival in elderly people. *BMJ* 1995; 311: 1457-60.
17. Kennedy E. Dietary diversity, diet quality, and body weight regulation. *Nutr Rev* 2004; 62: S78-81.
18. McCullough ML, Feskanich D, Stampfer MJ et al. Diet quality and major chronic disease risk in men and women: moving toward improved dietary guidance. *Am J Clin Nutr* 2002; 76: 1261-71.
19. Fung TT, McCullough ML, Newby PK et al. Diet quality scores and plasma concentrations of markers of inflammation and endothelial dysfunction. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 163–73.
20. Haines PS, Siega-Riz AM, Popkin BM. The Diet Quality Index revised: a measurement instrument for populations. *J Am Diet Assoc* 1999; 99: 697-704.
21. Gerber M. Qualitative methods to evaluate Mediterranean diet in adults. *Public Health Nutr* 2006; 9: 147-51.
22. Trichopoulou A, Costacou T, Bamia C et al. Adherence to a Mediterranean Diet and Survival in a Greek Population. *N Eng J Med* 2003; 348: 2599-608.
23. Schröder H, Fitó M, Estruch R et al. A short screener is valid for assessing Mediterranean diet adherence among older Spanish men and women. *J Nutr* 2011; 141: 1140–5.
24. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *N Engl J Med* 2013; 368: 1279-90.
25. Sotos-Prieto M, Moreno-Franco B, Ordovás JM et al. Design and development of an instrument to measure overall lifestyle habits for epidemiological research: the Mediterranean Lifestyle (MEDLIFE) index. *Public Health Nutr* 2014; 15: 1-9.
26. Drewnowski A, Fulgoni VL. Nutrient density: principles and evaluation tools. *Am J Clin Nutr* 2014; 99 (Suppl. 5): 1223S-8S.
27. Fulgoni VL, Keast DR, Drewnowski A. Development and Validation of the Nutrient-Rich Foods Index: A Tool to Measure Nutritional Quality of Foods. *J Nutr* 2009; 139: 1549–54.
28. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Fat and fatty acids in human nutrition. Report of an Expert Consultation. Food and Nutrition Paper nº.91, Rome, 2010.
29. Fehily AM, Pickering JE, Yarnell JW et al. Dietary indices of atherogenicity and thrombogenicity and ischaemic heart disease risk: the Caerphilly Prospective Study. *Br J Nutr* 1994; 71: 249-57.
30. Ulbricht LV, Southgate DAT. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 1991; 338: 985-92.
31. Boye J, Wijesinha-Bettoni R, Burlingame B. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. *Br J Nutr* 2012; 108 (Suppl. 2): S183-211.
32. Institute of Medicine (IOM). Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids (Macronutrients). National Academy Press. 589-611, Washington, 2005.
33. FAO/WHO-UNU. Energy and Protein Requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, WHO Technical Report Series no.724, Geneva: WHO, 1985.
34. Otter DE. Standardised methods for amino acid analysis of food. *Br J Nutr* 2012; 108 (Suppl. 2): S230-37.
35. AOAC Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International 17th edition. Section 45.3.04 (AOAC Official Method 960.48, Protein Efficiency Ratio), section 45.3.05 (AOAC Official Method 982.30, protein Efficiency Ratio, Calculation Method) section 45.3.06 (AOAC Official Method 991.29; True Protein Digestibility of Foods and Food Ingredients, Rat Bioassay), section 45.4.04 (AOAC Official Method 988.15, Tryptophan in Foods and Food and Feed Ingredients), section 45.4.05 (AOAC Official Method 985.28, Sulfur Amino Acids in Food and Feed Ingredients, Ion-Exchange Chromatographic method: Extension to Processed Foods). Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists International, 2000.
36. Wu, G. Amino acids: biochemistry and nutrition. Taylor & Francis Group. Pp. 452-454, Boca Raton, Fl, 2013.
37. Tome D. Criteria and markers for protein quality assessment - a review. *Br J Nutr* 2012; 108 (Suppl. 2): S222-9.
38. Bender, David A. Amino Acid Metabolism. Third edition. John Wiley and Sons Ltd. pp.417, Hoboken, NJ, 2012.
39. FAO/WHO Protein Quality Evaluation: Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, FAO Food and Nutrition Paper 51. Rome: FAO, 1991.
40. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an Expert Consultation Series nº 92. FAO, Rome, 2013.
41. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Carbohydrates in Human Nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. (FAO Food and Nutrition Paper – 66). Rome, 1988.
42. Mann J, Cummings JH, Englyst HN et al. FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61 (Suppl. 1): S132-7.
43. European Food and Safety Authority (EFSA). Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA); Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 2010; 8: 1462 [77 pp.].
44. SENC. Objetivos nutricionales para la población española. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria 2011. *Rev Esp Nutr Com* 2011; 17: 178-9.
45. Roberts CK, Liu S. Carbohydrate intake and obesity: an association that needs "refining". *J Am Diet Assoc* 2009; 109: 1163-4.
46. Schulze MB, Hu FB. Dietary Approaches to Prevent the Metabolic Syndrome. *Diabetes Care* 2004; 27: 613–4.
47. Gaesser, GA. Carbohydrate quantity and quality in relation to body mass index. *J Am Diet Assoc* 2007; 107: 1768–80.
48. Santiago S, Zazpe I, Bes-Rastrollo M et al. Carbohydrate quality, weight change and incident obesity in a Mediterranean cohort: the SUN Project. *Eur J Clin Nutr* 2014; doi: 10.1038/ejcn.2014.187
49. Zazpe I, Sánchez-Taínta A, Santiago S et al. Association between dietary carbohydrate intake quality and micronutrient intake adequacy in a Mediterranean cohort: the SUN (Seguimiento Universidad de Navarra) Project. *Br J Nutr* 2014; 111: 2000-9.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):144-153
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5061

Inmunonutrición: metodología y aplicaciones

Belén Zapatera, Andreu Prados, Sonia Gómez-Martínez, Ascensión Marcos

Grupo de Investigación en Inmunonutrición. Departamento de Metabolismo y Nutrición. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Madrid. España.

Resumen

La Inmunonutrición es una materia emergente e interdisciplinar, ya que abarca distintos aspectos relacionados con la Nutrición, la Inmunidad, la Infección, la Inflamación y la Injuria o daño tisular, lo que se ha denominado como la Nutrición y las 4 "Is". En estas interacciones se encuentran implicados los sistemas endocrino, nervioso e inmune, formando parte la microbiota de este último. Actualmente la microbiota intestinal tiene un papel fundamental no solo a nivel del tracto gastrointestinal sino que presenta además un eje de conexión bilateral con el sistema nervioso.

Para el estudio de la Inmunonutrición existen diferentes biomarcadores del sistema inmune que proporcionan información acerca del estado nutricional del individuo. Sin embargo, se debe tener en cuenta que no existe un solo parámetro para evaluar la relación causa-efecto de la nutrición sobre el sistema inmunitario, sino que es un conjunto de biomarcadores a tener en cuenta dependiendo de las distintas situaciones nutricionales.

Si bien está claro que se trata de una materia multidisciplinar, no solo se deben focalizar los estudios sobre las interacciones entre la nutrición y el sistema inmune de manera aislada, sino sobre otros sistemas del organismo teniendo en cuenta un gran abanico de factores de confusión y determinantes derivados de las condiciones idiosincrásicas de cada individuo, su genética y su estilo de vida.

Por todo ello, la Inmunonutrición permite llevar a cabo una serie de estudios basados fundamentalmente en cuatro líneas de investigación: 1) Evaluación de poblaciones supuestamente sanas pero con riesgo de malnutrición (niños, adolescentes, adultos, gestantes, lactantes, personas mayores y deportistas), 2) Estudio de la evolución de pacientes con enfermedades relacionadas con la nutrición y el sistema inmunitario, 3) Estudio de los efectos de nutrientes, compuestos bioactivos y alimentos convencionales y funcionales sobre el sistema inmunitario; 4) Estudio del impacto del estilo de vida sobre el comportamiento del sistema inmunitario, teniendo como determinantes principales la dieta, el comportamiento alimentario, la actividad física, el sedentarismo, la calidad y cantidad de sueño, y como factor clave, el estrés.

Palabras clave: *Inmunonutrición. Biomarcadores. Microbiota. Estilo de vida. Malnutrición.*

Correspondencia: Ascensión Marcos.
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN).
Consejo Superior de Investighaciones Científicas (CSIC).
C/ José Antonio Novais, 10.
28040 Madrid. España.
E-mail: amarcos@ictan.csic.es

IMMUNONUTRITION: METHODOLOGY AND APPLICATIONS

Abstract

Immunonutrition is an emergent and interdisciplinary subject, since it comprises several aspects related to Nutrition, Immunity, Infection, Inflammation, and Injury or tissue damage, what is known as Nutrition and 4 "Is". Within these interactions the endocrine, nervous and immune systems are involved, microbiota being a part of the last one. Nowadays, gut microbiota has been shown to play an essential role, not only in the gastrointestinal tract but also into the nervous system, because of its bilateral connection.

There are several methods to study Immunonutrition, which allow measuring different immunological biomarkers to provide information about the nutritional status. However, it should be taken into account that there is not a single gold standard parameter to evaluate the cause-effect relationship between nutrition and the immune system. On the contrary, a combination of biomarkers have to be assessed depending on the different nutritional situations.

Since Immunonutrition is a multidisciplinary matter as mentioned above, the study on the interactions between nutrition and the immune system has not been exclusively focused as such, but bearing in mind other systems of the organisms as well as a wide range of confounding factors and determinants coming from idiosyncratic features, genes and lifestyle of each individual.

Therefore, Immunonutrition allows to study the following research fields: 1) Evaluation of nutritional status in presumably healthy people with risk of malnutrition (children, adolescents, adults, pregnant women, elderly, and sportspeople); 2) Assessment of the evolution and progress of patients with nutrition and immune-related diseases, such as food allergies, eating and metabolic disorders; 3) Evaluation of the effects of nutrients, bioactive compounds and both conventional and functional foods on the immune system; 4) Evaluation of impact of lifestyle determinants on the immune system, such as diet, food behaviour, physical activity, sedentariness, sleep quality and quantity, and as a key factor, stress.

Key words: *Immunonutrition. Biomarkers. Microbiota. Lifestyle. Malnutrition.*

Abreviaturas

ICTAN: Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición.
CSIC: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
ECVs: enfermedades cardiovasculares.
Células NK: células *natural killer.*
Th: linfocitos T colaboradores.
OMS: Organización Mundial de la Salud.
MPC: malnutrición proteico-calórica.
Fe: hierro.
Zn: zinc.
Cu: cobre.
DHST: test de hipersensibilidad cutánea retardada.
Ig: inmunoglobulina.
LPS: lipopolisacárido.
AFINOS: Actividad Física como Agente Preventivo del Desarrollo de Sobrepeso, Obesidad, Alergias, Infecciones y Factores de Riesgo Cardiovascular en Adolescentes.
PCR: proteína C-reactiva.
C3: factor del complemento 3.
C4: factor del complemento 4.
AVENA: Alimentación y valoración del estado nutricional de los adolescentes españoles.
IL: interleuquina.
TNF-α: factor de necrosis tumoral.
HELENA: Estilo de vida saludable en Europa mediante la nutrición en adolescentes.
PBMCs: células mononucleares de sangre periférica.
ADN: ácido desoxirribonucleico.
MALT: tejido linfoide asociado a mucosas.
GALT: tejido linfoide asociado al intestino.
BALT: tejido linfoide asociado a los bronquios.
NALT: tejido linfoide asociado a la nasofaringe.
VALT: tejido linfoide asociado a la vagina.
LDALT: tejido linfoide asociado al drenaje lacrimal.
EVASYON: Desarrollo, aplicación y evaluación de la eficacia de un programa terapéutico para adolescentes con sobrepeso y obesidad: estudio nutricional.
IMC: índice de masa corporal.
TL: telómeros.

Nutrición e inmunidad

El sistema inmune

El sistema inmune es una compleja red de defensa que protege al organismo frente a agentes potencialmente dañinos y posee la capacidad de responder ante millones de sustancias extrañas denominadas antígenos. A través de una secuencia de reacciones (respuesta inmune), el sistema inmune es capaz de reconocer y eliminar agentes patógenos[1]. De esta manera es capaz de distinguir lo "ajeno" de lo "propio", incluyendo entre sus funciones asegurar la tolerancia de lo "propio", de los alimentos, de determinados componentes medioambientales además de las diferentes bacterias comensales que están presentes en el organismo. Sin embargo, cualquier error o alteración en estas vías de tolerancia, puede dar lugar a trastornos inmunológicos. A pesar de que hay multitud de factores implicados en la etiología de las enfermedades, la mayoría de ellos están directamente relacionados con el sistema inmune, siendo en su mayor parte procesos infecciosos, inflamatorios o autoinmunes[1]. En los últimos años, los estudios científicos han confirmado cómo una respuesta inflamatoria inapropiada juega un papel decisivo en la instauración, evolución y gravedad de muchas enfermedades crónicas, como son el Alzheimer, enfermedades cardiovasculares (ECVs), obesidad, cáncer o enfermedades autoinmunes (diferentes tipos de alergias, psoriasis, lupus eritematoso sistémico, enfermedad de Crohn, enfermedad celíaca, esclerosis múltiple, o artritis reumatoide)[1,2].

Esencialmente el sistema inmune se compone de tres niveles de defensa: barreras anatómicas y fisiológicas, inmunidad innata o inespecífica e inmunidad adaptativa o específica (también denominada adquirida)[1,3,4]. El primer nivel de defensa son las barreras físico-químicas, que incluyen la piel, el aclaramiento mucociliar en las vías respiratorias, las mucosas, la lisozima de las lágrimas y saliva, el ácido clorhídrico del estómago y la microbiota comensal cutánea, oral, de los tractos gastrointestinal y genitourinario[4]. Una vez que los agentes infecciosos y otros compuestos nocivos han cruzado esta primera línea de defensa, el sistema inmune inicia mecanismos activos de defensa, que se podrían dividir en dos tipos: la respuesta inmune innata y la respuesta inmune adaptativa. Ambas respuestas inmunes incluyen varios factores o componentes solubles y células que se desarrollan a nivel sanguíneo, así como determinados microorganismos, como se detalla en la tabla I.

La respuesta inmune es primordial para prevenir la invasión de agentes infecciosos, siendo el primer mecanismo de defensa y cuya función es eliminar rápidamente los patógenos en el caso de que al final consigan entrar[3,4]. El sistema inmune innato está compuesto por: células (granulocitos -neutrófilos, basófilos y eosinófilos-, monocitos/macrófagos, linfocitos y células *natural killer* —NK—), componentes solubles[1,3,4] y microorganismos (tabla I). La inmunidad innata no posee memoria y, por lo tanto, no depende de la exposición previa del organismo a un agente patógeno[4]. Esta respuesta se activa cuando una sustancia extraña invade el organismo, y su objetivo será eliminarla por los mecanismos de fagocitosis y citotoxicidad[1]. A pesar de que la respuesta innata es un buen sistema de defensa, a veces no es suficiente para proteger el organismo, y por lo tanto, se debe poner en marcha la respuesta inmune adaptativa. Dicha respuesta es más compleja y sofisticada, teniendo como característica clave ser específicamente efectiva para aquellos antígenos que provocan la respuesta[4]. De hecho, la respuesta adaptativa se convierte en efectiva varios días después de la activación inicial y persiste durante cierto tiempo después de que el antígeno haya sido eliminado[4]. Esta persistencia crea lo que llamamos "memoria inmunológica", la cual es la pieza clave para que cuando haya otra exposición al mismo

Tabla I
Componentes del sistema inmune innato y adaptativo

	Inmunidad innata	*Inmunidad adaptativa*
Componentes celulares	• Granulocitos: neutrófilos, basófilos y eosinófilos • Monocitos/macrófagos • Mastocitos • *Natural killer*	• Linfocitos B • Linfocitos T: Linfocitos T colaboradores (T_h1, T_h2), Linfocitos T citotóxicos/supresores
Componentes solubles	• Factores del complemento • Proteínas de fase aguda • Citoquinas secretadas por los macrófagos	• Anticuerpos • Citoquinas secretadas por los linfocitos
Microorganismos	Microbiota intestinal	

antígeno, la respuesta inmunológica sea más efectiva y rápida[4].

La respuesta adaptativa está mediada principalmente por linfocitos y se clasifica en dos tipos: humoral y celular (fig. 1). En general, la respuesta humoral se lleva a cabo por los linfocitos B, mientras que la respuesta celular está a cargo de los linfocitos T[3,4]. Mientras que la inmunidad humoral se ocupa de los patógenos extracelulares, la inmunidad celular se encarga de los intracelulares (virus y algunas bacterias) que escapan al ataque por parte de la inmunidad humoral[4]. Ambas respuestas se encuentran relacionadas, y juntas consiguen que la respuesta inmune sea específica y muy efectiva. Los linfocitos T colaboradores (Th) tienen la capacidad de secretar citoquinas, las cuales actúan sobre las demás células del sistema inmunitario, participando en el inicio y desarrollo de la respuesta inmune. Las células Th1 promueven la respuesta inmune celular, mientras que las células Th2 estimulan la respuesta humoral[1,3]. Tanto el sistema inmune innato como el adaptativo se comunican por contacto directo célula a célula, en el que están involucradas las proteínas de superficie celular (por ejemplo, las moléculas de adhesión); además esta comunicación se realiza mediante la producción de mensajeros químicos como son las citoquinas[3]. Por otro lado, la microbiota intestinal, no sólo tiene el papel de barrera física, sino que también interactúa de manera activa con el sistema inmune innato y adaptativo. Por lo tanto, la microbiota actúa como parte del sistema inmune, por lo que es conveniente tenerla en cuenta al igual que el resto de componentes[5] para evaluar el estado nutricional (tabla I y fig. 1).

Interés de la inmunonutrición

Relaciones entre nutrición e inmunidad

La nutrición juega un papel importante en el correcto desarrollo del sistema inmune, además de colaborar en su buen funcionamiento a lo largo de la vida. El estudio

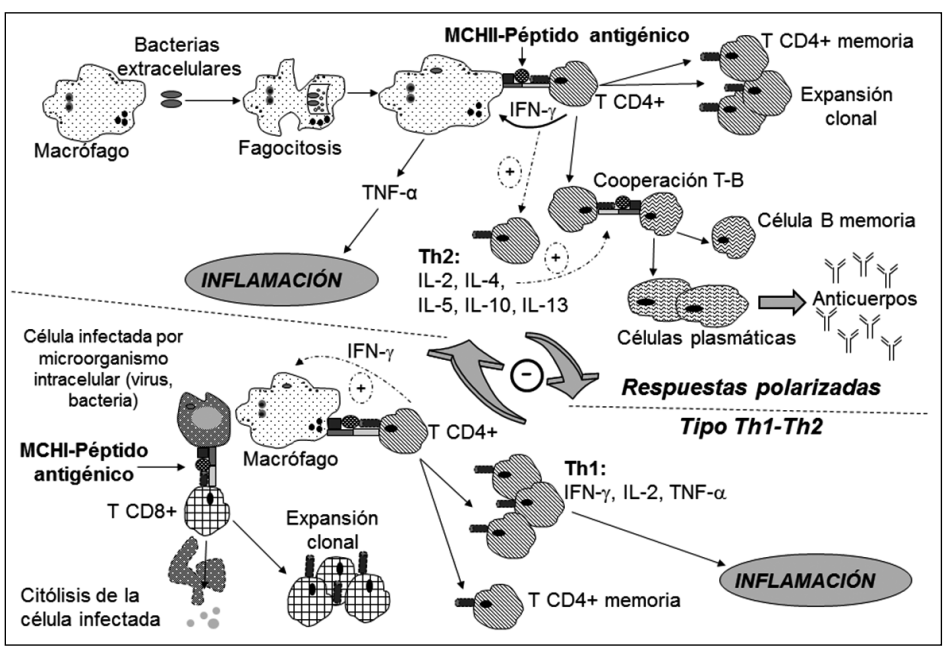


Fig. 1.—Vista esquemática de la respuesta adaptativa inmune. Adaptada de: Marcos A, Nova E, Perdigón G, de Moreno A. Nutrición e Inmunidad. En: Nutrición y Salud Pública. Métodos, Bases Científicas y Aplicaciones. 2ª ed. Serra Ll, Aranceta J, Mataix J, eds. Barcelona: Masson; 2006, pp. 482-90.

de la relación entre ambos (nutrición-función inmune) es relativamente reciente. La Inmunonutrición se define como la ciencia que estudia las interacciones existentes entre la nutrición con el sistema Inmune, la Infección, la Inflamación y la Injuria o daño tisular. Por ello, también se la conoce como el estudio de la Nutrición y las 4 "Ies". La malnutrición es una condición en la que la dieta de una persona no cubre las necesidades adecuadas de nutrientes, ya sea por exceso (sobrenutrición) o por defecto (desnutrición). Tradicionalmente, el estudio de la interacción entre Nutrición e Infección *("primera I")* ha incluido el papel de la infección para definir el estado nutricional, y la nutrición como responsable para determinar los mecanismos de defensa del huésped[6]. La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su monográfico de 1968 sobre "Interacciones entre Nutrición e Infección" presentó los mecanismos de defensa que relacionaban la infección con un estado nutricional deficitario. En el desarrollo de la inmunología como ciencia, se ha puesto de manifiesto cómo la desnutrición puede afectar la resistencia a infecciones y a la respuesta inmune[7].

De hecho, los nutrientes tienen un papel fundamental tanto en el desarrollo como en el funcionamiento del sistema inmune, y la deficiencia (ya sea de uno o varios nutrientes) puede comprometer el estado de inmunocompetencia. El conocimiento de que la malnutrición proteicocalórica (MPC) no es sólo un déficit de proteínas y energía, sino que además conlleva una depleción en el aporte de micronutrientes específicos a las células, sirvió para destacar la importancia tanto de los micronutrientes [vitamina A, hierro (Fe), zinc (Zn) y cobre (Cu)] como de sus respectivas proteínas transportadoras, como componentes específicos y no específicos de la respuesta inmune[6]. Estos hallazgos llevaron a la necesidad de confirmar la Inmunidad *("segunda I")* como nexo de unión entre la Nutrición y la infección[6]. Posteriormente, el descubrimiento del papel inmunomodulador de varios nutrientes, como el tocoferol, retinol, zinc y ácidos grasos esenciales, abrió un nuevo campo de estudio sobre la influencia potencial de la nutrición en los procesos inflamatorios[6]. El papel beneficioso para la salud resultante de un adecuado equilibrio en la ingesta de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 ayudó a incluir la Inflamación como la *"tercera I"*[6]. Finalmente, el hecho de considerar que los nutrientes también podían modular el daño tisular mediado por hipoxia o toxinas, llevó a incluir la linjuria como la *"cuarta I"*[6].

Controversias y limitaciones

Como se desprende de lo dicho anteriormente, el estudio de los parámetros inmunológicos permite evaluar el estado nutricional.. El uso de estos parámetros en estudios epidemiológicos no es habitual, ya que está limitado por la necesidad de expertos inmunólogos, laboratorios y técnicas especializadas, así como por los altos costes de dichas pruebas[8]. Además, es importante tener en cuenta que no existe un único biomarcador capaz de predecir un estado de malnutrición y, por consiguiente, es necesario estudiar distintos biomarcadores y su relación con el estado nutricional[9]. En este contexto, las técnicas utilizadas deben estar estandarizadas y basarse en protocolos de laboratorio actualizados. También es necesario calibrar los instrumentos utilizados.

En la evaluación de los biomarcadores de estado nutricional existen diferentes estudios que no se pueden llevar a cabo en sujetos vivos, debido a la utilización de técnicas agresivas. No obstante, la evaluación de la función inmune *in vivo* se puede determinar a través de modelos animales o incluso utilizando análisis como las vacunas o tests de hipersensibilidad cutánea retardada (DHST, del inglés *delayed hypersensitivity skin test*)[9].

El estudio del sistema inmunitario se afecta por una gran variedad de factores intra-personales y técnicos, que se deben tener en cuenta para reducir la variabilidad de los resultados (tabla II). Además, los polimorfismos

Tabla II
Factores de confusión intra-personales y factores técnicos que deben tenerse en cuenta en el estudio de la función inmunitaria en humanos

Factores intra-personales	*Factores técnicos*
• Edad	• Selección de la población de estudio y controles apropiados
• Sexo (hormonas, ciclo menstrual)	• Hora de toma de muestras (ritmos circadianos)
• Índice Masa Corporal (IMC)	• Temporalidad estacional
• Historia dietética (incluyendo ingesta sólida y líquida así como todo tipo de complementos alimenticios)	• Tiempo de ayuno
• Comportamiento alimentario	• Uso de períodos de lavado
• Actividad física/ejercicio	• Duración de los periodos de intervención
• Tabaquismo	• Selección apropiada de los biomarcadores inmunológicos
• Estado de hidratación	• Correcta interpretación de resultados por expertos en inmunonutrición
• Genética	
• Enfermedades crónicas e infecciosas	
• Estrés psicológico	
• Calidad/Cantidad de sueño	
• Consumo de alcohol, drogas y medicación	
• Historial de infecciones y vacunas	

Tabla modificada a partir de Albers y cols., 2005[9].

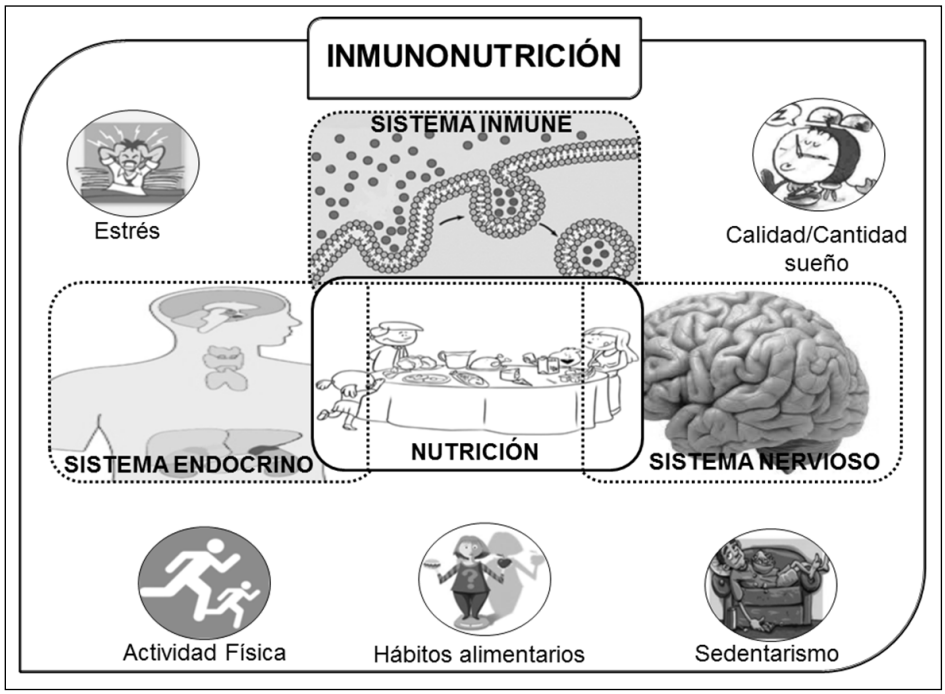


Fig. 2.—Sistemas biológicos y factores de confusión a tener en cuenta en el estudio de la inmunonutrición.

genéticos, los sucesos que ocurren en edades tempranas, el estado hormonal y la microbiota intestinal pueden ser factores condicionantes que expliquen dicha variabilidad. También las limitaciones éticas pueden restringir el uso de marcadores específicos en determinadas poblaciones[9] (tabla II).

Cuando se usan parámetros inmunológicos para valorar el estado nutricional en estudios con humanos es importante tener en cuenta diferentes aspectos. En primer lugar, el número de sujetos del estudio debe ser suficiente para tener una potencia estadística fuerte y poder extrapolar los resultados a la población general[6]. En los estudios de nutrición en humanos existen distintos factores de confusión que son objeto de estudio, tales como: estrés, actividad física/ejercicio, sueño (calidad y cantidad) y comportamiento alimentario[9] (fig. 2). Además, los estudios en humanos habitualmente están limitados por la capacidad de obtener el tipo de muestra necesaria (sangre y algunas secreciones externas como la saliva, las lágrimas y la orina). Por otro lado, hay que tener en cuenta que los intervalos de normalidad y los datos de referencia para el número y la función de células inmunocompetentes en poblaciones específicas (niños, adolescentes, gestantes, personas mayores, deportistas, etc.) no están del todo bien definidos[3].

Por otra parte, los estudios deberían permitir identificar cambios en la prevalencia de las posibles comorbilidades secundarias. Para ello el diseño de este tipo de estudios debería ser aleatorizado, doble ciego, transversal o en paralelo con unos criterios de inclusión y exclusión adecuados[6]. El objetivo final del estudio debería considerar no solo una adecuada nutrición, sino un impacto en el estado de salud global, en la reducción de comorbilidades y del riesgo de mortalidad así como en los determinantes socioeconómicos de la calidad de vida.

Estado actual y perspectivas

La evaluación de parámetros inmunológicos permite identificar un estado de malnutrición subclínica, por lo que adquiere un gran interés a la hora de valorar el estado nutricional. Cuando se analizan los parámetros inmunológicos, no hay que olvidar las interacciones complejas y recíprocas entre el sistema inmunitario, el sistema endocrino y el sistema nervioso central, como se ha explicado antes[10].

Tejidos y órganos

La malnutrición puede dar lugar a una disminución de la proliferación celular,de la síntesis proteica y deficiencia de nutrientes implicados en las vías metabólicas. Estas alteraciones pueden modificar la respuesta inmunitaria afectando a los tejidos linfoides y al número y función de las células inmunitarias[11]. Específicamente, la MPC produce una atrofia generalizada de los tejidos linfoides. En estas situaciones, el timo, el bazo, las amígdalas, las placas de Peyer y los ganglios linfáticos se encuentran gravemente afectados, de hecho se ha observado con pruebas histológicas una atrofia específica en áreas de linfocitos T que afecta principalmente la respuesta inmunitaria adaptativa[12].

Factores circulantes

Moléculas

- *Anticuerpos o inmunoglobulinas (Ig).* Los anticuerpos o inmunoglobulinas son proteínas que se encuentran

en diferentes fluidos del organismo incluyendo la sangre y secreciones como la saliva, las lágrimas y la leche materna. Están producidas por las células plasmáticas y su función principal es la de reconocer los antígenos o sustancias extrañas y neutralizarlos. Existen cinco tipos principales de inmunoglobulinas (IgG, IgA, IgM, IgD e IgE) y cada una de ellas tiene diferentes isotipos (IgG1, IgG4...). Su determinación se puede llevar a cabo a través de distintos inmunoensayos (ELISA, ELISPOT y análisis estándar por nefelometría). La concentración de estos anticuerpos en sangre permite analizar el estado basal de cualquier persona. No obstante, el estudio de las concentraciones de Ig después de una estimulación (a través de cultivos *ex vivo* inducidos por un mitógeno como el lipopolisacárido (LPS) o *in vivo* con un antígeno específico) permite obtener más información sobre la capacidad de respuesta de los linfocitos B. En el estudio AFINOS, se ha observado una asociación entre los niveles bajos de IgE y el cumplimiento de las recomendaciones de sueño.[13].

• *Proteínas de fase aguda: proteína C-reactiva (PCR), factores del complemento 3 (C3) y 4 (C4) y ceruloplasmina.* La proteína C-reactiva (PCR) está implicada en la respuesta inmunitaria innata y es un marcador muy sensible de inflamación. Sus niveles aumentan rápidamente en respuesta a una amplia variedad de estímulos y, por consiguiente, los niveles altos de PCR no tienen especificidad que permita diferenciar una enfermedad de otra, pero, a pesar de ello, la PCR se considera como uno de los predictores de riesgo cardiovascular más fiables. De hecho, la PCR se encuentra normalmente aumentada en sujetos con sobrepeso u obesidad, debido a que se ha detectado una inflamación crónica, resultado que se observa,tanto en niños como en adultos[14].

En relación a los factores del complemento 3 (C3) y 4 (C4) y la ceruloplasmina, son proteínas también de fase aguda que se comportan como potentes predictores de riesgo cardiovascular en adultos. Los factores del complemento C3 y C4 son parte del sistema inmunitario innato, estimulan la fagocitosis de los agentes extraños o antígenos y activan algunos procesos inflamatorios en el organismo. Por otra parte, la ceruloplasmina es otra proteína producida por el hígado durante la respuesta de fase aguda. Se trata de una proteína plasmática que actúa como transportador de cobre. No obstante, sus niveles altos se asocian con aterosclerosis. Los factores del complemento C3 y C4, la PCR de alta sensibilidad y la ceruloplasmina se pueden medir en suero mediante inmunoturbidimetría[14].

En una muestra representativa de adolescentes españoles de 13-18,5 años del estudio AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes españoles), los niveles de PCR y de factores del complemento C3 y C4 se correlacionaron con el sobrepeso y la obesidad. Particularmente, se encontró que la obesidad central estaba independientemente asociada con las concentraciones de C3[14].

• *Concentraciones de citoquinas o de receptores solubles de citoquinas.* Las citoquinas se pueden afectar por estados de malnutrición, tanto por defecto como por exceso. Se pueden clasificar como pro-inflamatorias [interleuquinas (IL)-1β, IL-6, TNF-α] y anti-inflamatorias (IL-2, IL-4, IL-10). Se ha observado que un exceso de grasa corporal no tiene un efecto sobre la capacidad de producción *in vitro* de IL-6 y TNF-α por los leucocitos en una muestra representativa de adolescentes españoles del estudio AVENA[14]. Contrariamente, en los pacientes con anorexia nerviosa, la producción de TNF-α e IL-6 es más baja mientras que la secreción de IL-1β se encuentra más alta en comparación a un grupo control cuando estos niveles se analizan al ingreso hospitalario y un mes después. Estos resultados sugieren que la función inmunitaria en pacientes con anorexia podría estar preservada a pesar de su grave condición de malnutrición[15]. Por otro lado, en el estudio HELENA hemos encontrado que el cociente citoquinas pro-inflamatorias (TNF-α + IL-1)/citoquinas anti-inflamatorias (IL-4 + IL-10) presenta unos niveles más bajos en el grupo de adolescentes europeos que dormía entre 8 y 9 horas cada noche[16], lo que implica la importancia de este factor en relación con la función del sistema inmune

Para el estudio de la producción de citoquinas por linfocitos y monocitos se requiere que estas células sean estimuladas con un mitógeno como la fitohemaglutinina o el lipopolisacárido bacteriano, aunque, la producción espontánea se pueda medir también en las células mononucleares de sangre periférica (PBMCs, del inglés *peripheral blood mononuclear cells*) sin estimular. Dichas concentraciones de citoquinas se pueden determinar por ELISA o citometría de flujo.

Actualmente, es muy útil la determinación de los receptores solubles de citoquinas en muestras biológicas a través de inmunoensayos.

Células inmunocompetentes

• *Recuento y funcionalidad de neutrófilos y monocitos.* Los neutrófilos y los monocitos son los dos tipos principales de células fagocíticas y su recuento nos ayuda a entender cómo responde el sistema inmunitario ante una infección. Con el objetivo de completar el estudio de estas células, además de conocer sus recuentos también es importante evaluar su funcionalidad. Únicamente en los casos extremos, por ejemplo en situaciones de desnutrición grave, los recuentos de leucocitos por ellos mismos son fisiológicamente relevantes. Es importante por lo tanto estar familiarizados con el significado de sus valores normales de referencia.

• *Recuento de linfocitos totales.* El número total de linfocitos es una prueba de uso habitual que permite valorar el estado nutricional y suele estar por encima de 2.000 células/mm^3. En la desnutrición disminuye el número de linfocitos T, probablemente debido a una disminución de

la maduración de las células precursoras. Se considera que un recuento total de linfocitos entre 1200 y 2.000 células/mm^3 es demostrativo de desnutrición leve; entre 800 y 1.200 células/mm^3, desnutrición moderada; y por debajo de 800 células/mm^3, desnutrición grave[17].

- *Recuento de subpoblaciones de linfocitos.* El análisis fenotípico mediante citometría de flujo permite diferenciar las diferentes subpoblaciones de linfocitos. Además, da información sobre la redistribución de las células inmunocompetentes causada por diversos factores como el ayuno y la realimentación[13]. El estudio de las subpoblaciones de linfocitos incluye: células T maduras ($CD3^+$), células T colaboradoras o *helper* ($CD4^+$), células T citotóxicas o supresoras ($CD8^+$), células NK ($CD3^-$ $CD16^+$ 56^+), células B ($CD19^+$), células *naive* y memoria ($CD45RA^+$ y $CD45RO^+$, respectivamente). Este análisis también permite distinguir las subpoblaciones activas mediante el uso de diferentes marcadores como $CD69^+$, que es un reflejo de la funcionalidad del sistema inmunitario. El cociente $CD4^+/CD8^+$ es un índice del estado nutricional que cuando está disminuido refleja estados de inmunodeficiencia secundaria a situaciones de malnutrición[18,19]. Factores de confusión como la duración del sueño influyen en estos recuentos, de hecho se observa una asociación negativa entre las horas de sueño y los recuentes de $CD4^+$ y $CD4^+CD45RO^+$ en adolescentes europeos[16].

Funcionalidad del sistema inmunitario

Medidas *in vivo*

- *Vacunas.* Las respuestas a las vacunas se usan ampliamente en los estudios de inmunonutrición en humanos y permiten obtener información muy útil a la hora de estudiar sus efectos sobre la respuesta inmunitaria. No obstante, pueden estar influidas por una variedad de factores, además de los ambientales, tales como el estrés fisiológico, la nutrición, las enfermedades infecciosas y los determinantes de estilo de vida (por ejemplo, el tabaquismo)[20].

- *Test de hipersensibilidad cutánea retardada (DHST).* El test de hipersensibilidad cutánea retardada se basa en la reacción que ocurre en respuesta a la inyección intradérmica de un conjunto de antígenos comunes (como por ejemplo, la tuberculina). Los mecanismos inmunológicos e histológicos que caracterizan esta forma de respuesta inmunológica se basan en la movilización de los macrófagos y otras células fagocíticas, ampliando la respuesta linfocítica. Sus resultados son un reflejo de una respuesta inmunitaria celular coordinada e integrada ante un determinado estímulo. Un inconveniente de la utilización de este test, es que no se puede volver a repetir en la misma área cutánea y que una vacunación reciente puede interferir con el resultado obtenido[3].

Medidas *ex vivo*

Las medidas *ex vivo* permiten determinar las respuestas funcionales a diferentes tipos de células inmunitarias[3].

- *Fagocitosis por neutrófilos y monocitos.* Los sustratos para la fagocitosis se pueden estudiar en estado opsonizado (por ejemplo, cuando el antígeno está recubierto del complemento o por anticuerpos) o no opsonizado. Algunas técnicas (por ejemplo, la citometría de flujo) permiten la identificación del número de células que participan en el proceso de fagocitosis y la actividad fagocítica de cada célula[3]. Las medidas de fagocitosis pueden acoplarse a medidas del estallido oxidativo.

- *Estallido oxidativo respiratorio (generación de superóxido) por neutrófilos y monocitos.* Este análisis permite conocer la capacidad oxidativa de las células fagocíticas (neutrófilos y monocitos). Dicha capacidad se puede expresar tanto en porcentaje como en actividad. Para su análisis se miden las especies reactivas de oxígeno como el peróxido de hidrógeno. Esta técnica puede orientar en el estudio de los mecanismos de la inmunidad innata y la respuesta inflamatoria[3].

- *Respuesta quimiotáctica de neutrófilos o monocitos.* La respuesta quimiotáctica consiste en el movimiento de los neutrófilos y monocitos hacia un estímulo particular; los estímulos utilizados incluyen el leucotrieno B4 y los péptidos de las paredes celulares bacterianas[3].

- *Actividad de las células natural killer.* Las células NK ejercen su actividad citolítica de forma directa o bien a través de la secreción de citoquinas/quimioquinas sin necesidad de reconocer previamente el antígeno, a diferencia de los linfocitos B y T. Las células NK actúan frente a las células infectadas por virus y las células tumorales[21].

  La actividad de las células NK es una de las funciones más sensibles que se afecta por la alimentación. Este hecho se puede deber a que las células NK son altamente dependientes de las citoquinas. Su actividad citolítica se puede expresar de diversas formas, como el porcentaje de células diana muertas o bien el "ratio de lisis", que es un cociente entre las células NK y las células diana[3].

- *Proliferación de linfocitos.* La proliferación de los linfocitos representa un aumento en el número de linfocitos en respuesta a un estímulo. Habitualmente se mide como la incorporación de timidina marcada radioactivamente dentro del ácido desoxirribonucleico (ADN) de los linfocitos en división, aunque también están disponibles otras pruebas que no implican el uso de radioactividad[3].

Medidas de respuestas inmunes de mucosas

El tejido linfoide asociado a las mucosas (MALT, del inglés *mucosa-associated lymphoid tissue*) se encuentra

a lo largo de los revestimientos mucosos del cuerpo humano y constituye el componente más extenso del tejido linfoide humano. Estas superficies mucosas protegen al organismo frente a una enorme cantidad y variedad de antígenos. El MALT incluye el tejido linfoide asociado al intestino (GALT, del inglés *gut-associated lymphoid tissue*), el tejido linfoide asociado a los bronquios (BALT, del inglés *bronchial-associated lymphoid tissue*), el tejido linfoide asociado a la nasofaringe (NALT, del inglés *nasopharynx-associated lymphoid tissue*), el tejido linfoide asociado a la vagina (VALT, del inglés *vulvovaginal-associated lymphoid tissue*) y el tejido linfoide asociado al drenaje lacrimal (LDALT, del inglés *lacrimal drainage-associated lymphoid tissue*)[22]. La arquitectura básica del MALT incluye áreas discretas en las que los linfocitos B se localizan próximos a las áreas en las que predominan los linfocitos T. Los tejidos linfoides del MALT tienen la capacidad de concentrarse y responder a los antígenos locales. La concentración de la inmunoglobulina A (IgA) total e IgA secretora específica de antígenos se utiliza como una medida útil de las respuestas inmunes de mucosas[3].

El GALT representa hasta un 80% del sistema inmunológico de la mucosa y se distribuye a lo largo del intestino en dos formas: como GALT organizado, que incluye las placas de Peyer, folículos linfáticos aislados y los ganglios linfáticos mesentéricos; y como GALT difuso, que consiste en los linfocitos dispersos en el epitelio y la lámina propia. Ambos compartimientos son parte de un sistema de control con funciones específicas; el GALT organizado es el sitio inductor de la respuesta inmunitaria, mientras que el GALT difuso es el sitio efector. El GALT está implicado tanto en la respuesta inmunitaria innata como en la adquirida. Otro componente del sistema inmunitario de las mucosas consiste en las células T reguladoras inducibles, que mantienen una tolerancia inmunológica periférica a los antígenos derivados de la dieta o de la microbiota comensal. Los biomarcadores del sistema inmune sistémico se pueden encontrar en la lámina propia y se pueden estudiar por los mismos métodos que se han explicado anteriormente[23].

Microbiota

Una microbiota intestinal saludable es vista como un atributo positivo de salud, mientras que la disbiosis (desequilibrio de la microbiota intestinal) se asocia a diferentes alteraciones de salud. El conocimiento actual de la microbiota intestinal provee información esencial para poder intervenir de forma eficiente sobre el estado de salud y sobre enfermedades tales como la obesidad, el síndrome metabólico, las intolerancias alimentarias, la enfermedad inflamatoria intestinal y el síndrome del intestino irritable. Además, el sistema nervioso central también está implicado a través de las vías de señalización y comunicación entre el cerebro y el intestino[24] (fig. 3).

En estudios en humanos, la microbiota intestinal puede actuar como un biomarcador a la hora de evaluar las intervenciones dietéticas y de estilo de vida. En el programa de intervención EVASYON (Desarrollo, implantación y evaluación de la eficacia de un programa terapéutico para adolescentes con sobrepeso/obesidad) que incluye estudio de dieta, actividad física y psicología en adolescentes con sobrepeso/obesidad de 13-16 años, se observó que tras la intervención se podían distinguir dos grupos: grupo con baja pérdida de peso (< 2 kg) y grupo con elevada pérdida de peso (> 4 kg). Se sugiere que la

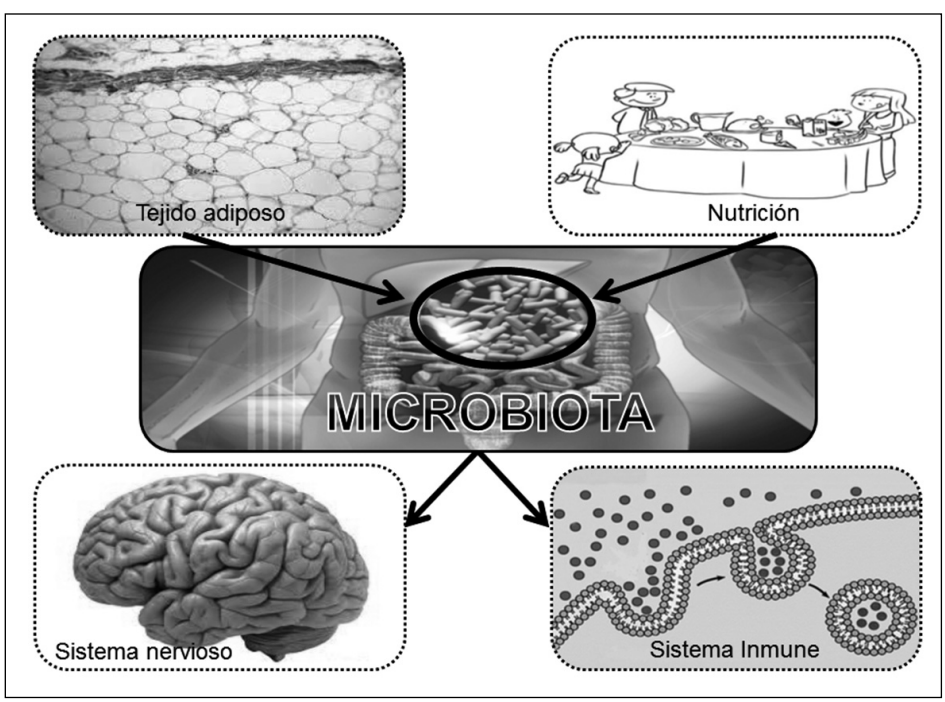


Fig. 3.—Interacción de la microbiota en el estudio de la inmunonutrición.

intervención tuvo un mayor éxito en el grupo que perdió más de 4 kg, posiblemente debido a una composición diferente de la microbiota intestinal entre los dos grupos. Por consiguiente, la composición de la microbiota intestinal de cada persona tiene un papel más importante que lo esperado en las estrategias para perder peso[25]. Por otro lado, los patrones de colonización microbiana en la infancia son diferentes en función del índice de masa corporal (IMC) materno. Esta evidencia sugiere que la microbiota puede actuar como un marcador a la hora de predecir el posible riesgo de obesidad[26].

Además, la interacción de la microbiota intestinal con las células inmunitarias en el entorno de las mucosas tiene un papel principal en un número de procesos que son directamente dependientes del MALT, tales como la inducción de la tolerancia oral, la modulación de la liberación de citoquinas y quimioquinas y, en general, la regulación de las respuestas inmunitarias en la mucosa intestinal, todos ellos procesos importantes en la patogénesis de la enfermedad inflamatoria intestinal[27].

Genética

La genómica nutricional tiene un gran potencial a la hora de cambiar el futuro de las guías alimentarias y las recomendaciones dietéticas. Esta disciplina cubre la nutrigenómica, que explora el efecto de los nutrientes sobre el genoma, proteoma y metaboloma, y la nutrigenética, que estudia el efecto de las variaciones genéticas en la interacción entre la dieta y la enfermedad[28].

La epigenética hace referencia al estudio de los cambios en los patrones heredables de la expresión de los genes que ocurren sin ningún cambio en la secuencia del ADN. En los últimos años, los marcadores epigenéticos se han posicionado como una nueva herramienta para entender la influencia del estilo de vida sobre los fenotipos de obesidad. De hecho, en el estudio EVASYON observamos que los cambios en la metilación pueden ayudar a entender mejor la respuesta de pérdida de peso en adolescentes obesos[29]. Por otro lado, los telómeros (TL) se consideran biomarcadores del envejecimiento biológico. Unos telómeros cortos se han asociado a un aumento de la adiposidad en adultos. En el estudio EVASYON se encontró que una intervención integral de pérdida de peso se acompañó de un aumento significativo de la longitud de los telómeros en adolescentes con sobrepeso/obesidad. Además, se sugiere que una mayor longitud inicial de los telómeros podría ser un predictor de una mejor respuesta de pérdida de peso[30].

Se han identificado numerosas variantes de genes que están asociadas con un mayor o menor riesgo de diferentes ECVs y de fenotipos intermediarios (por ejemplo: hipercolesterolemia, hipertensión, diabetes). No obstante, a pesar de la estrecha relación entre el envejecimiento y las ECVs, los estudios que analizan los genes relacionados con la longevidad humana no han obtenido resultados consistentes. El gen APOE representa una excepción, debido a que se ha identificado su papel relevante en las ECVs y la longevidad[30].

Aplicaciones de la inmunonutrición

La inmunonutrición es una materia emergente que permite llevar a cabo una serie de estudios basados fundamentalmente en cuatro líneas de investigación:

- Evaluación a través de biomarcadores inmunológicos del estado nutricional de poblaciones supuestamente sanas pero con riesgo de malnutrición (niños, adolescentes, adultos, gestantes, personas mayores y deportistas).
  Se pueden estudiar los diferentes biomarcadores inmunológicos y de estrés en muestras de suero y plasma de sujetos en los distintos periodos etarios con el objetivo de detectar el riesgo de estados potenciales de malnutrición, tanto por defecto como por exceso. El desarrollo del sistema inmunitario empieza en el ambiente uterino y continúa durante la lactancia, viéndose afectado por el estilo de vida y la nutrición de la madre. Posteriormente, la infancia y la adolescencia son periodos críticos durante los cuales los hábitos saludables deben ser instaurados, teniendo un impacto posterior sobre la salud en la edad adulta. Finalmente, la inmunosenescencia está relacionada con déficits subclínicos de nutrientes que pueden afectar el sistema inmunitario y las funciones cognitivas de las personas mayores.
- Estudio de la evolución de pacientes con enfermedades relacionadas con la nutrición y el sistema inmunitario, entre las que se encuentran alergias alimentarias y demás atopias, así como trastornos alimentarios, obesidad, síndrome metabólico, diabetes, ECV, distintos tipos de cáncer y patologías de características autoinmunes, como fibromialgia, esclerosis múltiple y enfermedad de Alzheimer, en particular.
- Estudio de los efectos de nutrientes, compuestos bioactivos y alimentos convencionales y funcionales sobre el sistema inmunitario.
- Estudio del impacto de determinantes del estilo de vida, como la actividad física, el ejercicio, el sedentarismo, el comportamiento alimentario, el tiempo y la calidad del sueño y el estrés, sobre la respuesta inmunitaria.

Recomendaciones y consideraciones finales

El uso de los parámetros inmunológicos para evaluar el estado nutricional debería tenerse en cuenta tanto a nivel individual como en epidemiología, especialmente en la clínica**.** La inmunonutrición como materia emergente y transversal es una potente herramienta que permite detectar desequilibrios nutricionales a nivel subclínico, causados por una situación de malnutrición tanto por defecto como por exceso.

Referencias

1. Romeo J, Pérez de Heredia F, Gómez-Martínez S, Díaz LE, Pozo-Rubio T, Marcos A. Food Supplements and Immune Function in Humans. In: Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases. Watson R, Preedy V, eds. San Diego, CA, USA: Academic Press; 2013, pp.145-56.
2. Pérez de Heredia F, Gómez-Martínez S, Marcos A. Obesity, inflammation and the immune system. *Proc Nutr Soc* 2012; 71 (2): 332-8.
3. Calder PC. Immunological parameters: what do they mean? *J Nutr* 2007; 137 (3 suppl. 2): 773S-780S.
4. Delves PJ, Seamus JM, Burton DR, Roitt IM. Essential Immunology. 12th ed. Oxford: Wiley-Blackwell; 2011.
5. Purchiaroni F, Tortora A, Gabrielli M, Bertucci F, Gigante G, Ianiro G et al. The role of intestinal microbiota and the immune system. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2013; 17 (3): 323-33.
6. Uauy R. Academic-industry partnerships in addressing nutrition-[infection-immunity-inflammation] interactions. *Br J Nutr* 2007; 98 (Suppl. 1): S17-23.
7. Scrimshaw NS, Taylor CE & Gordon, J. E. (1968) Interactions of nutrition and infection. *Monogr Ser World Health Organ* 57: 3-329.
8. Wärnberg J, Ruiz JR, Ortega FB, Romeo J, González-Gross M, Moreno LA et al. On behalf on AVENA group. AVENA study. Food and Nutritional Evaluation in Adolescents. Results obtained 2003-2006. *Pediatr Integral* 2006; (Suppl. 1): 50-5.
9. Albers R, Antoine JM, Bourdet-Sicard R, Calder PC, Gleeson M, Lesourd B et al. Markers to measure immunomodulation in human nutrition intervention studies. *Br J Nutr* 2005; 94 (3): 452-81.
10. Marcos A. Eating disorders: a situation of malnutrition with peculiar changes in the immune system. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54 (Suppl. 1): S61-64.
11. Marcos A. The immune system in eating disorders: an overview. *Nutrition* 1997; 13: 853-62.
12. Savino W, Dardenne M. Nutritional imbalances and infections affect the thymus: consequences on T-cell-mediated immune responses. *Proc Nutr Soc* 2010; 69 (4): 636-43.
13. Nova E, Martínez-Gómez D, Gómez-Martínez S, Veses AM, Calle ME, Veiga OL, Marcos A. Influence of health behaviours on the incidence of infection and allergy in adolescents: the AFINOS cross-sectional study. *BMC Public Health* 2014; 14: 19.
14. Wärnberg J. Inflammatory status in adolescents; the impact of health determinants such as overweight and fitness. Thesis for doctoral degree, 2006. Stockholm: Karolinska University Press; 2006.
15. Nova E, Gómez-Martínez S, Morandé G, Marcos A. Cytokine production by blood mononuclear cells from inpatients with anorexia nervosa. *Br J Nutr* 2002; 88 (2): 183-8.
16. Pérez de Heredia F, Garaulet M, Gómez-Martínez S, Díaz LE, Wärnberg J, Androutsos O, Michels N, Breidenassel C, Cuenca-García M, Huybrechts I, Gottrand F, Ferrari M, Santaliestra-Pasías AM, Kafatos A, Molnár D, Sjöstrom M, Widhalm K, Moreno LA, Marcos A; HELENA Study Group. Self-reported sleep duration, white blood cell counts and cytokine profiles in European adolescents: the HELENA study. *Sleep Med* 2014; 15 (10): 1251-8.
17. Codificación de la Desnutrición Hospitalaria. En: Codificación Clínica con la CIE-9-MC. Unidad Técnica de la CIE-9-MC para el Sistema Nacional de Salud. Ministerio de Sanidad y Política Social. Madrid: 2008.
18. Walrand S, Moreau K, Caldefie F, Tridon A, Chassagne J, Portefaix G, CynoberL, Beaufrère B, Vasson MP, Boirie Y. Specific and nonspecific immune responses to fasting and refeeding differ in healthy young adult and elderly persons. *Am J Clin Nutr* 2001; 74 (5): 670-8.
19. Marcos A, Nova E, Montero A. Changes in the immune system are conditioned by nutrition. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57 (Suppl. 1): S66-9.
20. Van Loveren H, Van Amsterdam JG, Vandebriel RJ, Kimman TG, Rümke HC, Steerenberg PS, Vos JG. Vaccine-induced antibody responses as parameters of the influence of endogenous and environmental factors. *Environ Health Perspect* 2001; 109 (8): 757-64.
21. Park KH, Park H, Kim M, Kim Y, Han K, Oh EJ. Evaluation of NK cell function by flowcytometric measurement and impedance based assay using real-time cell electronic sensing system. *Biomed Res Int* 2013: 210726.
22. Brandtzaeg P. Function of mucosa-associated lymphoid tissue in antibody formation. *Immunol Invest* 2010; 39 (4-5): 303-355.
23. Granger N, Kevil CG & Grisham MB (2006) Recruitment of inflammatory and immune cells in the gut: physiology and pathophysiology. In Physiology of the gastrointestinal tract, pp. 1137–1162 [LR Johnson, KE Barrett, JL Merchant, FK Ghishan, HM Said and JD Wood, editors]. Amsterdam: Elsevier Academic Press.
24. Doré J, Simrén M, Buttle L, Guarner F. Hot topics in gut microbiota. *United European Gastroenterol J* 2013; 1 (5): 311-8.
25. Santacruz A, Marcos A, Wärnberg J, Martí A, Martin-Matillas M, Campoy C et al. Interplay between weight loss and gut microbiota composition in overweight adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2009; 17 (10): 1906-15.
26. Sanz Y, Moya-Pérez A. Microbiota, inflammation and obesity. *Adv Exp Med Biol* 2014; 817: 291-317.
27. Nova E, Wärnberg J, Gómez-Martínez S, Díaz LE, Romeo J, Marcos A. Immunomodulatory effects of probiotics in different stages of life. *Br J Nutr* 2007; 98 (Suppl. 1): S90-95.
28. Corella D, Ordovás JM. Aging and cardiovascular diseases: The role of gene-diet interactions. *Ageing Res Rev* 2014; 18C: 53-73.
29. Moleres A, Campión J, Milagro FI, Marcos A, Campoy C, Garagorri JM, Gómez-Martínez S, Martínez JA, Azcona-Sanjulián MC, Martí A; EVASYON Study Group. Differential DNA methylation patterns between high and low responders to a weight loss intervention in overweight or obese adolescents: the EVASYON study. *FASEB J* 2013; 27 (6): 2504-12.
30. García-Calzón S, Moleres A, Marcos A, Campoy C, Moreno LA, Azcona-Sanjulián MC, Martínez-González MA, Martínez JA, Zalba G, Marti A; EVASYON Study Group. Telomere length as a biomarker for adiposity changes after a multidisciplinary intervention in overweight/obese adolescents: the EVASYON study. *PLoS One* 2014; 9 (2): e89828.

ESTIMACIÓN DE LA INGESTA DE ENERGÍA Y NUTRIENTES, BIOMARCADORES Y VALORES DE REFERENCIA

"Reunión de consenso sobre la metodología de las encuestas alimentarias, tipificación de la actividad física y estilos de vida saludables"

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):157-167
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5062

Valores de referencia de ingesta dietética y de antropometría en estudios poblacionales

Victoria Arija[1,2], Carmen Pérez Rodrigo[3], Emilio Martínez de Victoria[4], Rosa M. Ortega[5], Lluis Serra-Majem[6,7,8], Lourdes Ribas[6] y Javier Aranceta[2,9]

[1]Unidad de Nutrición y Salud Pública. Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud. Universidad Rovira i Virgili. Reus. [2]Instituto de Investigación Sanitaria Pere Virgili. Reus. [3]Unidad de Nutrición Comunitaria. Departamento de Salud Pública. Bilbao. [4]Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Departamento de Fisiología. Universidad de Granada. Granada. [5]Departamento de Nutrición. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid. Madrid. [6]Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas de Gran Canaria. [7]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [8]Fundación para la Investigación Nutricional. Barcelona. [9]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. Pamplona. España.

Resumen

En epidemiologia nutricional es fundamental tener valores de referencia nutricionales y antropométricos para comparar los datos de individuos o de colectivos.

En relación a las ingestas nutricionales de referencia, el nuevo concepto de Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) se basa principalmente en la prevención de las enfermedades crónicas actuales más que en cubrir deficiencias nutricionales. Así, las Organizaciones Internacionales más relevantes han incorporado nuevos conceptos en sus tablas de referencia, como el de Ingestas Adecuadas o el Nivel Máximo de Ingesta Tolerable. Actualmente, EURRECA (EURopean micronutrien REComendations Aligned) está creando valores de referencia para el conjunto de Europa, con una metodología transparente, sistemática y científica. Las autoridades de salud, a partir de las IDR, formulan los objetivos nutricionales para un país o territorio, y las Guías Alimentarias para transmitir el consejo alimentario a la población.

La valoración antropométrica sigue siendo uno de los métodos más utilizados para evaluar y vigilar el estado de salud, el estado nutricional y el crecimiento de los niños, tanto en individuos, como las comunidades. Diferentes organismos establecen patrones de referencia antropométrica del IMC y definen los puntos de corte para definir sobrepeso y obesidad. En los niños, se han revisado recientemente las curvas de crecimiento adaptándolas a las características de niños sanos desarrollados en ambientes saludables para obtener estándares antropométricos de referencia que reflejen mejor el crecimiento óptimo de los niños. A estos principios responden los Estándares de Crecimiento de la OMS para niños menores de cinco años de edad, los cuales han sido ampliamente aceptados y utilizados a nivel mundial.

Palabras clave: *Nutrición. Antropometría. Población. Ingestas dietéticas de referencia. Curvas de crecimiento.*

Correspondencia: Victoria Arija.
Unidad de Nutrición y Salud Pública.
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.
Universitat Rovira i Virgili
C/ Sant Llorenç, 21.
43201 Reus. España.
E-mail: victoria.arija@urv.cat

DIETARY INTAKE AND ANTHROPOMETRIC REFERENCE VALUES IN POPULATION STUDIES

Abstract

In nutritional epidemiology it is essential to have reference values for nutrition and anthropometry in order to compare individual and population data.

With respect to reference nutritional intake, the new concept of Dietary Reference Intakes is generated based more on the prevention of chronic diseases than on covering nutritional deficiencies, as would occur in the early Recommendations. As such, the more relevant international organizations incorporated new concepts in their tables, such as the Adequate Intake levels or the Tolerable Upper Intake levels. Currently, the EURRECA recommendations (EUropean micronutrient RECommendations Aligned) are generating reference values for Europe in a transparent, systematic and scientific manner. Using the DRI, health-care authorities formulated nutritional objectives for countries or territories and Dietary Guides to disseminate the dietary advice to the population.

Anthropometric assessment continues to be one of the most-used methods for evaluating and monitoring health status, nutritional state and growth in children, not only individuals but also communities. Different organizations have established anthropometric reference patterns of body mass index (BMI) with cut-off points to define overweight and obesity. In children, growth curves have been revised and adapted to the characteristics of healthy children in order to obtain anthropometric reference standards that better reflect optimum growth in children. The Growth Standards for children below 5 years of age of the WHO are a response to these principles, and are widely accepted and used worldwide.

Key words: *Nutrition. Anthropometry. Population. "Dietary Reference Intakes". "Growth curves".*

Ingestas dietéticas de referencia para individuos y las poblaciones; conceptos y definiciones

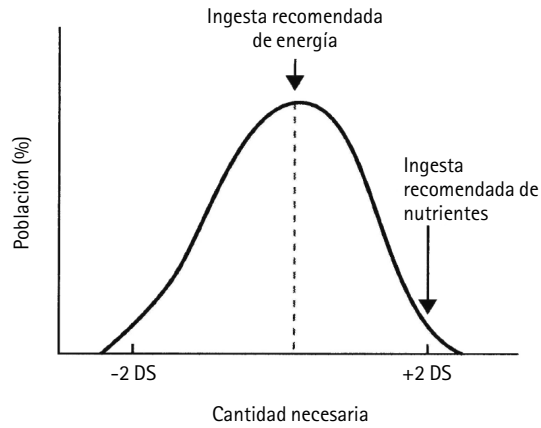
Las primeras tablas de Recomendaciones Nutricionales fueron realizadas en 1938 para las poblaciones de Canadá y Reino Unido, y posteriormente, en 1941, el Instituto de Medicina (IOM) redactó otras recomendaciones esta vez dirigidas solamente a la población de los Estados Unidos. En los años 50, bajo los auspicios de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se realizaron otras a nivel mundial. Todas estas recomendaciones se crearon con el objetivo de evitar carencias nutricionales.

No es hasta 1994 cuando la *Food and Nutrition Board,* con el apoyo del gobierno de los Estados Unidos y Canadá, inició la revisión de las recomendaciones nutricionales anteriores, generando, a partir de los nuevos conocimientos científicos y de la estadística, las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR). La diferencia respecto a las tablas originales fue que a cada nutriente se le dieron varios valores según diferentes circunstancias, además del valor de referencia. En la actualidad, las IDR se centran en la prevención de enfermedades que en su mayoría son crónicas, más graves y más frecuentes que las enfermedades por deficiencia; las cuales fueron las utilizadas en la generación de las ingestas recomendadas originales. Además, en el avance del conocimiento se destacó la conveniencia de incorporar nuevos valores de referencia, como el de ciertos componentes de los alimentos (grasa o fibra, entre otros) que, a pesar de no ser nutrientes esenciales, su consumo también estaba relacionado con el estado de salud. Por otra parte, también se consideró la inclusión de valores de referencia para algunos nutrientes, incluso cuando fuera deficiente la información necesaria del cálculo de la ingesta recomendada, o cuando los extremos de los valores de ingesta de nutrientes pudieran causar efectos adversos para la salud.

Por este motivo, las nuevas tablas de IDRs incluyen los siguientes conceptos[1,2,3,4,5] (fig. 1):

a) *Requerimiento Medio Estimado* (RME): nivel promedio de ingesta diaria de un nutriente que satisface las necesidades nutricionales de la mitad de los individuos en cada etapa de la vida y según el género. Por el contrario, en el caso de la energía, se proporciona el *Requerimiento Medio de Energía Estimado.*

b) *Aporte Dietético Recomendado* (Recommended Dietary Allowance, *RDA*): nivel promedio de ingesta diaria que es suficiente para satisfacer las necesidades de nutrientes de casi todos los individuos sanos (97-98%). Estos aportes se establecen para cada grupo de edad y sexo, o estado fisiológico (por ejemplo, el embarazo y la lactancia). Para los nutrientes con una distribución normal de sus requerimientos, los RDA se calculan a partir de las RME de cada nutriente + 2 desviaciones estándar de su distribución. La desviación estándar se calcula a partir del coeficiente de variación del nutriente en la población (siempre que el nutriente cuente con este valor) (fig. 2).



Las cantidades recomendadas para la mayoría de los nutrientes se encuentran dos desviaciones estándar (DS) por encima del valor medio de las necesidades de nutrientes estimadas en este grupo de población. La cantidad de energía recomendada para un grupo de población es la situada en el nivel medio de las necesidades estimadas para esta población.

Fig. 1.—Ingestas recomendadas de energía y nutrientes.

c) *Intervalo Aceptable de Ingesta o Ingesta Aceptable* (IA): cantidad de ingesta de nutrientes que se recomienda cuando no hay suficientes datos para estimar los RME, principalmente debido a la falta de conocimiento sobre la variabilidad de los requerimientos y, por tanto, a la imposibilidad de calcular su desviación estándar. Estos valores deben ser considerados como un valor provisional, previo al cálculo de las RDA.

d) *Nivel Máximo de Ingesta Tolerable*: cantidad máxima de un nutriente que las personas pueden ingerir diariamente sin ningún riesgo para la salud. Este nuevo valor está tomando interés, dado el uso cada vez más frecuente de los concentrados de nutrientes, alimentos enriquecidos y alimentos funcionales, que puede conducir a una ingesta muy superior a los requerimientos.

e) *Umbral Mínimo de Ingesta*: valor por debajo del cual podría aparecer una deficiencia nutricional en la mayor parte del grupo poblacional. Es la media del requerimiento nutricional menos 2 desviaciones estándar.

f) *Intervalo Aceptable de Distribución de Macronutrientes*: rango de ingesta de una fuente alimentaria concreta, que se asocia con un menor riesgo de enfermedad crónica, ya que proporciona la ingesta de nutrientes necesaria. Si un individuo consume por encima o por debajo de este intervalo, existe un riesgo potencial de incrementar las enfermedades crónicas y/o la ingesta insuficiente.

g) *Ingesta Segura Recomendada*: se establece para evitar posibles signos clínicos de deficiencia y permitir un crecimiento normal. No es adecuada para períodos prolongados de infecciones o de estrés.

h) *Ingesta Protectora de Nutrientes:* se ha introducido en algunos casos para referirse a una cantidad mayor que la ingesta recomendada que puede tener un efecto protector sobre una situación específica de riesgo para la

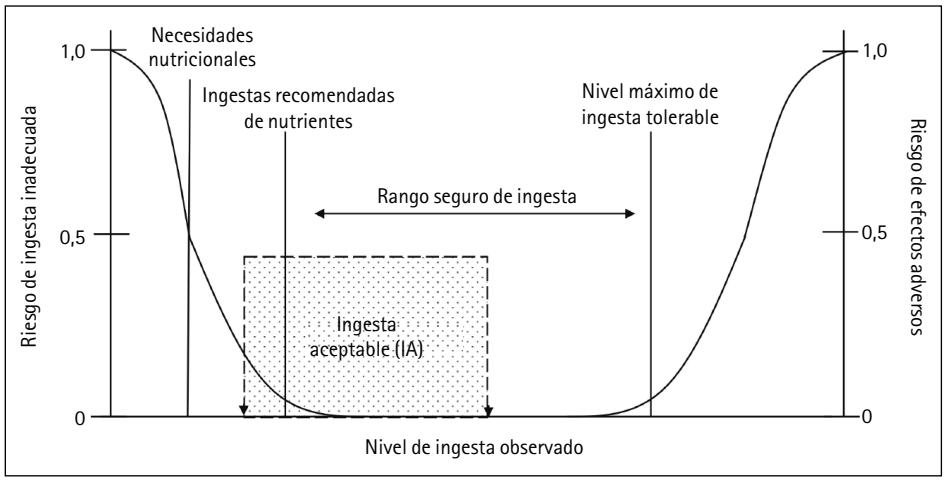


Fig. 2.—Ingestas dietéticas de referencia (IDR).

salud o sobre un riesgo nutricional para la población (por ejemplo, el ácido fólico en la reducción del riesgo de los defectos del tubo neural del feto).

Además, otro término que no debe ser confundido con la IDR es el concepto de *Valores de Referencia del Etiquetado*. Este concepto se utiliza para describir el contenido de nutrientes de un producto alimentario. Se puede expresar en adultos como un porcentaje de la IDR. Esta información permite la comparación de los valores nutricionales de los productos alimentarios.

Las organizaciones internacionales más relevantes incorporan algunos de estos nuevos conceptos en sus tablas. El Food and Nutrition Board del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos incluye los valores de IA, Nivel Máximo de Ingesta Tolerable y el Intervalo Aceptable de Distribución de Macronutrientes en varias publicaciones[3,4,5] (tabla I). El Comité de Expertos de la FAO-OMS incorpora en 2002 los valores de IA, Nivel Máximo de Ingesta Tolerable, Ingesta Segura Recomendada y Ingesta Protectora de Nutrientes[6]. A nivel europeo, el Comité Científico de la Alimentación (*Scientific*

Tabla I.1
Ingestas recomendadas e ingestas adecuadas (*) para la población norteamericana

Categoría	*Edad años*	*Agua L*	*Energía kcal*	*Energía kJ*	*Pr g*	*HC g*	*Fibra g*	*Lípidos g*	*AGLn g*	*AGLnl g*	*Ca mg*	*Fe mg*	*Zn mg*	*Se µg*	*F mg*	*I µg*	*Mg mg*
Lactantes	**0,0-0,5**	0,7*	650	2.720	9,1*	60*	ND	31	4,4*	0,5*	210*	0,27*	2*	15*	0,01*	110*	30*
	0,5-1,0	0,8*	850	3.556	11	95*	ND	30	4,6*	0,5*	260*	11	3	20*	0,5*	130*	75*
Niños/niñas	**1-3**	1,3*	1.300	5.439	13	130	19*	ND	7*	0,7*	700	7	3	20	0,7*	90	80
	4-8	1,7*	1.800	7.531	19	130	25*	ND	10*	0,9*	1.000	10	5	30	1*	90	130
Hombres	**9-13**	2,4*	2.500	10.460	34	130	31*	ND	12*	1,2*	1.300	8	8	40	2*	120	240
	14-18	3,5*	3.000	12.500	52	130	38*	ND	16*	1,6*	1.300	11	11	55	3*	150	410
	19-30	3,7*	2.900	12.133	56	130	38*	ND	17*	1,6*	1.000	8	11	55	4*	150	400
	31-50	3,7*	2.900	12.133	56	130	38*	ND	17*	1,6*	1.000	8	11	55	4*	150	420
	51-70	3,7*	2.300	9.623	56	130	30*	ND	14*	1,6*	1.000	8	11	55	4*	150	42
	> 70	3,7*	2.300	9.623	56	130	30*	ND	14*	1,6*	1.200	8	11	55	4*	150	420
Mujeres	**9-13**	2,1*	2.200	9.200	34	130	26*	ND	10*	1,0*	1.300	8	8	40	2*	120	240
	14-18	2,3*	2.200	9.200	46	130	26*	ND	11*	1,1*	1.300	15	9	55	3*	150	360
	19-30	2,7*	2.200	9.200	46	130	25*	ND	12*	1,1*	1.000	18	8	55	3*	150	310
	31-50	2,7*	2.200	9.200	46	130	25*	ND	12*	1,1*	1.000	18	8	55	3*	150	320
	51-7	2,7*	1.900	7.450	46	130	21*	ND	11*	1,1*	1.200	8	8	55	3*	150	320
	> 70	2,7*	1.900	7.450	46	130	21*	ND	11*	1,1*	1.200	8	8	55	3*	150	320
Embarazo	**14-18**	3,0*	+300	+1.250	71	175	28*	ND	13*	1,4*	1.300	27	12	60	3*	220	400
	19-30	3,0*	+300	+1.250	71	175	28*	ND	13*	1,4*	1.000	27	11	60	3*	220	350
	31-50	3,0*	+300	+1.250	71	175	28*	ND	13*	1,4*	1.000	27	11	60	3*	220	360
Lactancia	**14-18**	3,8*	+500	+2.100	71	210	29*	ND	13*	1,3*	1.300	10	13	70	3*	290	360
	19-30	3,8*	+500	+2.100	71	210	29*	ND	13*	1,3*	1.000	9	12	70	3*	290	310
	31-50	3,8*	+500	+2.100	71	210	29*	ND	13*	1,3*	1.000	9	12	70	3*	290	320

Tabla I.2
Ingestas recomendadas e ingestas adecuadas (*) para la población norteamericana

Categoría	*Edad años*	*Vit. A µg ER*[1]	*Vit. D µg Cole*[2]	*Vit. C mg*	*Vit. E mg ET*[3]	*Vit. K µg*	*Vit. B_1 mg*	*Vit. B_2 mg*	*Niacin mg EN*[4]	*Vit. B_6 mg*	*Folato µg EDF*[5]	*Vit. B_{12} µg*
Lactantes	**0,0-0,5**	400*	10*	40*	4*	2*	0,2*	0,3*	2*	0,1*	65*	0,4*
	0,5-1,0	500*	10*	50*	5*	2,5*	0,3*	0,4*	4*	0,3*	80*	0,5*
Niños/niñas	**1-3**	300	15*	15	6	30*	0,5	0,5	6	0,5	150	0,9
	4-8	400	15*	25	7	55*	0,6	0,6	8	0,6	200	1,2
Hombres	**9-13**	600	15*	45	11	60*	0,9	0,9	12	1,0	300	1,8
	14-18	900	15*	75	15	75*	1,2	1,3	16	1,3	400	2,4
	19-30	900	15*	90	15	120*	1,2	1,3	16	1,3	400	2,4
	31-50	900	15*	90	15	120*	1,2	1,3	16	1,3	400	2,4
	51-70	900	15*	90	15	120*	1,2	1,3	16	1,7	400	2,4
	>70	900	20*	90	15	120*	1,2	1,3	16	1,7	400	2,4
Mujeres	**9-13**	600	15*	45	11	60*	0,9	0,9	12	1,0	300	1,8
	14-18	700	15*	65	15	75*	1,0	1,0	14	1,2	400	2,4
	19-30	700	15*	75	15	90*	1,1	1,1	14	1,3	400	2,4
	31-50	700	15*	75	15	90*	1,1	1,1	14	1,3	400	2,4
	51-70	700	10*	75	15	90*	1,1	1,1	14	1,5	400	2,4
	>70	700	20*	75	15	90*	1,1	1,1	14	1,5	400	2,4
Embarazo	**³18**	750	15*	80	15	75*	1,4	1,4	18	1,9	600	2,6
	19-30	770	15*	85	15	90*	1,4	1,4	18	1,9	600	2,6
	31-50	770	15*	85	15	90*	1,4	1,4	18	1,9	600	2,6
Lactancia	**³18**	1,200	15*	115	19	75*	1,4	1,6	17	2,0	500	2,8
	19-30	1,300	15*	120	19	90*	1,4	1,6	17	2,0	500	2,8
	31-50	1,300	15*	120	19	90*	1,4	1,6	17	2,0	500	2,8

Pr: Proteínas; HC: Hidratos de carbono; AGLn: Ácido graso linoleico; AGLnl: Ácido graso linolénico; ND: No determinado;
(*) El valor indicado corresponde a la ingesta adecuada (AI). Para los niños sanos alimentados con pecho las ingestas adecuadas se refieren a las ingestas medias.
[1] ER = Equivalentes de retinol; [2] Cole: Colecalciferol, en ausencia de la adecuada exposición solar, 1 mg of colecalciferol = 40 UI de Vit. D; [3] ET = Equivalente de tocoferol; [4] EN = Equivalentes de Niacina; [5] EDF = Equivalente dietético de folatos.
Fuentes: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Research Council (FNB/IOM/NRC), Dietary Reference Intakes (DRI): for Thiamine, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic acid, Biotin, and Choline, Washington DC: National Academy Press, 2000, FNB/IOM/NRC, DRI: for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids, Washington DC: National Academy Press, 2000,FNB/IOM/NRC, DRI: A risk assessment model for establishing Upper Intake Levels for Nutrients, Washington DC: National Academy Press, 2000, FNB/IOM/NRC, DRI: for Calcium and Vitamin D, Washington DC National Academy Press, 2001, FNB/IOM/NRC, DRI: for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc, Washington DC: National Academy Press, 2001, FNB/IOM/NRC, DRI: for Energy, Carbohydrate, Fibre, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids, Washington DC: National Academy Press, 2002, FNB/IOM/NRC, DRI: for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulphate, Washington DC: National Academy Press, 2005.

Committee on Food) incluyó en 1993 los valores de la IA y del Umbral Mínimo de Ingesta[7]. Sin embargo, la mayoría de los países han desarrollado sus recomendaciones en base a las características específicas de su población. En Europa hay recomendaciones para los países nórdicos (Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega y Suecia), los países germánicos (Alemania, Austria y Suiza), Reino Unido, Irlanda, Francia, Bélgica, Italia y España[8].

La Comisión Europea reconoció la necesidad de alinear los procedimientos utilizados para obtener recomendaciones europeas sobre micronutrientes en una sociedad globalizada y en 2007 financió la Red de Excelencia EURRECA (EUROpean micronutrient RECommendations Aligned), coordinada por el Instituto Internacional de Ciencias de la Vida de Europa. El objetivo fue crear un proceso estándar para la recopilación y el uso de los valores dietéticos de referencia para los micronutrientes de forma transparente, sistemática y científica. Sus objetivos se centran en las necesidades específicas de los grupos vulnerables, como bebés, niños y adolescentes, adultos, mujeres embarazadas y lactantes, ancianos, personas con bajos ingresos e inmigrantes, y evaluar el impacto sobre la ingesta de diversas situaciones relacionadas, tales como el nivel socioeconómico, el origen étnico, la variabilidad y vulnerabilidad interindividual debido a la genética, los factores ambientales y los fenómenos epigenéticos[9].

Usos, aplicaciones y expresión de la ingesta nutricional poblacional en relación con las IDR

Entre sus muchos usos, las IDR son útiles para la planificación de menús y de dietas, para el desarrollo de nuevos productos alimenticios en la industria alimentaria, para el etiquetado de los productos alimenticios, para el diseño de programas de educación nutricional, o para la estimación de la adecuación nutricional de los individuos.

La adecuación nutricional evalúa la ingesta en relación con las ingestas recomendadas. Es útil tanto colectiva como individualmente. Por ejemplo, a nivel colectivo, se evalúa el porcentaje de sujetos por debajo de las IDR (sólo para aquellos nutrientes que cumplen con ciertas condiciones). Dado que las IDR se presentan como el valor del percentil 97,5, cuando un individuo o grupo de

individuos tienen un consumo por debajo de las cantidades recomendadas, indica riesgo de déficit y no una deficiencia real, ya que el consumo de un nutriente puede ser inferior a las cantidades recomendadas, pero cubrir las necesidades del individuo.

La IA no puede ser utilizada para evaluar la prevalencia de ingesta inadecuada, mientras que el Nivel Máximo de Ingesta Tolerable es útil para evaluar el porcentaje de sujetos dentro de un grupo que están en riesgo de efectos adversos.

Adecuación de la ingesta de nutrientes a nivel individual

Cuando se conoce el requerimiento real de nutrientes de un individuo y su verdadera ingesta, podríamos comparar esos dos valores; por ejemplo, la ingesta sería adecuada cuando fuese igual o superior al requerimiento; y sería insuficiente cuando estuviera por debajo. Como no se conocen con certeza ni las necesidades individuales, ni las ingestas reales, se puede hacer una estimación cualitativa o cuantitativa. La evaluación cualitativa compara la ingesta habitual de la persona con las RDA; si la ingesta es superior o igual a la RDA hay una baja probabilidad de que la ingesta de este nutriente sea insuficiente. Si la ingesta habitual de la persona se encuentra entre la recomendada y el requerimiento medio-RME existe una incertidumbre considerable de si la ingesta es o no adecuada. Y por último, existe una alta probabilidad de que la ingesta de un nutriente sea insuficiente cuando ésta se sitúa por debajo del RME. El enfoque cuantitativo calcula una confianza de la adecuación basado en el número de días que se valore la ingesta, la variación día a día en la ingesta del nutriente estudiado, la variabilidad del requerimiento, y hasta qué punto el valor esté por encima o por debajo del RME. El resultado de este cálculo es una puntuación Z de la que se deriva un valor de probabilidad que refleja el grado de confianza de que la ingesta habitual de la persona sea la adecuada.

Adecuación de la ingesta de nutrientes a nivel de grupo

Para el cálculo de la proporción de la población con ingestas por debajo de los requerimientos se necesitaría conocer la distribución conjunta de las necesidades de nutrientes y la ingesta de nutrientes de cada individuo del grupo. Desafortunadamente, el requerimiento de nutrientes para cada individuo de un grupo no se conoce, y por tanto no se puede calcular la distribución conjunta. En estas circunstancias, se utilizan dos aproximaciones para calcular la prevalencia de ingestas inadecuadas: el enfoque de probabilidad o este mismo método simplificado en caso de que se cumplan ciertas condiciones, como por ejemplo el método de punto de corte. Ambos métodos se recomiendan para su uso sólo en las siguientes condiciones: a) cuando se conozca la media y la varianza de la distribución de los requerimientos; b) la ingesta y los requisitos no estén correlacionados; c) la forma de la distribución de los requerimientos (normal o log-normal) sea conocida o se pueda asumir. Para aplicar ambos métodos, se deben ajustar las distribuciones de la ingesta para eliminar el efecto de la variación día a día.

El enfoque de probabilidad es un método estadístico que combina la distribución de las ingestas y la curva de riesgo de la distribución de los requerimientos. Utilizando el enfoque de la probabilidad, la probabilidad de inadecuación se evalúa para cada individuo y la probabilidad media es la prevalencia de ingesta insuficiente en el grupo. La probabilidad de la inadecuación para cada individuo se define mediante la comparación de la ingesta del individuo con los requerimientos de ese nutriente: si la ingesta está por debajo de ese valor, la ingesta del individuo se define como inadecuada.

El método de punto de corte propuesto por Beaton[10], estima la prevalencia de ingestas inadecuadas como la proporción de la población con ingestas habituales por debajo del promedio de las necesidades (RME), se utiliza cuando:

1. La distribución de los requerimientos es simétrica.
2. La distribución de las ingestas habituales es más variable que la distribución de las necesidades (el coeficiente de varianza de la distribución de los requisitos para la mayoría de los nutrientes se fija en 10%).

Si no se cumplen estas condiciones, entonces se utilizará el método de probabilidad.

Para aquellos nutrientes con un valor de IA como requerimiento, no es posible determinar la prevalencia de la ingesta insuficiente de nutrientes en un grupo. Los únicos supuestos que se pueden hacer es que si la ingesta media de un grupo se encuentra en o por encima de la IA, y la varianza de la ingesta es similar a la varianza de la ingesta de la población utilizada para establecer la IA, entonces la prevalencia de ingesta inadecuada para esa población es probable que sea baja. No se puede concluir nada si la ingesta mediana del grupo está por debajo de la IA.

De las IDR a los objetivos nutricionales

La promoción de hábitos alimentarios adecuados, mediante el seguimiento de modelos dietéticos saludables, constituye uno de los componentes más importantes en cualquier estrategia encaminada a promocionar la salud. Para conseguir mejoras en la ingesta de alimentos de una población, las autoridades sanitarias disponen de dos herramientas de gran valor en términos de Salud Pública: los Objetivos Nutricionales y las Guías Alimentarias[11,12].

Los objetivos nutricionales son recomendaciones nutricionales cuantitativas y cualitativas basadas en la evidencia científica, enmarcadas en la política nutricio-

Tabla II
Objetivos nutricionales propuestos en países desarrollados

	FAO/WHO, 2003, 2008	*EFSA, 2010*	*SENC, 2011**	
			Objetivos intermedios[a]	*Objetivos finales*[b]
Lactancia materna	Promoción de la lactancia materna exclusiva		4 meses (exclusiva)	≥ 6 meses
Fibra dietética	Alta ingesta de fibra dietética		> 12 g/1.000 kcal (> 22 g/día en mujeres y 30 g/día en varones)	>14 g/1.000 kcal (> 25 g/ día en mujeres y 35 g/día en varones)
Sal (g/día)	< 5	< 6	< 7	< 5
Actividad Física[10]	Actividad física regular		PAL > 1,60 (> 30 min/día)	PAL > 1,75 (45-60 min/día)
IMC (kg/m^2)	21-23		21-25	21-23 23-26 (> 65 años)
Grasa total (% de energía)	20-35%	20-35%	≤ 35%	30-35%
AGS (% de la energía)	< 10%	Tan baja como sea posible	≤ 10%	7-8%
AGM (% de la energía)	Por diferencia		20%	20%
AGP (% de la energía)	6-11%		4%	5%
n-6 (% de la energía)	2,5-9%	4% (ácido linoleico)	2% (ácido linoleico)	3% (ácido linoleico)
n-3 (% de la energía)	0,5-2%		1-2%	1-2%
AG Trans (% de la energía)	< 1%	Tan baja como sea posible		< 1%
Colesterol	< 300 mg/day	Sin valor de referencia	< 350 mg/día < 110 mg/1.000 kcal	< 300 mg/día <100 mg/1.000 kcal
Hidratos de carbono totales (% de la energía)	55-75%	50-55%	> 50% Bajo índice glucémico	50-55% Bajo índice glucémico
Dulces	Azúcar añadido < 10% de la energía	Azúcar añadido < 10% de la energía	< 4 por día	< 3 por día < 6% de la energía
Bebidas fermentadas de baja graduación (vino/cerveza) (vasos/día)	Consumo moderado de alcohol		< 2 (tomados con las comidas)	< 2 (tomados con las comidas)

[a]Corresponde al percentil 75th o 25th, dependiendo del consumo observado (favorable o desfavorable) de la población, teniendo en cuenta los estudios realizados en España, o cuando se hace referencia a los micronutrientes, considerando la ingesta respecto a los valores de referencia, Los objetivos intermedios se propusieron para ser evaluados al final del año 2015.

[b]Objetivos nutricionales finales, de acuerdo con las evidencias científicas y basados en los valores de referencia de ingesta aconsejada.

Para ser evaluados al final de, IMC: Índice de masa corporal; PAL: Physical activity levels; AGS: Ácidos grasos saturados; AGM: Ácidos grasos monoinsaturados; AGP: Ácidos grasos poliinsaturados; AG: Ácidos grasos.

Fuentes: FAO-WHO, Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, WHO Technical Report Series No, 916 (TRS 916), World Health Organization: Geneva, 2003, http://www,fao,org/docrep/005/AC911E/AC911E00,htm. FAO-WHO, Fats and Fatty Acids in Human Nutrition, Rome: FAO Food and nutrition paper # 91, Report of an expert consultation, Geneva, November 10–14, 2008, EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA), Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol, The EFSA Journal 2010; 8, 1461.

*Aranceta J, Serra Majem LI, Grupo Colaborativo para la actualización de los Objetivos Nutricionales para la Población Española (2011), Nutritional objectives for the Spanish population, Consensus from the Spanish Society of Community Nutrition. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 17: 178–99.

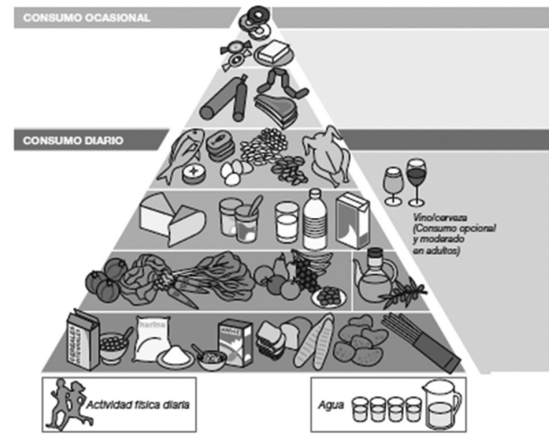
nal del país, dirigidas a toda la población, con el objetivo de conseguir un óptimo estado de salud. En su formulación se debe considerar las características específicas de la población a la que van destinadas y las ingestas medias observadas, teniendo en cuenta el comportamiento alimentario y los problemas nutricionales o de salud más frecuentes[13].

Los objetivos nutricionales para la población española fueron desarrollados en una reunión de consenso convocada por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) que tuvo lugar en Bilbao en el año 2000, con la esponsorización de la OMS. En esta reunión se establecieron objetivos intermedios y finales[11,12] que han sido modificados en consensos posteriores[13] (tabla II). En la tabla II se resumen los Objetivos Nutricionales marcados por diferentes organismos, y que prestan especial atención a aspectos de máximo impacto sanitario; concretamente, la ingesta de grasa ha sido objeto de interés prioritario en la mayor parte de los objetivos nutricionales, por su implicación en el riesgo de padecimiento de

enfermedades cardiovasculares. En la mayor parte de las poblaciones desarrolladas se observa un **perfil calórico** desajustado y se plantea la necesidad de disminuir la ingesta de grasa saturada incrementando la de ácidos grasos poliinsaturados (para los que se observa con mayor frecuencia una ingesta insuficiente). El aporte de ácidos grasos omega-3 es particularmente bajo, y proporciona menos del 1% de la energía en el 85,3% de la población española. Estos resultados ponen de relieve que la calidad de la grasa necesita ser mejorada en nuestra población y que los objetivos nutricionales marcados sirven de orientación y guía en este sentido.

La ingesta de **fibra** en la población española es bastante inferior a la marcada en los objetivos nutricionales. Es evidente que el bajo consumo de vegetales y cereales (especialmente de grano completo) contribuye a estos resultados[12]. Un estudio que cuantificó la ingesta de sodio en una muestra representativa de individuos jóvenes y adultos (18-60 años) de la población española, puso de relieve, por medida de la excreción urinaria de sodio en 24 h, que la ingesta media de sal (9,8 ± 4,6 g/día) excedía la ingesta recomendada de 5 g/día en el 88,2% de los sujetos estudiados. Estos resultados pueden ser utilizados como base para diseñar políticas y estrategias encaminadas a reducir el consumo de sal[14].

El mantenimiento de un **peso saludable** se consigue mediante la elección de una dieta nutricionalmente adecuada, pero equilibrada con el gasto asociado a la actividad física diaria[15]. Casi la mitad de los adultos europeos tienen sobrepeso. Por ejemplo, en muestras representativas de la población española se constató que el 47,4% de los adultos y el 30,8% de los niños presentaban sobrepeso[16]. Para mantener el peso corporal en una población conviene incluir recomendaciones relativas a la actividad física diaria y al rango de normalidad establecido para el IMC en los objetivos nutricionales y en las guías alimentarias. La actividad física moderada debe ser establecida como una elección fácil que forme parte de la vida diaria[15] (tabla II) (fig. 3). También es conveniente establecer programas que promuevan la lactancia materna, no solo entre las mujeres gestantes, sino también entre los pediatras, responsables de la atención en obstetricia y personal laboral de las maternidades[13]. Se considera aceptable un consumo moderado de bebidas con bajo contenido alcohólico (vino, cerveza, sidra), pero este consumo debe limitarse a < 2 vasos/día y debe tomarse junto con las comidas. El consumo para las mujeres debe ser algo inferior al de los varones[13] (tabla II).



Fuente: Aranceta J, Serra-Majem L. Working Party for the Development of Food-Based Dietary Guidelines for the Spanish Population. Dietary guidelines for the Spanish population. Public Health Nutr 2001; 4 (6A): 1403-8.

Fig. 3.—Guía Alimentaria para la población española.

De los objetivos nutricionales a las Guías Alimentarias

Parte de esta política de acción, encaminada a luchar contra las enfermedades no transmisibles y a cumplir con los objetivos nutricionales, debe incluir la transformación de los objetivos marcados para la población en guías alimentarias a nivel nacional[11,14].

Las Guías Alimentarias son indicaciones sobre el consumo alimentario aconsejado a una población para alcanzar los objetivos nutricionales. Son documentos sencillos de promoción de la salud nutricional dirigidos a la población con el fin de promocionar el bienestar nutricional. Deben de ser de fácil cumplimiento, lenguaje adecuado, enfoque positivo, confeccionadas por organismos oficiales o entidades científicas, utilizan un sistema de grupos de alimentos e incorporan consejos sobre estilos de vida saludable[17].

Un estudio realizado por la OMS[15] analizando las diferentes guías alimentarias de los Estados Miembros de la Unión Europea, permitió ilustrar importantes discrepancias entre regiones y entre países en relación con las guías alimentarias utilizadas. La guía, distribuida como guía alimentaria por el Ministerio de Sanidad Español tenía forma de rombo, posteriormente se han utilizado diversas representaciones gráficas (pirámide, rueda, semicírculo, etc...), y en base a documentos de consenso se ha generalizado como guía para orientar sobre alimentación correcta a la población española la pirámide de la SENC [11,13] (fig. 3).

Las Guías Alimentarias deben estar adaptadas a las necesidades específicas de una población para asegurar que las necesidades de nutrientes de esta población puedan ser cubiertas, y para contribuir a reducir el riesgo de padecimiento de enfermedades degenerativas. Por otra parte, deben ser concordantes con las políticas públicas sobre seguridad alimentaria y actividad física, contribuyendo a un ambiente saludable y a la economía alimentaria local[15]. La mayor parte de las Guías Alimentarias incluyen información similar, encaminada a lograr a una alimentación saludable, indicando como conveniente:

- Tomar una dieta variada, que incluya una elevada proporción de alimentos de origen vegetal.
- Comer pan, cereales, pasta, arroz o patatas, varias veces al día.
- La ingesta diaria de vegetales frescos, legumbres y frutas, de producción próxima debe ser al menos de 400 g/día.

- Conviene mantener un IMC saludable mediante la realización de ejercicio moderado, preferentemente de realización diaria.
- Controlar la ingesta de grasa (total y saturada).
- Consumir carne magra, pollo, pescado.
- Utilizar leche y lácteos bajos en grasa.
- Incluir un bajo consumo de azúcar.
- Baja ingesta de sal.
- Si se consume alcohol, la ingesta debe limitarse a un máximo de 1 bebida por día en mujeres y 2 bebidas por día en varones (conteniendo cada bebida un máximo de de alcohol).
- Preparar los alimentos de manera segura e higiénica.
- Promover la lactancia materna exclusiva durante los 6 primeros meses de vida, seguida de la introducción gradual de la alimentación complementaria segura y apropiada. La lactancia materna suplementaria puede ser continuada durante los dos primeros años de vida.

Desarrollar Guías alimentarias a nivel nacional es una parte importante en la generación de políticas nutricionales, y en la difusión de información consistente sobre alimentación y estilo de vida saludable. Las Guías en alimentación deben ayudar a la población y a los profesionales sanitarios a conseguir un mejor estado de salud para la población[15].

Valores de referencia nacionales e internacionales de índices antropométricos

Desde un punto de vista práctico, los índices antropométricos de las poblaciones se comparan a un conjunto de valores de referencia. En estudios poblacionales, los índices antropométricos pueden ser evaluados comparándolos con la distribución de los valores de referencia utilizando los Z-*scores* o los percentiles[18].

Se han definido los estándares de referencia para la "normalidad" del IMC con el fin de clasificar los grados de sobrepeso y obesidad, aunque se cuestionan los puntos de corte universales. Existen algunos estudios recientes que muestran que la relación entre el IMC y el porcentaje de grasa corporal no es dependiente solo de la edad y el sexo, sino que también difiere entre grupos étnicos. De forma semejante, los IMC bajos se han utilizado para clasificar la deficiencia crónica de energía.

Actualmente, en adultos no son necesarios valores de referencia para el IMC y la interpretación debería basarse en puntos de corte pragmáticos de este IMC[19]; si bien hay disponibles valores de referencia internacionales de la OMS y del Centro Nacional para las estadísticas de la Salud[20].

La clasificación de la OMS de sobrepeso y obesidad de acuerdo con el IMC pretenden ser de uso internacional. Ellas reflejan el riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares que están, de forma rápida, llegando a ser las principales causas de muerte de adultos en todas las poblaciones, incluso en aquellos en los que aún existe una malnutrición importante. Los puntos de corte del IMC de la OMS deberían mantenerse como clasificación internacional, aunque para acciones de salud pública se necesitan añadir otros puntos de corte adicionales. Siempre que sea posible, los distintos países deberían utilizar todas las categorías a efectos de notificación con el fin de facilitar las comparaciones internacionales (tabla III). Sin embargo, algunos autores mantienen que los puntos de corte universales para sobrepeso y obesidad no son apropiados debido a las importantes diferencias étnicas en las distribuciónes[21].

La OMS tiene una base de datos global en la que se pueden consultar las distribuciones del IMC en diferentes países (http://apps.who.int/bmi/index.jsp).

La Sociedad Española para el Estudio De la Obesidad (SEEDO) publicó un documento de consenso sobre la evaluación de sobrepeso y obesidad y estableció puntos de corte del IMC para la clasificación de sobrepeso y obesidad en la población española (tabla III).

Siempre que sea posible, en poblaciones con predisposición a obesidad central y el riesgo asociado de desarrollo de síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, deberían utilizarse la circunferencia de la cintura (CC) y la ratio de las circunferencias de cintura y cadera (Cociente cintura-Cadera)[22]. En un consenso de la Federación Internacional de Diabetes se han publicado valores específicos de país y etnia para la circunferencia de la cintura (como medida de obesidad central[23].

En España la SEEDO publicó los puntos de corte para la CC (> 102 cm para hombres y > 88 cm para mujeres) (tabla III). Otras organizaciones internacionales como la OMS también tienen puntos de corte de referencia que coinciden con los valores de la SEEDO. La Federación Internacional de Diabetes tiene puntos de corte diferentes (> 94 para hombres y > de 80 para mujeres)[23]. La Encuesta de Salud Cardiaca Canadiense propone para cada factor de riesgo puntos de corte para CC, IMC y Cociente cintura-cadera[22].

Patrones de referencia de la antropometría durante el crecimiento

La antropometría sigue siendo en la actualidad uno de los métodos más usados para evaluar y vigilar el estado de salud, estado nutricional y el crecimiento infantil, tanto en individuos como en colectividades.

Las medidas antropométricas describen el tamaño corporal, sus proporciones, e incluso su composición. Las medidas directas más utilizadas son peso, crecimiento lineal (estatura o talla), circunferencias corporales (craneal, brazo, cintura, cadera...), pliegues cutáneos (tricipital, bicipital, suprailiaco, subescapular...) o diámetros corporales. Su medición es fácil, económica y aplicable en todo el mundo, no obstante se debe realizar con instrumentos precisos y procedimientos metodológicos aceptados.

A partir de la relación entre varias de estas medidas directas, o entre una de ellas y la edad, se crean índices

Tabla III
Puntos de corte del Índice de Masa Corporal (IMC), comparación de los datos de SEEDO y OMS. Entre paréntesis la nomenclatura de SEEDO

Clasificación	*OMS IMC (kg/m²)*		*SEEDO IMC (kg/m²)*
	Puntos de corte principales	*Puntos de corte adicionales*	*Puntos de corte*
Peso bajo	<18,50	<18,50	< 18,5
Delgadez severa	<16,00	<16,00	–
Delgadez moderada	16,00-16,99	16,00-16,99	–
Delgadez leve	17,00-18,49	17,00-18,49	–
Rango normal (Peso normal)	18,50-24,99	18,50-22,99	18,5-24,9
		23,00-24,99	–
Sobrepeso	≥ 25,00	≥25,00	–
Pre-obeso (sobrepeso Grado I)	25,00-29,99	25,00-27,49	25,0-26,9
Pre-obeso (sobrepeso Grado II)		27,50-29,99	27,0-29,9
Obeso	≥30,00	≥30,00	–
Obeso clase I	30,00-34,99	30,00-32,49	30,0-34,9
		32,50-34,99	
Obeso clase II	35,00-39,99	35,00-37,49	35,0-39,9
		37,50-39,99	
Obeso clase III (obesidad mórbida)	≥ 40,00	≥ 40,00	40,0-49,9
Obeso clase IV (obesidad extrema)	-	-	≥ 50

Adaptado de: WHO, Obesity: preventing and managing the global epidemic, Report of a WHO Consultation, WHO Technical Report Series 894, Geneva: World Health Organization, 2000, WHO expert consultation, Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies, The Lancet, 2004; 157-163, Salas-Salvadó, J, Rubio MA, Barbany M, Moreno B and the Collaborative of SEEDO, SEEDO 2007 Consensus for the evaluation of overweight and obesity and the establishment of therapeutic intervention criteria. *Med Clin (Barc)* 2007; 128 (5):184-196.

antropométricos. Los índices antropométricos más utilizados en pediatría son los relacionados con la edad y los que relacionan el peso con la talla.

Desde el punto de vista nutricional cada índice explica una dimensión corporal distinta y permite caracterizar un tipo de déficit o de exceso.

El "peso para la edad" o la "talla para la edad" reflejan respectivamente la masa corporal o el crecimiento lineal en relación con la edad cronológica. Son índices sensibles para detectar cambios en el seguimiento del niño. Así el "bajo peso para la edad" puede indicar desnutrición global, generalmente aguda; y la "baja talla para la edad" estima el grado de desnutrición crónica o secular.

El índice peso/talla o el IMC informan de la proporcionalidad corporal, siendo importante describirlos por grupos de edad en los niños y adolescentes. Un valor bajo en estos índices permiten valorar la existencia de una pérdida de peso reciente, ya que si fuera crónica se habrían afectado tanto la talla como la edad y no se reflejaría en el índice. Por el contrario, un valor alto es indicativo de sobrepeso.

Las medidas antropométricas además de expresarse en sus unidades (g, cm,...), se pueden expresar en otras medidas que permiten conocer el nivel antropométrico respecto al conjunto de población o a un valor de referencia, como es el caso del porcentaje de adecuación, del percentil, o del valor Z. El porcentaje de adecuación respecto a la mediana de la población de referencia es el cociente entre el valor individual y el valor de referencia, expresado en porcentaje. Los percentiles expresan la distribución normal de frecuencias de una determinada medida en la población. El 94% de esta población está comprendida entre los percentiles 3 y 97, considerados como límites de normalidad. El valor z es la distancia al centro de la distribución normal. Varía de -6 a +6 y representa el número de desviaciones estándar existentes entre el valor hallado y su mediana. De todos ellos el valor z es el más útil porque aporta mayor información y puede ser usado en análisis estadísticos más completos.

Estándares, normas o patrones de referencia del crecimiento infantil

A partir del conocimiento de la dinámica de las diferentes variables antropométricas se construyen los estándares, normas o patrones de referencia del crecimiento infantil, expresados en gráficas y tablas por grupos de edad y sexo.

Organismos e instituciones nacionales o internacionales han publicado estándares de referencia de la antropometría basados en muestras de población a veces locales y otras veces internacionales. Una de las referencias más utilizadas a nivel mundial fueron los percentiles para diferentes medidas antropométricas (peso, talla, perímetro cefálico y perímetro braquial) que el National Center for Health Statistics (NCHS) de los Estados Unidos, de 1977, basados en datos de población

infantil de diferentes partes del mundo[25]. Estas curvas fueron adoptadas por la OMS para su uso en el ámbito internacional y posteriormente organizó una revisión exhaustiva de estos patrones en la que participaron 100 expertos de todo el mundo. Entre sus conclusiones expresaron que los patrones previos no representaban adecuadamente el crecimiento de la primera infancia, siendo necesarias nuevas curvas de crecimiento[26].

Posteriormente el Centers for Disease Control and Prevention (CDC) de los Estados Unidos publicaron en el año 2000 una versión mejorada de las curvas del crecimiento[27]. En los nuevos estándares se corrigieron los datos para adaptarlos a la situación demográfica y otros determinantes del crecimiento infantil del momento. Para ello, se excluyeron los niños nacidos con muy bajo peso y los datos recientes de niños mayores de 6 años de edad para evitar incluir el incremento de obesidad observada en la población infantil en aquellos años. Se corrigió el elevado número de niños alimentados con lactancia artificial incluidos anteriormente, así como algunos aspectos muy locales. Un dato importante es que se incorporaron las curvas de IMC hasta los 20 años de edad. No obstante, a pesar de las mejoras, las referencias de crecimiento del CDC pueden no ser apropiados para el uso en otros grupos de población, en particular, de los países en desarrollo.

Patrones de crecimiento infantil de la OMS para los niños menores de cinco

En general, las referencias antropométricas se desarrollaron en base a muestras representativas de una o varias poblaciones, y por tanto, los valores obtenidos podían no significar el patrón de crecimiento óptimo. En este sentido se han creado recientemente los Patrones de crecimiento infantil de la OMS para los niños menores de cinco años de edad con la finalidad de producir unos estándares con una muestra seleccionada de niños sanos.

Se combinaron datos de estudios longitudinales desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad, y estudios transversales de niños de 18 a 71 meses. Participaron niños de diversos orígenes étnicos y culturales para representar a todos los niños del mundo (Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y los Estados Unidos). Se incorporaron diversas medidas antropométricas: longitud/talla para la edad, peso para la edad, peso para la talla, peso para la talla y IMC para la edad, perímetro cefálico para la edad, circunferencia del brazo para la edad, pliegue tricipital para la edad y pliegue cutáneo subescapular para la edad. Se seleccionaron niños sanos que viven en condiciones favorecedoras del desarrollo de su completo potencial genético de crecimiento, con madres con hábitos promotores de la salud, como lactancia materna o no fumar. Los patrones de crecimiento de la OMS permiten detectar tanto desnutrición como obesidad y son útiles tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. Introducen un nuevo concepto de referencia que habla de cómo deben de crecer los niños, en vez de simplemente describir la forma en que crecieron en un momento y lugar determinado[28,29].

Cinco años después del lanzamiento de los Patrones de crecimiento infantil de la OMS se realizó una encuesta para conocer su uso e interpretación en los programas nacionales de 178 países del mundo. Los resultados mostraron que estas tablas de crecimiento se utilizan universalmente en la atención pediátrica[30].

Otros patrones de crecimiento

Para subsanar la laguna existente entre los 5-19 años la OMS construyó las referencias de crecimiento para los niños y jóvenes de esta edad a partir de datos internacionales del NCHS/OMS de 1977[25]. Se aportan valores de referencia de la talla para la edad, el peso para la edad y el IMC. Estas tablas se consideran datos apropiados y provisionales para este grupo de edad.

Algunas referencias antropométricas se han enfocado en la detección de sobrepeso y obesidad, como es el caso de los estándares de la International Obesity Task Force (IOTF)[31] creados a partir de bases de datos nacionales representativas de niños y adolescentes de 2 a 18 años de 6 países (Brasil, Gran Bretaña, Japón, Holanda, Singapur y Estados Unidos). Posteriormente, este grupo publicó las referencias para definir la delgadez a partir de las mismas bases de datos de estas 6 naciones.

La importancia de la detección temprana del déficit de crecimiento es que las consecuencias adversas, que pueden continuar durante toda la vida, se pueden abordar, incluyendo déficits cognitivos o de rendimiento en la infancia o en la edad adulta. Además, el aumento de peso excesivo durante la infancia se asocia con un mayor riesgo de enfermedades crónicas en la edad adulta.

Referencias

1. Serra-Majem L, Aranceta J. Requerimientos nutricionales e ingestas recomendadas: Ingestas Dietéticas de Referencia. In: Serra-Majem L, Aranceta J, eds. Nutrición y Salud Pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2º ed. Barcelona: Elsevier-Masson 2006: pp. 20-30.
2. Otten JJ, Hellwig JP, Myers L. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes. The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington D.C: National Academy Press 2006: pp. 1-543.
3. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. National Research Council. Dietary Reference Intakes: Risk assessment models for establishing Upper Intake Levels for Nutrients. Washington D.C: National Academy Press, 2000.
4. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Dietary Reference Intake for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington DC: National Academy Press, 2002.
5. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. National Academies. Dietary Reference Intakes (DRIs). Washington DC: National Academy Press, 2004.
6. World Health Organization. Human vitamin and mineral requirements. Report for a Joint FAO/OMS Experts Consultation. Bangkok, Thailand, Roma: 2002.
7. Scientific Committee on Food. Nutrient and Energy Intakes for the European Community. Report Series nº31. Brussels: Commission of the European communities 1993.

8. Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, Cabrerizo L, Formiguera X, Iglesias C, Lorenzo H, Polanco I, Quiles J, Romero de Ávila MD, Russolillo G, Villarino A, Martínez JA. Comparativa de las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Hosp* 2009; 24: 384-414.
9. EURRECA: European Micronutrient Recommendations Aligned; Preparing the Way; a European Commission Network of Excellence. Hautvast J ed. Netherlands: Springer 2008.
10. Beaton GH. Approaches to analysis of dietary data: relationship between planned analyses and choice of methodology. *Am J Epidemiol* 1994; 59: 253S-261S.
11. Serra-Majem L, Aranceta J. SENC Working Group on Nutritional Objectives for the Spanish Population. Spanish Society of Community Nutrition. Nutritional objectives for the Spanish population. Consensus from the Spanish Society of Community Nutrition. *Public Health Nutr* 2001; 4 (6A): 1409-13.
12. Tur JA, Romaguera D, Pons A. Does the diet of the Balearic population, a Mediterranean-type diet, ensure compliance with nutritional objectives for the Spanish population? *Public Health Nutr* 2005; 8 (3): 275-83.
13. Aranceta J, Serra Majem Ll. Grupo Colaborativo para la actualización de los objetivos nutricionales para la población Española. Nutritional objectives for the Spanish population. Consensus from the Spanish Society of Community Nutrition. *Rev Esp Nutr Comunitaria* 2011; 17: 178-99.
14. Ortega RM, López-Sobaler AM, Ballesteros JM, Pérez-Farinós N, Rodríguez-Rodríguez E, Aparicio A, Perea JM, Andrés P. Estimation of salt intake by 24h urinary sodium excretion in a representative sample of Spanish adults. *Br J Nutr* 2011; 105 (5): 787-94.
15. WHO/FAO. Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases: Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series No. 916 (TRS 916). Geneva: World Health Organization, 2003. http://www.fao.org/docrep/005/AC911E/AC911E00.htm
16. Ortega RM, López-Sobaler AM, Pérez Farinós N. Associated factors of obesity in Spanish representative samples. *Nutr Hosp* 2013b; 28 (5): 56-62.
17. Aranceta J, Serra-Majem L. Working Party for the Development of food-based dietary guidelines for the Spanish population. Dietary guidelines for the Spanish population. *Public Health Nutr* 2001; 4 (6A): 1403-8.
18. Gibson RS. Principles of Nutritional Assessment. 2nd Edition. New York: Oxford University Press 2005.
19. de Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 650-8.
20. Fryar CD, Gu Q, Ogden CL. Anthropometric reference data for children and adults: United States, 2007–2010. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat* 11 2012; 252: 1-48.
21. Deurenberg P. Universal cut-off BMI points for obesity are not appropriate. Invited commentary. *British Journal of Nutrition* 2001; 85: 135-6.
22. Dobbelsteyn CJ, Joffres MR, MacLean DR, Flowerdew G, The Canadian Heart Health Surveys Research Group. A comparative evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as indicators of cardiovascular risk factors. *The Canadian Heart Health Surveys International Journal of Obesity* 2001; 25: 652-61.
23. Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. International Diabetes Federation: a consensus on Type 2 diabetes prevention. *Diabet Med* 2007; 24: 451-63.
24. Leis R, Tojo R. Valoración del estado nutricional. In: Tratado de Pediatría, 19 ed. Kliegman RM, Behrman RE ed. Barcelona: Elsevier España 2012.
25. NCHS growth curves for children; birth-18 years, United States. Series 11, number 165. National Center for Health Statistics. Hyattsville: Md, 1977.
26. WHO. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO-OMS 1995: pp. 421-60.
27. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. CDC growth charts: United States. *Adv Data* 2000; 8 (314): 1-27.
28. WHO multicenter growth reference study group. WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization, 2006.
29. World Health Organization. WHO child growth standards: head circumference-for-age, arm circumference-for-age, triceps skinfold-for-age and subscapular skinfold-for-age: methods and development. Geneva: World Health Organization, 2007.
30. de Onis M, Onyango A, Borghi E, Siyam A, Blössner M, Lutter C. WHO Multicenter Growth Reference Study Group. Worldwide implementation of the WHO Child Growth Standards. *Public Health Nutr* 2012; 15 (9): 1603-10.
31. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):168-175
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5063

Ingesta de energía y nutrientes; armonización de las Bases de Datos de Composición de Alimentos

Emilio Martínez-Victoria[1], Ignacio Martínez de Victoria[2], Alba Martínez-Burgos[1]

[1]Departamento de Fisiología. Facultad de Farmacia. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada. Granada. España. [2]Ingeniero Informático y Máster en Nutrición Humana. Asociación BEDCA. España.

Resumen

La conversión de consumo de alimentos a ingesta de nutrientes necesita una base de datos de composición de alimentos (FCDB) que recoge los valores nutricionales medios de una porción dada de alimento. Las limitaciones de las FCDBs son, en ocasiones, poco conocidas por los usuarios. Los estudios multicéntricos han planteados varios retos metodológicos que permitan estandarizar la composición de alimentos y la ingesta de nutrientes para la evaluación nutricional en diferentes poblaciones y áreas geográficas. Las diferencias entre FCDBs incluyen las atribuibles a aspectos técnicos, como la descripción de los alimentos, cálculo de energía y definición de los nutrientes, métodos analíticos y principios para el cálculo de recetas. Estas diferencias necesitan ser identificadas y eliminadas antes de comparar los datos obtenidos de diferentes estudios, especialmente cuando dichos datos dietéticos se relacionan con resultados de salud. Desde 1984 se han realizado diversas iniciativas para estandarizar los FCDBs en el mundo (INFOOD, EPIC, EUROFIR, etc.). Los datos de composición de alimentos pueden ser obtenidos de diferentes fuentes como análisis de empresas privadas, universidades, laboratorios gubernamentales e industria alimentaria. También pueden tomarse prestados de la literatura científica o incluso del etiquetado nutricional. Existen diferentes propuestas para evaluar la calidad de los datos de composición de alimentos. Para el desarrollo de una FCDB es fundamental documentar, lo más detallado posible, cada uno de los valores de los diferentes componentes y nutrientes de un alimento. El objetivo de la AECOSAN y la asociación BEDCA fue el desarrollo y mantenimiento en España de una FCDB de acuerdo con los estándares definidos para Europa. BEDCA es actualmente la única FCDB desarrollada en España con datos compilados y documentados siguiendo los estándares de EuroFIR.

Palabras clave: *Ingesta de energia. Ingesta de nutrientes. Tablas de composición de alimentos. Bases de datos de composición de alimentos. Harmonización. BEDCA.*

INTAKE OF ENERGY AND NUTRIENTS: HARMONIZATION OF FOOD COMPOSITION DATABASES

Abstract

Food composition databases (FCDBs) provide detailed information about the nutritional composition of foods. The conversion of food consumption into nutrient intake need a Food composition database (FCDB) which lists the mean nutritional values for a given food portion. The limitations of FCDBs are sometimes little known by the users. Multicentre studies have raised several methodology challenges which allow to standardize nutritional assessments in different populations and geographical areas for food composition and nutrient intake. Differences between FCDBs include those attributed to technical matters, such as description of foods, calculation of energy and definition of nutrients, analytical methods, and principles for recipe calculation. Such differences need to be identified and eliminated before comparing data from different studies, especially when dietary data is related to a health outcome. There are ongoing efforts since 1984 to standardize FCDBs over the world (INFOODS, EPIC, EuroFIR, etc.). Food composition data can be gathered from different sources like private company analysis, universities, government laboratories and food industry. They can also be borrowed from scientific literature or even from the food labelling. There are different proposals to evaluate the quality of food composition data. For the development of a FCDB it is fundamental document in the most detailed way, each of the data values of the different components and nutrients of a food. The objective of AECOSAN (Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición) and BEDCA (Base de Datos Española de Composición de Alimentos) association was the development and support of a reference FCDB in Spain according to the standards to be defined in Europe. BEDCA is currently the only FCDB developed in Spain with compiled and documented data following EuroFIR standards.

Key words: *Intake of energy. Intake of nutrients. Food Composition tables. Food composition databases. Harmonization. BEDCA.*

Correspondencia: Emilio Martínez de Victoria.
Departamento de Fisiología. Facultad de Farmacia.
Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos.
Centro de Investigación Biomédica. Universidad de Granada.
Avda. del Conocimiento, s/n.
18016 Armilla. Granada. España.
E-mail: emiliom@ugr.es

Introducción

Las bases de datos de composición de alimentos (FCDBs) aportan información detallada acerca de la composición en nutrientes de los alimentos[1]. Los datos de composición de alimentos pueden estar disponibles en diferentes formatos a) en papel, a menudo denominadas tablas de composición de alimentos (FCT), o b) en versión electrónica conocida como bases de datos o bancos de datos de nutrientes[2].

La evaluación nutricional por análisis de la dieta es un proceso con dos etapas: la primera etapa es la evaluación del consumo de alimentos y la segunda la conversión del consumo de alimentos en ingesta de nutrientes. Para conseguir esto último necesitamos una FCDB que recoge los valores medios del contenido en nutrientes para una porción dada de un alimento. Entonces, multiplicamos la ingesta de un alimento por el contenido medio en nutrientes de esa cantidad de alimento (obtenida de una FCDB). Como la mayoría de los profesionales que realizan evaluaciones nutricionales están obligados a evaluar la ingesta de alimentos, una gran parte de la literatura de evaluación nutricional se centra en minimizar los errores en esta etapa. Sin embargo, los errores y discrepancias pueden aparecer en la estimación de los nutrientes a partir de las FCDB[3].

Aparte de esta importante aplicación, la FCDB o las FCT son herramientas necesarias para el desarrollo de guías alimentarias con información sobre alimentos, educación del consumidor, etiquetado, legislación alimentaria, márquetin, desarrollo y formulación de alimentos y productos derivados, práctica clínica, etc.[2, 4]. La información sobre la composición de los alimentos es de gran importancia para los científicos y profesionales que trabajan en el campo de la nutrición y la salud pública. El papel más relevante es aportar la base para la evaluación dietética y la formulación de dietas saludables. La Nutrición, las guías dietéticas basadas en alimentos y las recomendaciones de salud tienen que estar apoyadas por evidencias científicas incluyendo datos sobre el contenido de los alimentos en nutrientes y energía. Actualmente, la estrecha relación entre nutrición y salud requiere información añadida como el contenido de compuestos bioactivos, principalmente en alimentos de origen vegetal y también de componentes potencialmente nocivos, los contaminantes[1].

Limitaciones de las Bases de datos de Composición de Alimentos (FCDBs)

Las limitaciones de las FCDBs son a veces poco conocidas por los usuarios. Los alimentos provienen de los reinos animal y vegetal. Son productos biológicos y debido a ello muestran cambios en su composición. Esta variabilidad se fundamenta en[1,2,5]:

a) Diferencias en las especies animales o vegetales e incluso en diferencias intraespecíficas.
b) Factores ambientales como el tipo de suelo o el clima. La presencia de diferentes cantidades de nutrientes, especialmente minerales como iodo o selenio pueden determinar el contenido en minerales en verduras y también, de forma indirecta, la composición de los animales que se alimentan de ellas.
c) Diferencias en las prácticas agrícolas y ganaderas y el almacenamiento como el cultivo en secano o regadío en el caso de verduras. Respecto a la ganadería, el tipo de alimentación (piensos) y la composición de esos piensos o de los pastos. El lugar y las condiciones de almacenamiento (humedad, luz, oxígeno, etc.) pueden, igualmente, modificar la composición.
d) Procesado y empaquetado de los alimentos. Estor procesos tecnológicos y culinarios (temperatura, hidrogenación, luz, pH, etc.) presentes en la industria y en los hogares, tienen una influencia importante en la composición de los alimentos ya que numerosos nutrientes y componentes alimentarios son afectados por ellos.

Además, no todos los nutrientes y componentes alimentarios son afectados de la misma manera o medida. Los cambios en macronutrientes (hidratos de carbono y proteínas) lo son menos que los micronutrientes (minerales y vitaminas). Respecto a nutrientes como la grasa en los macronutrientes y vitamina C y folatos en los micronutrientes el rango de variabilidad es muy amplio[1,2,5].

Existen también errores y discrepancias en el contenido en nutrientes de los alimentos incluidos en las FCDBs que tienen su origen en el método de análisis utilizado para su estimación, el procedimiento de muestreo y la fecha de recogida del alimento para su análisis[6].

Armonización de los datos de composición de alimentos

Con el objetivo de establecer y armonizar distintas actuaciones en el ámbito de la nutrición y la salud pública ha sido necesario llevar a cabo estudios multicéntricos. Este tipo de estudios han puesto de manifiesto diferentes retos metodológicos que permitan estandarizar las evaluaciones nutricionales en diferentes poblaciones y áreas geográficas en relación con la composición de alimentos y la ingesta de nutrientes[7]. Las FCDBs necesarias para el cálculo de la ingesta de nutrientes a partir del consumo de alimentos son fuentes de errores sistemáticos y aleatorios en la determinación de la composición de la ingesta.

Las FCDB nacionales y los procedimientos de cálculo de la ingesta de nutrientes difieren entre distintos países del mundo[8] o entre diferentes FCDBs dentro del mismo país. El uso de diferentes FCDBs entre países o de diferentes bases de datos en el mismo país conduce fácilmente a error al calcular la ingesta de nutrientes[9]. Para mitigar este escenario es muy necesario de armonizar y

estandarizar los datos existentes y recoger nuevos datos acerca de la composición de alimentos[10].

Las diferencias entre FCDBs incluyen las atribuibles a aspectos técnicos, tales como la descripción de los alimentos, cálculo de la energía y definición de los nutrientes, métodos analíticos y principios para el cálculo de recetas. Estas diferencias necesitan ser identificadas y eliminadas antes de comparar los datos de diferentes estudios, especialmente cuando los datos de la dieta se relacionan con problemas de salud[11].

Se han llevado a cabo diversos estudios con objeto de comparar los datos de ingesta de nutrientes, calculados con diferentes programas de análisis dietético en el mismo país. Se han descrito diferencias significativas entre bases de datos para un número determinado de nutrientes. Poe ejemplo, Taylor y cols.[12] compararon los datos de ingesta de nutrientes calculados a partir de recuerdos de 24 horas utilizando los tres principales sistemas de bases de datos de nutrientes americanas. Se encontraron diferencias en los valores medios para 9 de los 19 nutrientes evaluados. En otro estudio, se compararon las ingestas de nutrientes de 60 sujetos utilizando dos bases de datos. Se encontró que la composición en energía y nutrientes de muchos de los alimentos comunes era diferente[13].

Reconociendo estas dificultades, desde 1984 se han puesto en marcha numerosos esfuerzos para estandarizar las bases de datos de composición de alimentos en todo el mundo[6]. Esto supone un proceso continuo debido al incremento del comercio mundial de alimentos, cambios en las políticas de fortificación, desarrollo de nuevas técnicas de análisis en la estimación del contenido en nutrientes y la adición de nuevos alimentosa la dieta global. En Europa este esfuerzo fue seguido por varias propuestas e iniciativas regionales como EUROFOODS COST99 y NORFOODS[14,15,16] y más recientemente, una acción concertada de la UE, EFCOSUM, propuso recomendaciones para armonizar la metodología para la realización de encuestas nutricionales nacionales en Europa, incluyendo el uso de FCDBs[7,17]. En 2009 EFSA publicó una guía que contienen los principios generales para la obtención de datos nacionales de consumo de alimentos desde el punto de vista de una encuesta dietética pan-Europea, incluyendo aquello relativo a las FCDBs[17].

La investigación prospectiva europea en cáncer y nutrición (EPIC) fue designada para investigar la correlación entre dieta, estado nutricional, estilos de vida y factores ambientales y la incidencia de cáncer y otras enfermedades crónicas. En ausencia de una base de datos de composición de alimentos paneuropea, EPIC desarrolló un método para mejorar la comparabilidad de las bases de datos de nutrientes entre los 10 países participantes (España incluida) y construyó la Base de datos de Nutrientes de EPIC (ENDB). El principal objetivo del proyecto ENDB fue aportar una base de datos de nutrientes estandarizada para calibrar los datos dietéticos de EPIC e investigar las relaciones dieta-enfermedad a nivel de nutrientes. El ENDB constituye el primer intento real de mejorar la comparabilidad de las NDBs en los países europeos. Este trabajo metodológico aportó una herramienta útil para la investigación nutricional así como una recomendación al usuario final para mejorar las NDBs en el futuro[7].

En los últimos diez años, la Red de Excelencia (NoE) del 6º Programa Marco de la Unión Europea, *European Food Information Resource* (EuroFIR), ahora EuroFIR AISBL (http://www.eurofir.org) ha contribuido a la armonización de ls FCDBs en Europaa. Ha desarrollado NDBs y de otros componentes alimentarios (componentes bioactivos) que pueden compararse entre más de doce países europeos[17]. Uno de los resultados de este trabajo ha sido el desarrollo de una herramienta, FoodExplorer que permite la comparación de diferentes valores de distintos nutrientes para un conjunto de alimentos similares de diferentes bases de datos europeas y también de Canada, EEUU y Australia. Además, esta organización apoya la base de datos de componentes bioactivos de origen vegetal junto con NORTOX, conocida como *BioActive Substances in Food Plants Information System* (eBASIS, http://ebasis.eurofir.org)[18].

Actualmente, la información aportada por *EuroFIR AISBL* incluye más de 60.000 alimentos, 13.000 recetas y 3.500 alimentos con marca incluidos en *FoodExplorer.* Aparte de la información sobre la composición del alimento, esta herramienta aporta información acerca de método de análisis de cada componente, referencia bibliográfica y detalles adicionales acerca de la fuente de los datos del alimento. Otra importante característica es la adopción del tesauro de LanguaL para describir los alimentos[18].

Calidad de los datos de composición de alimentos

El crecimiento excepcional de los FCDBs ha provocado que los compiladores de alimentos necesitaban conocer las limitaciones de los datos de composición de alimentos para informar al usuario final acerca de estas limitaciones siguiendo unos criterios de calidad (Finglas et al. 2014)[18].

Los datos de composición de alimentos pueden ser recopilados de diferentes fuentes como análisis de empresas privadas, Universidades, laboratorios gubernamentales o de la industria alimentaria. También pueden tomarse prestados de la literatura científica e incluso del etiquetado de los alimentos. Respecto a la información que aparece en el etiquetado de los alimentos puede estar calculada a partir de datos analíticos de productos o de ingredientes similares en caso de recetas (alimentos mutiingredientes). Esta variabilidad hace necesario tener un conjunto de criterios para evaluar la calidad de esos datos. En estos criterios deberían de incluirse la representatividad de los datos alimentarios para ser publicados en una FCDB, así como la disponibilidad y la claridad de la información con objeto de ser revisado y adecuadamente seleccionado para un uso específico[19,20].

Existen diferentes propuestas para evaluar la calidad de los datos de composición de alimentos. Para EuroFIR, los datos cuyo origen es un informe o artículo científico, la calidad del alimento, basado en sistemas previos tales como los de USDA, AFFSA (ANSES), BAsis, CSPO, BSL, se han clasificado en diferentes categorías: Descripción del alimento, identificación del componente, plan de muestreo, método de análisis y calidad de control del análisis. Para cada una de esas categorías se establece una escala de 1 a 5 (baja calidad, media y alta con dos valores adicionales). Con esta clasificación se calcula un índice de calidad (QI) con un rango entre 7 y 37. Las categorías y los criterios se recogen en la tabla I[19,20,21].

Tabla I
Categorías y criterios para la evaluación de la calidad de datos originales de la literatura científica e informes en EuroFIR interchange Data (tomada de[21])

Categorías	*Criterios*
Descripción del alimento	**A. Para todos los tipos de alimentos** – ¿Se conoce el grupo de alimentos (por ej. bebidas, postres, aperitivos, platos de pasta)? – ¿Cuál es la fuente del alimento o del principal ingrediente que lo constituye (mejor si se incluye el nombre científico, variedad, género, especie, etc.)? – ¿Se indica de forma clara la parte del animal o de la planta? – ¿Si es relevante se describe la porción analizada y está claro si el alimento se ha analizado con y sin la parte no comestible? – ¿En qué medida se conoce el tratamiento térmico? – Si el alimento está cocinado, ¿se aportan detalles satisfactorios del método de cocinado? – ¿Qué información relevante se aporta del tratamiento aplicado? – ¿Qué información se aporta sobre el método de conservación? – Si es relevante, ¿qué información se aporta sobre el medio de empaquetado? – Si es relevante, ¿Qué información se aporta sobre el origen geográfico del alimento? – Si es relevante, ¿está indicado el mes o la estación de producción? – ¿Se ha medido y se da el resultado del contenido en humedad de la muestra? **B. Solo para alimentos manufacturados y pre empaquetados** – ¿Se aporta el nombre genérico (por ej. Pasta de chocolate con avellanas)? – ¿Se aporta el nombre comercial (por ej. Nutella)? – Guías para atribución de un índice de calidad a datos originales... 12/10/2009 – Si es relevante, ¿Se aporta la marca (por ej. Ferrero)? – ¿Era relevante la información aportada sobre grupo de consumidores/uso dietético/declaración del etiquetado? **C. Para platos hechos en casa o alimentos adquiridos en restaurantes** – ¿Se aporta el nombre y la descripción completa de la receta?
Identificación del componente	– ¿Se ha descrito el componente de forma no ambigua? – ¿La unidad es inequívoca? – ¿La unidad de la matriz es inequívoca?
Plan de muestreo (Para todos los tipos de alimentos)	– ¿Cuál fue el plan de muestreo desarrollado para representar el consumo en el país donde se realizó el estudio? – ¿Fue el número de muestras primarias >9? – Si es relevante, ¿las muestras se tomaron durante más de una estación del año? – Si es relevante, ¿Las muestras se tomaron de más de una localización geográfica? – Si es relevante ¿se tomaron las muestras de los más importantes puntos de venta (supermercados, tiendas de alimentos, mercados, restaurantes, hogares, etc.? – Si es relevante, ¿se muestreó más de una marca (para productos manufacturados y pre empaquetados) o más de una variedad (para alimentos vegetales) o subespecies (para alimentos animales)?
Manipulación de la muestra	– Si es relevante, ¿se aplicó un tratamiento de estabilización apropiado (por ej. Protección del calor/aire/luz/actividad microbiana)? – ¿Se homogeneizaron las muestras?
Método analítico	– ¿El método analítico utilizado en la fuente coincide con la lista de métodos analíticos apropiados recogidos en las guías para métodos analíticos? – ¿Son los pasos clave del método apropiados para el método descrito?
Control de calidad analítico	– ¿Fueron analizados los replicados de la porción analítica? – ¿Estaba el laboratorio acreditado para este método o el método fue validado por pruebas de control? – Si está disponible, ¿se utilizó un material de referencia o estándar de referencia apropiados?

Documentación de los valores de los componentes alimentarios

Con el objetivo de informar a los usuarios de los FCDB acerca de la calidad de los datos de alimentos y la armonización del intercambio con otras FCDBs, es necesario un proceso de documentación que incluye la descripción detallada del alimento y de los valores de cada uno de sus componentes. Debido a esto, EuroFIR ha desarrollado un completo sistema de descripción y documentación (Quality Evaluation system for original data from SCIentific literature or REPort, QE-SCIREP) que se describe a continuación.

Descripción del alimento. Para la tarea de armonización es necesario que los alimentos estén descritos de forma correcta y precisa. Un alimento con datos de composición de alta calidad podría constituir una fuente de error si no está bien descrito y puede llevar a confusión a causa de sinónimos, nombres no precisos o a un procesado previo a la comercialización entre otras causas.

Hay dos tipos de sistemas para resolver este problema, los sistemas de clasificación y de descripción. LanguaL es un sistema de descripción multilenguaje (está traducido al Checo, Danés, Inglés, Francés, Alemán, Italiano, Portugués, español y Húngaro) y fue creado a final de 1970 por el *Center of Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN)* en Estados Unidos, y es el elegido por EuroFIR[21].

Consiste en un tesauro multinivel constituido por 14 diferentes facetas del alimento. El conjunto de términos que forman el tesauro está organizado en facetas y para cada una de estas facetas los términos se agrupan en diferentes niveles. Como ejemplo, la faceta A es la que clasifica el alimento en todos los sistemas incluidos en LanguaL. Antes de incluir alimentos en la FCDB, es necesario describirlos utilizando el tesauro de LanguaL[21].

Para un proceso de codificación correcto, en muchos alimentos es necesario recoger información del etiquetado nutricional y los ingredientes que los componen así como conocer los procesos tecnológicos que están detrás de su fabricación, su manipulación y empaquetado. Existe un software denominado *LanguaL Product Indexer* para indexar los alimentos, desarrollado por EuroFIR y LanguaL[21].

Recientemente EFSA ha desarrollado un nuevo sistema de codificación de alimentos a identificar los alimentos denominado FoodEx2 (*Food Classification and description system)*[22]. Este sistema se ha desarrollado con el objetivo de ser utilizado en estudios transeuropeos de evaluación nutricional y de exposición de la población a contaminantes y otros componentes dañinos que están presentes en los alimentos.

Documentación de los datos de nutrientes y componentes alimentarios[20,21]. Para el desarrollo de una FCDB es fundamental documentar de la manera más detallada posible cada uno de los valores de los datos de los diferentes componentes y nutrientes de un alimento. Esto debería conseguirse en el caso de datos tomados de publicaciones científicas, prestados de otras FCDBs o FCT, calculados, estimados o asumidos.

Para este proceso de documentación EuroFIR ha desarrollado un conjunto de tesauros. Estos son:

- Tipo de adquisición. Incluye las diferentes categorías del origen de los valores de los datos, por ejemplo, datos publicados en una revista con revisires, etiquetado nutricional, otras FCT, etc.
- Tipo de referencia. Incluye las categorías para la referencia bibliográfica de lso valores de los datos. Por ejemplo, libro, artículo de revista, página Web, etc.
- Unidad. Incluye los términos que describe la medida utilizada para la cantidad. También se incluyen términos para cifras sin unidades. Gramos, miligramos, equivalentes de niacina, ratio, porcentaje, etc.
- Unidad de la matriz. Incluye los términos para la cantidad de alimento que contiene el valor del componente descrito. Algunos ejemplos son: por 100 g de alimento seco, por 100 ml, por 100 g de porción comestible, etc.
- Tipo de valor. Incluye las categorías para la mejor descripción del valor de lso datos o para dar una descripción cualitativa del valor cuando no puede elegirse un valor concreto. Los tipos de valor pueden ser: media, mediana, cero lógico, trazas, menor de, etc.
- Tipo de método. Incluye las categorías asignadas a un valor de un dato para incluir una descripción general del tipo de método utilizado para obtenerlo. Analítico, calculado como receta, estimado, son algunos de los términos utilizados.
- Indicador del método. Incluye las categorías y descriptores que identifican el método de análisis o de cálculo que está siendo utilizado para obtener el valor publicado en la FCT o en la FCDB. Algunos ejemplos son: polarimetría, bioensayo animal, cromatografía gaseosa, por diferencia, etc.
- Componente. En este último tesauro se incluyen los códigos y definiciones de los diferentes componentes alimentarios. Incluye términos como: energía, ácidos grasos saturados, beta-caroteno calculado de vitamina A total, Actividad vitamina D calculada como ergocalciferol, etc.

Incluyendo esta información en la FCDB se facilita la posibilidad de que los valores de los datos puedan ser evaluados por el usuario así como conocer la calidad de un valor concreto basados en criterios como el tipo de valor (analítico, prestado calculado), el método utilizado, la calidad de la fuente y la referencia, etc. (fig. 1). Por otro lado, la estandarización y armonización en la definición de un componente, la unidad y la unidad de la matriz así como el tipo de valor, etc. Permite el intercambio de datos de composición de alimentos entre diferentes FCDBs. Todo lo antes mencioando facilita el desarrollo de estudios multicéntrico transnacionales en el campo de la Alimentación, Nutrición y Salud Pública[18].

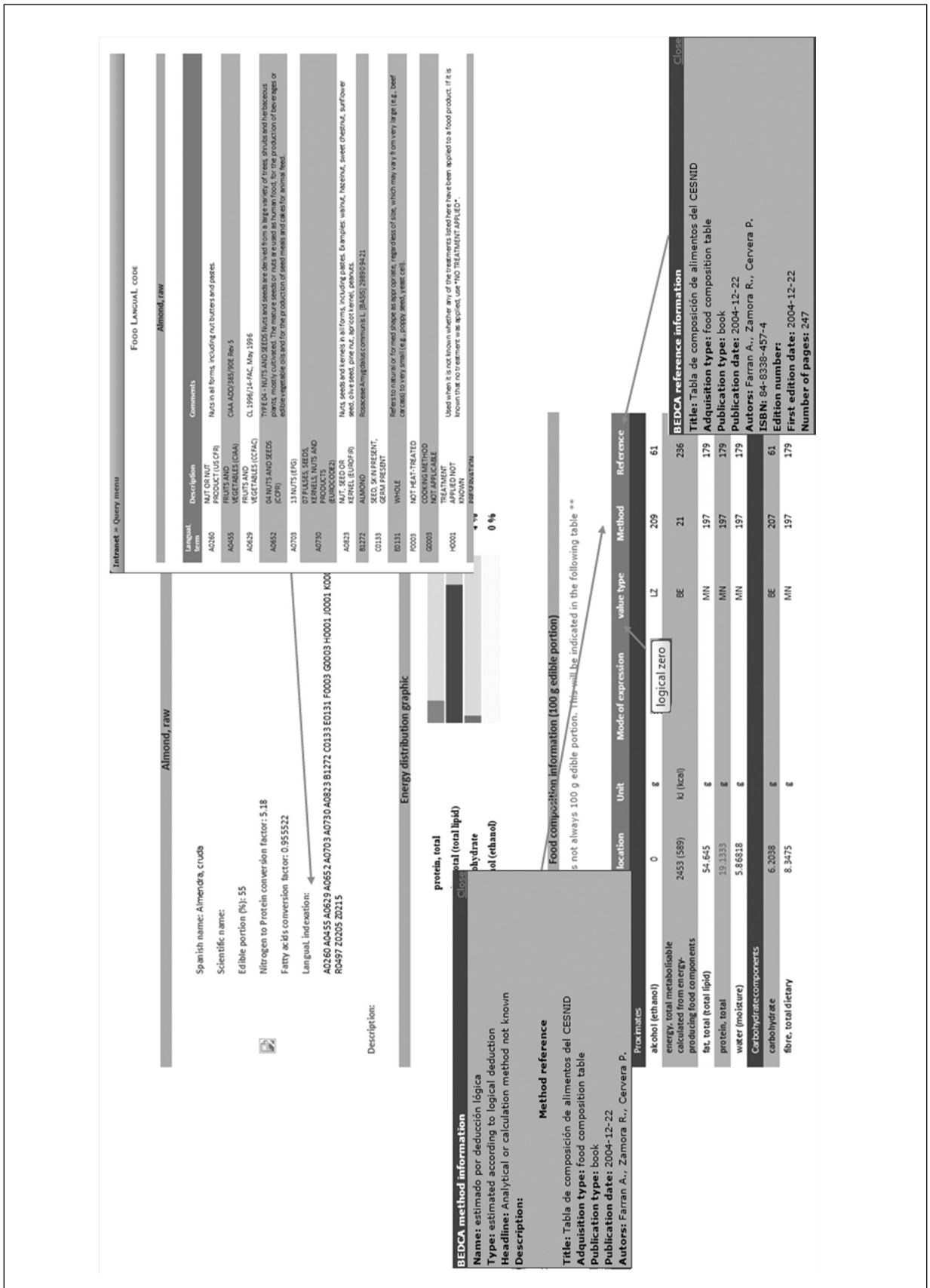


Fig. 1.—Fotografías de pantalla del sitio web de BEDCA (www.bedca.net). Documentación de los alimentos y componentes.

FCDB española. BEDCA

En España, los primeros esfuerzos dirigidos a la publicación de información sobre composición de alimentos datan de 1932[23,24]. Desde entonces, se publicaron distintas FCT elaboradas por diferentes autores, aunque fue en 1996 cuando el Ministerio se Salud publicó una oficial[24].

En España existen numerosas FCTs desarrollados por diferentes autores en distintos centros de investigación y Universidades. Cada una de ellas se ha desarrollado por diferentes métodos y tecnologías elegidas en base a los requerimientos y las fuentes de datos disponibles. Debido a esto existe una gran variabilidad en la descripción de los alimentos y, en general, los datos de los diferentes componentes no son analíticos sino prestados de la bibliografía, FCTs o FCDBs y no están documentados individualmente[25,26]. Además, después de revisar los diferentes estudios llevados a cabo en España en poblaciones y colectivos como encuestas nacionales (ENRICA; DRECE, etc.), Regionales (país, Vasco, Comunidad de Madrid, Andalucía, Canarias, etc.) se observa que la transformación de los datos de consumo e alimentos en ingesta de nutrientes se han hecho con diferentes datos de composición de alimentos, algunos provenían de una FCT o de FCTs *ad hoc* desarrolladas con diferentes FCTs nacionales y no nacionales. Debido a esto, y como se ha mencionado antes, los resultados obtenidos en las diferentes poblaciones o colectivos no pueden compararse de forma fidedigna, incluso si el método utilizado para conocer el consumo de alimentos es el mismo.

En 2004, la EASAN (Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición) constituyó un grupo de trabajo que incluía a los dos socios de la Red EuroFIR, INYTA de la Universidad de Granada y CESNID de la Universidad de Barcelona. Basado en este núcleo, otros centros de investigación y Universidades se incorporaron así como asociaciones de la industria alimentaria como FIAB y fundaciones relacionadas con la nutrición (Triptolemos). Todos ellos formaron la red BDECA, subvencionada por el Ministerio de Educación y Ciencia. El objetivo de esta red fue el desarrollo y mantenimiento de una base de datos de composición de alimentos de referencia en España de acuerdo con los estándares que iban a definirse en Europa por la NoE EuroFIR, trabajando estrechamente con ella. Con este objetivo, se identificaron las principales fuentes de datos de composición de alimentos en España y otras fuentes potenciales así como un portal Web como plataforma para la red, sus actividades y se diseñó y desarrollo una base de datos de composición de alimentos que se alojó en ella[24,25].

Para desarrollar la base de datos los miembros de BDECA que pertenecían a EuroFIR pidieron fuentes de datos candidatas al resto de miembros de BDECA. Una vez identificadas se realizó un proceso de compilación y documentación de acuerdo a los estándares de EuroFIR. Las fuentes de los datos de la base de datos BEDCA (www.bedca.net) fueron las diferentes FCTs publicadas en España y datos analíticos proporcionados por investigadores de Universidad de y Centros de Investigación Publicos[23,24].

El método escogido para la compilación de los datos fue el método indirecto con un escrutinio detallado, unificación y procesado de los datos y metadatos proporcionados por los miembros de la red. Para realizar esta tarea se utilizó un sistema de información desarrollado pro la Universidad de Barcelona[26]. Este sistema añadió información básica acerca de alimentos, componentes, valores, métodos y fuentes relacionadas con la composición de alimentos (fig. 1).

El modelo de compilación de los datos incluye:

a) Codificación de los alimentos en LanguaL
b) Documentación de los valores de los componentes de cada alimento de acuerdo con los tesauros de EuroFIR relacionados con el método de adquisición del valor, referencia, unidad, unidad de la matriz, tipo de método, indicador del método y componente[20,21,22,23,24] (fig. 1).

Actualmente BEDCA es una asociación que junto con AECOSAN que da su apoyo institucional y subvención, desarrolla y mantiene la FCDB, siendo además los compiladores en España para EuroFIR AISBL a la que ella pertenece. La versión 1 de BEDCA tiene un total de 950 alimentos y 34 componentes.

BEDCA ha sido utilizada en el estudio ENIDE desarrollado por AESAN, una encuesta nacional sobre consumo de alimentos que incluye más de 3000 individuos adultos y más de 300.000 entradas de alimentos.

Para la transformación de las encuestas de consumo de alimentos en datos de ingesta de nutrientes en el estudio ENIDE se desarrolló un algoritmo de "*food matching*". El algoritmo con un diseño heurístico y basado en reglas nos permitió identificar uno o más alimentos candidatos de BEDCA para una entrada de alimento y entonces calcular las ingestas basadas en la composición de las "*matched food*". Los resultados del algoritmo fueron revisados manualmente por nutricionistas quienes fueron calibrando el algoritmo durante el desarrollo.

El uso de este algoritmo supuso una gran mejora en tiempo y eficiencia del trabajo manual así como unos criterios unificados para transformar un diario de consumo de alimentos en una lista de alimentos de la base de datos. Esto es una base para futuros trabajos con los datos de composición de alimentos.

No es suficiente estandarizar y armonizar el proceso de compilación de los datos de composición de alimentos sino también como esta información es compartida con loshumanos y con las máquinas. Con este objetivo varios grupos en EuroFIR trabajaron en un estándar para compartir información sobre alimentos en formato electrónico. Usando XML, como lenguaje para definirla, se desarrolló el *Food Data Transport Pakage (FDTP)*, que actualmente está en su versión 1.4. Sirve como un contenedor de información de composición de alimentos y también una base para validar la información basada en una definición de datos obligatoria/opcional[27].

Basada en el desarrollo del FDTP, EuroFIR diseñó una estrategia para compartir información sobre alimentos

entre ella y la FCDBs nacionales de sus socios. Se eligió un mecanismo descentralizado utilizando servicios web. Se definieron un conjunto de diferentes operaciones basadas en *Food Data Query Language (FDQL)* y así EuroFIR podría buscar información de diferentes FCDBs nacionales en tiempo real[28]. BEDCA participó en su diseño y fue uno de los primeros socios en implementar estos servicios web que hoy en día están disponibles para EuroFIR y otros agentes.

Como conclusión BEDCA es actualmente la única base de datos de composición de alimentos desarrolalda en España con datos compilados y documentados siguiendo los estándares de EuroFIR y está incluida en la herramienta *FoodExplorer*. En su versión 2.0 han sido añadidos todos los alimentos que se recogían en las encuestas del estudio ENIDE.

Agradecimientos

Gracias a todos los miembros de BEDCA y a AECOSAN por su asesoramiento y apoyo.

Referencias

1. Elmadfa I, Meyer AL. Importance of food composition data to nutrition and public health. *European Journal of Clinical Nutrition* 2010; 64 (Suppl. 3): S4-7. doi:10.1038/ejcn.2010.202.
2. Williamson C. EuroFIR. Synthesis report No 2: The Different Uses of Food Composition Databases, 2005.
3. Willett W: Food Frequency Methods. In Nutritional epidemiology. Volume 5. Second edition. Edited by: Willett W. New York, Oxford University Press; 1998: 74-100.
4. Roe MA, Bell S, Oseredczuk M, Christensen T, Westenbrink S, Pakkala H, Presser K, Finglas PM. Updated food composition database for nutrient intake. EFSA supporting publication 2013: EN-355, 21 pp.
5. Egan MB, Fragodt A, Raats MM, Hodgkins C, Lumbers M. The importance of harmonizing food composition data across Europe. *European Journal of Clinical Nutrition* 2007; 61 (7): 813-21.
6. Scrimshaw NS. INFOODS: the international network of food data systems. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 1190S-1193S.
7. Slimani N, Deharveng G, Unwin I, Southgate DT, Vignat J, Skeie G, Riboli E. The EPIC nutrient database project (ENDB): a first attempt to standardize nutrient databases across the 10 European countries participating in the EPIC study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2007; 61 (9): 1037–56.
8. Deharveng G, Charrondiere R, Slimani N, Riboli E, Southgate DAT. Comparison of food composition tables available in the nine European countries participating in EPIC. Eur J Clin Nutr 1999; 53: 60-79.
9. Merchant AT, Dehghan M. Food composition database development for between country comparisons. *Nutrition Journal* 2006; 5: 2.
10. Becker W. CEN/TC387 Food Data. Towards a CEN Standard on food data. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64 (Suppl. 3): S49-52.
11. Taylor ML, Kozlowski BW, Baer MT. (1985): Energy and nutrient values from different computerized data bases. *J Am Diet Assoc* 1985; 85: 1136-8. Shanklin D, Endres JM, Sawicki M: A comparative study of two nutrient data bases. *J Am Diet Assoc* 1985; 85: 308-13.
12. Hakala P, Knuts L-R, Vuorinen A, Hammar N, Becker W. Comparison of nutrient intake data calculated on the basis of two different databases. Results and experiences from a Swedish-Finnish study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57 (9): 1035-44.
13. Møller A. NORFOODS computer group. Food composition data interchange among the Nordic countries: A report. In International Food Databases and Information Exchange, eds. A. P. Simonopoulos, R. R. Butrum, *World Rev Nutr Diet* 1992; 68: 104-20. Karger, Basel, Switzerland.
14. Schlotke F. Using Internet services to improve international food data exchange. *Food Chem* 1996; 57: 137-43.
15. Unwin I, Becker W (1996). The component aspect identifier for compositional values. *Food Chemistry – the Second International Food Database Conference* 1996; 57: 149-54.
16. EFSA. General principles for the collection of national food consumption data in the view of a pan-European dietary survey 1 2009; 7 (12): 1-51. Available online: http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/1435.pdf
17. Finglas PM, Berry R, Astley S. Assessing and Improving the Quality of Food Composition Databases for Nutrition and Health Applications in Europe: The Contribution of EuroFIR. *Adv Nutr* 2014; 5: 608S-614S;
18. Kiely M, Black LJ, Plumb J, Kroon PA, Hollman PC, Larsen JC, Speijers, GJ,Kapsokefalou M, Sheehan D, Gry J, Finglas P. EuroFIR consortium. EuroFIR eBASIS: application for health claims submissions and evaluations. *Eur J Clin Nutr* 2010; 64 (Suppl. 3): S101-7.
19. Holden JM. Expert systems for the evaluation of data quality for establishing the Recommended Dietary Allowances. *J Nutr* 1996; 126 (9 Suppl.): 2329S-2336S.
20. Oseredczuk M, Salvini S, Roe M and Moller A. Eurofir workpackage 1. 3, task group 4. Guidelines for quality index attribution to original data from scientific literature or reports for EuroFIR, 2009; 35: 1-36.
21. Ireland JD, Møller A. LanguaL food description: a learning process. Eur J Clin Nutr 2010; 64 (Suppl. 3): S44-S48.
22. European Food Safety Authority; The food classification and description system FoodEx 2 (draftrevision 1). Supporting Publications 2011:215. [438 pp.]. Available online: www.efsa.europa.eu
23. Martínez Burgos MA, Martínez-Victoria I, Milá R, Farrán A, Farré R, Ros G, Martínez-Victoria E. Building a unified Spanish food database according to EuroFIR specifications. *Food Chemistry* 2009; 113 (3): 784-8.
24. Ros G, Martínez de Victoria E, Farran A. Spanish food composition database: A challenge for a consensus. *Food Chemistry* 2009; 113 (3): 789-94.
25. Requejo AM, Ortega RM, Andrés P, Ruiz F, Sánchez-Muniz F, González-Fernández M et al. Tablas de Composición de Alimentos Españoles. Edición coordinada por: Carretero ML y Gómez MD. (Subdirección General de Higiene de los Alimentos). Madrid: Ministerio de Sanidad y Consumo (Secretaría General Técnica), 1996.
26. Farran Codina A. Desarrollo y aplicación de un sistema de información para la elaboración de tablas de composición de alimentos. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona, 2004.
27. Møller A, Christensen T. EuroFIR Web Services—Food Data Transport Package, Version 1.3. EuroFIR Technical Report. EuroFIR, 2008. Retrieved 13 April 2010 from: http://www.eurofir.net/sites/default/files/TechWeb%20Downloads/WebServices/D1.8.29 CoverWithDocument.pdf.
28. Pakkala H, Christensen T et al. Harmonised information exchange between decentralised food composition database systems. *European Journal Of Clinical Nutrition* 2010 (64).

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):176-187
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5064

Biomarcadores: antecedentes, clasificación y guía para su aplicación en epidemiología nutricional

Dolores Corella[1,2], José M. Ordovás[3,4,5]

[1]Unidad de Epidemiología Genética y Molecular. Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Ciencias de la Alimentación, Toxicología y Medicina Legal. Universidad de Valencia. [2]CIBER Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. 3Department of Cardiovascular Epidemiology and Population Genetics. Centro Nacional de Investigaciones Cardiovasculares (CNIC). Madrid. 4IMDEA Alimentación. Madrid. 5Nutrition and Genomics Laboratory. JM-USDA Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University. Boston. MA. USA.

Resumen

En los estudios de epidemiología nutricional uno de los principales problemas es conocer la ingestión de alimentos y sus componentes de manera válida y precisa. Para ayudar en este proceso se ha planteado repetidas veces la necesidad de contar con buenos biomarcadores, que de manera más objetiva nos permitan conocer de manera más estandarizada, válida y precisa la dieta consumida. Existen varias definiciones de biomarcador y también distintas clasificaciones de los mismos. En general un biomarcador es una característica que puede medir objetivamente en distintas muestras biológicas y que puede evaluarse como indicador de exposiciones, de procesos biológicos normales o patogénicos o de respuestas a una intervención determinada. Las muestras biológicas más utilizadas en epidemiología nutricional son sangre total, eritrocitos, plasma, suero, orina, uñas, saliva, heces y muestras de distintos tejidos. En estas muestras se pueden determinar biomarcadores de exposición (ingesta dietética), biomarcadores de efectos y biomarcadores de estado de enfermedad. A su vez los biomarcadores de exposición pueden categorizarse temporalmente en biomarcadores de efectos agudos, a medio plazo y crónicos. Existen muchas dificultades en la identificación de buenos biomarcadores. Actualmente los avances en las nuevas ómicas están abriendo nuevas posibilidades para la obtención de nuevos biomarcadores de distintos tipos utilizando genómica, epigenómica, transcriptómica, lipidómica, proteómica y metabolómica. Revisaremos el estado actual de los biomarcadores en epidemiología nutricional así como las tendencias futuras de los nuevos biomarcadores ómicos.

Palabras clave: *Biomarcador. Dieta. Ingesta. Muestra biológica. Genómica. Transcriptómica. Metabolómica.*

BIOMARKERS: BACKGROUND, CLASSIFICATION AND GUIDELINES FOR APPLICATIONS IN NUTRITIONAL EPIDEMIOLOGY

Abstract

One of the main problems in nutritional epidemiology is to assess food intake as well as nutrient/food component intake to a high level of validity and reliability. To help in this process, the need to have good biomarkers that more objectively allow us to evaluate the diet consumed in a more standardized, valid and precise way has often been commented upon. There are various definitions of biomarkers and also different classifications of the same. In general a biomarker can be defined as a characteristic that can objectively measure different biological samples and that can be evaluated as an exposure marker of normal or pathogenic biological processes or of responses to a certain intervention. The biological samples most commonly used in nutritional epidemiology are blood, red blood cells, plasma, serum, urine, nails, saliva, faeces and samples of different tissues. Exposure biomarkers (dietary intake), biomarkers of effects and biomarkers of disease status can be determined from these samples. In turn, exposure biomarkers can be temporarily categorized into markers of acute, medium term or chronic effects. Many difficulties arise in identifying good biomarkers. Currently, advances in omics are opening up new possibilities for obtaining new biomarkers of various kinds, using genomics, epigenomics, transcriptomics, lipidomics, proteomics and metabolomics. We shall review the present situation of biomarkers in nutritional epidemiology as well as the future trends of the new omic biomarkers.

Key words: *Biomarker. Diet. Intake. Biological sample. Genomics. Transcriptomics. Metabolomics.*

Correspondencia: Dolores Corella.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Facultad de Medicina.
Avda. Blasco Ibáñez, 15.
46010 Valencia. España.
E-mail: dolores.corella@uv.es

Antecedentes

Son ampliamente conocidas las limitaciones de los cuestionarios para medir la dieta consumida con suficiente validez y precisión. Aunque se intente mejorar la validez de dichos instrumentos utilizando registros de dieta o varios recordatorios de 24 horas, en lugar de los menos precisos cuestionarios semicuantitativos de consumo de alimentos, siempre existen errores aleatorios y sistemáticos que hacen que las medidas autorreportadas de la dieta se alejen de la realidad[1]. Es más, estos errores en la medida de los alimentos consumidos, se extienden a los nutrientes y otros componentes de los alimentos derivados de la ingesta consumida, no sólo porque la ingesta no se haya anotado con validez y precisión, sino porque existen otros factores como la variabilidad en la composición del alimento consumido, etc que también contribuyen a que los nutrientes y componentes de los alimentos derivados de manera teórica a través de tablas de composición de alimentos, no se ajusten fielmente a la realidad consumida. Medir bien estas ingestas es muy importante, porque en la mayoría de las ocasiones, los estudios nutricionales no solamente van a tener como objetivo el conocer el consumo de alimentos en una población determinada, sino que el siguiente paso será estudiar las asociaciones entre el consumo de alimentos y un determinado problema de salud. Así, está ampliamente demostrado que, la determinación correcta de la exposición a la dieta es crucial en la investigación de la relación entre dieta y enfermedad. Por ello es necesario disponer de otras medidas alternativas para conocer el consumo de alimentos y los nutrientes (y componentes no nutritivos de los alimentos) aportados por los mismos con mayor validez y precisión que el obtenido a través de las medidas auto-referidas a través de cuestionarios. Los biomarcadores nutricionales son importantes para la investigación future entre dieta y salud, ya que pueden aportar una medida más objetiva de la dieta consumida. Sin embargo, la definición de biomarcador no es sencilla y existen múltiples definiciones de los mismos en función de la aplicación de estos biomarcadores. En general, una definición ampliamente utilizada de biomarcador es la dada por "*the Biomarker Definition Working Group* (BDWG)" in 2001[2]. De acuerdo con la misma un biomarcador es una característica que puede ser objetivamente medida y avaluada como un indicador de un proceso biológico normal, un proceso patológica o una respuesta farmacológica a una intervención terapéutica. Sin embargo, esta definición de biomarcador no ajusta bien en todas las situaciones y se han propuesto múltiples variantes de la misma[3]. En investigación nutricional tenemos que utilizar una definición amplia y también adaptada a cada situación, ya que necesitaremos biomarcadores cubriendo al menos los siguientes aspectos: ingesta dietética, estado nutricional, exposición a nutrientes y efectos de las intervenciones nutricionales en estados de salud fisiológicos o patológicos, así como proporcionar información de las diferentes respuestas interindividuales a la dieta. También tendremos que tener en cuenta que muchos biomarcadores pueden pertenecer al mismo tiempo a varias de estas categorías.

Actualmente, el estudio de los biomarcadores nutricionales, ya sean bioquímicos, funcionales o índices clínicos de la ingesta de nutrientes o de su metabolismo, está revolucionando nuestro conocimiento del papel de los nutrientes y componentes de los alimentos no nutritivos en la salud y en la enfermedad. Aunque existe un enorme interés en la utilización y en el desarrollo de nuevos biomarcadores, la situación actual es que todavía no disponemos de buenos biomarcadores para la mayoría de los aspectos relevantes mencionados anteriormente. Tanto es así que desde distintos organismos de investigación públicos y privados se está poniendo de manifiesto la necesidad de profundizar en la investigación de nuevos biomarcadores nutricionales y se están potenciando investigaciones en esta línea. Así, desde que una de las conclusiones iniciales del *European Commission-funded project* PASSCLAIM, coordinado por coordinated *ILSI Europe*, fue que había una gran necesidad de obtener marcadores adecuados en ciencias de la nutrición, se considera prioritario en los Proyectos europeos la investigación en mejores biomarcadores (entre ellas las recientes iniciativas del *Joint Programming Initiative (JPI) on food and nutrition in Europe* que este año ha comenzado la financiación de dos nuevos proyectos (MIRDIET and FOODBALL). Estos proyectos tienen como objetivos la validación de biomarcadores y la investigación de biomarcadores de ingesta/exposición, así como de estatus nutricional en el área de la nutrición y la salud. El primero de ellos centrado en los microRNA y el segundo de ellos centrado la aplicación de la metabolomics. En Estados Unidos también se están incentivando los proyectos dirigidos a la investigación sobre biomarcadores nutricionales y en abril de 2012, *the Sackler Institute for Nutrition Science* y *the New York Academy of Sciences* organizaron una conferencia titulada *Biomarkers in Nutrition: New Frontiers in Research and Application*. El objetivo de esta conferencia fue poner a trabajar conjuntamente a investigadores y personal de la industria, académicos y organizaciones gubernamentales para establecer el estado actual de conocimientos sobre biomarcadores nutricionales, identificar los retos más importantes, así como las preguntas no resueltas, y catalizar nueva investigación in este campo para que pronto sea posible la implementación de buenos biomarcadores en epidemiología nutricional que permitan una mejor medida del consumo de alimentos, de sus efectos y de su asociación con los estados de salud-enfermedad.

En artículo realizaremos una revisión del conocimiento actual de los biomarcadores en epidemiología nutricional y profundizaremos en las nueva ómicas ya que prometen una revolución en la identificación de nuevos marcadores en los estudios nutricionales.

Clasificación de los biomarcadores y guía para su uso

El uso primer de biomarcadores fue atribuido a Isaakson en 1980, cuando propuso utilizar la medida del nitrógeno urinario como un marcador independiente de la medida de la ingesta de proteínas, y todavía permanece

siendo uno de los principales biomarcadores empleados[1]. Sin embargo no todos los biomarcadores poseen las mismas características. Existen distintas clasificaciones de biomarcadores. Potischman definió los biomarcadores como "cualquier espécimen biológico que sea un indicador del estado nutricional con respecto a la ingesta o al metabolismo de alqún componente de la dieta"[4]. Este autor clasificó los biomarcadores en dos grandes grupos: Biomarcadores de exposición nutricional y biomarcadores de estado nutricional. Los biomarcadores de exposición nutricional serían aquellos utilizados para validar la medida de la ingesta o como subrrogados de la ingesta dietética. Tanto ellos como los biomarcadores de estado nutricional podrían ser evaluados en cuanto a precisión, sensibilidad, especificidad, variabilidad entre-sujetos y temporalidad. Sin embargo esta clasificación de biomarcadores puede ampliarse teniendo en cuenta que en los estudios nutricionales no solamente interesa medir bien la dieta, sino también la relación entre la misma y los estados de salud-enfermedad, por ello en los estudios nutricionales también es necesario incorporar las mediciones de biomarcadores relacionados con la enfermedad para tener así unas determinaciones más completas. En la tabla I se presenta esta clasificación ampliada de los biomarcadores en estudios nutricionales de acuerdo con su finalidad. El papel de los biomarcadores nutricionales en la salud y la enfermedad ha evolucionado desde los marcadores de deficiencia en una enfermedad específica (por ejemplo, la vitamina A y los ojos), a una multitud de afecciones crónicas que abarcan las endocrinas , cardiovasculares, respiratorias, digestivas y el sistema inmunológico y nervioso, entre otros.

Pero los biomarcadores también se pueden clasificar también en función de su temporalidad. Así, los biomarcadores se pueden clasificar en biomarcadores de corto plazo (reflejando la ingesta en el pasado de horas o días); biomarcadores de término medio (reflejando la ingesta de semanas o meses) y biomarcadores de largo plazo (reflejando de ingesta de meses o años). Por ejemplo, los biomarcadores medidos en orina, plasma o suero reflejan bien ingestas a corto plazo, mientras que las medidas de biomarcadores en eritrocitos o en el tejido adiposo son indicadores de ingestas a medio plazo. Por otra parte, las medidas de biomarcadores en pelo, uñas, o dientes, son más frecuentemente utilizadas para los biomarcadores a largo plazo[5].

Otra clasificación de los biomarcadores[6] distingue entre los biomarcadores de recuperación, de concentración, de sustitución y biomarcadores predictivos.

Los biomarcadores de recuperación se basan en el concepto del equilibrio metabólico entre la ingesta y la excreción durante un período fijo de tiempo y así proporcionan una estimación de los niveles de ingesta absolutos. Los biomarcadores de recuperación son productos biológicos específicos que están directamente relacionados con la ingesta y no sujetos a la homeostasis o diferencias interindividuales sustanciales en el metabolismo. Se conocen sólo unos biomarcadores de recuperación. Los principales ejemplos de biomarcadores recuperación de los siguientes: agua doblemente marcada que se utiliza para medir la tasa metabólica y el gasto total de energía; nitrógeno urinario total/potasio que se utilizan para estimar el consumo de proteínas y la ingesta diaria total de potasio, respectivamente[7,8]. El primer estudio de validación grande con biomarcadores de recuperación fue el estudio *Observing Protein and Energy Nutrition* (OPEN), realizado por el Instituto Nacional del Cáncer en el período 1999-2000[9].

Entre otros estudios posteriores en relación con estos marcadores de recuperación podemos citar los trabajos del Dr. Prentice y su grupo en una sub-muestra de mujeres que participaban en el Women's Health Initiative Dietary Modification Trial (WHI-DM)[10,11]. El WHI-DM es un ensayo controlado aleatorio entre mujeres posmenopáusicas con el objetivo de analizar si una dieta baja en grasas reducía la incidencia de cáncer de mama y colorrectal, y en segundo lugar, las enfermedades del corazón. El subgrupo de mujeres, completó un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, el protocolo de agua doblemente marcada, y una colección de orina de

Tabla I
Clasificación de los biomarcadores en estudios nutricionales

Biomarcadores de exposición alimentaria:	Diferentes tipos de marcadores biológicos destinados a evaluar la ingesta alimentaria de los diferentes alimentos, los nutrientes, los componentes no nutritivos o patrones dietéticos (biomarcadores de recuperación, biomarcadores de concentración, los biomarcadores de recuperación y biomarcadores predictivos). Ejemplo: nitrógeno urinario como biomarcador de la ingesta de proteínas.
Biomarcadores de estado nutricional:	Biomarcadores que reflejan no sólo el consumo sino también el metabolismo de los nutrientes (s) y, posiblemente, los efectos de los procesos de enfermedad. Ejemplo: Algunos de los biomarcadores del metabolismo de la homocisteína, que reflejan no sólo la ingesta nutricional, sino también los procesos metabólicos. Es importante tener en cuenta que un solo biomarcador puede no reflejar el estado nutricional de un solo nutriente, pero puede indicar las interacciones de varios nutrientes.
Biomarcadores de salud/enfermedad:	Los biomarcadores relacionados con diferentes fenotipos intermedios de una enfermedad o incluso a la gravedad de la enfermedad. Por ejemplo las concentraciones plasmáticas de colesterol total o triglicéridos asociados a las enfermedades cardiovasculares.

24 horas (como biomarcador para el consumo de proteínas). La colección de estos biomarcadores de recuperación permitió a los investigadores caracterizar las distribuciones de error de medición de energía y proteína evaluados por los cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos[9]. Adicionalmente, pudieron identificar las características generales (edad, sexo, obesidad, etc) de los participantes que hacían que los errores de medida en los cuestionarios fueran mayores[10,11]. En este estudio específico pudieron confirmar que los cuestionarios infraestimaban el consumo de energía y proteínas. También observaron que la infraestimación del consumo de energía era mayor en mujeres obesas y con sobrepeso. Estos resultados permiten crear ecuaciones de calibración para la energía y proteínas y aplicarlas a las medidas obtenidas en los cuestionarios[10,11].

Los biomarcadores de concentration, son biomarkers si bien tiene una correlación con la ingesta, están afectados por el metabolism o características personasles (sexo, edad, consumo de tabaco, obesidad, etc), por lo que no pueden ser utilizados como medidas absolutas de la ingesta en estudios de validación[12]. Ejemplos de biomarcadores de concentración son los siguientes: carotenoides en suero, lípidos, vitaminas, etc. Pueden utilizarse para analizar la relación entre la concentración de los mismos en algún tejido y variables del estado de salud[6].

Los biomarcadores de sustitución están estrechamente relacionados con los biomarcadores de concentración y algunas veces la distinción entre ellos es difícil de realizar. Su característica diferencial sería que se refieren específicamente a compuestos para los cuales la información de los mismos en tablas de composición de alimentos no es satisfactoria, o no existe. Ejemplos de estos biomarcadores de sustitución son algunas aflatoxinas, algunos fitoestroógenos[13], o algunos de los biomarcadores recientemente identificados mediante metabolomica[6], a los que nos referiremos más adelante en esta revisión.

Una clasificación más reciente de biomarcadores, denominada *biomarcadores predictivos*, se ha propuesto. Estos biomarcadores muestran una relación dosis-respuesta con la ingesta. Como biomarcadores de recuperación, los biomarcadores predictivos son sensibles, dependiente del tiempo, muestran una relación dosis-respuesta con los niveles de ingesta y pueden verse afectados por las características personales, pero la diferencia es que su recuperación total es inferior[14]. Ejemplos de biomarcadores predictivos son fructosa y sacarosa urinaria de 24 horas[14]. También se ha reportado que el uso de estos marcadores urinarios de azúcares es útil para establecer el error de medida en los estudios que reportan la ingesta de estos azúcares mediante cuestionarios como por ejemplo en el Nutrition and Physical Activity Assessment Study (NPAAS)[15]. En la figura 1 se

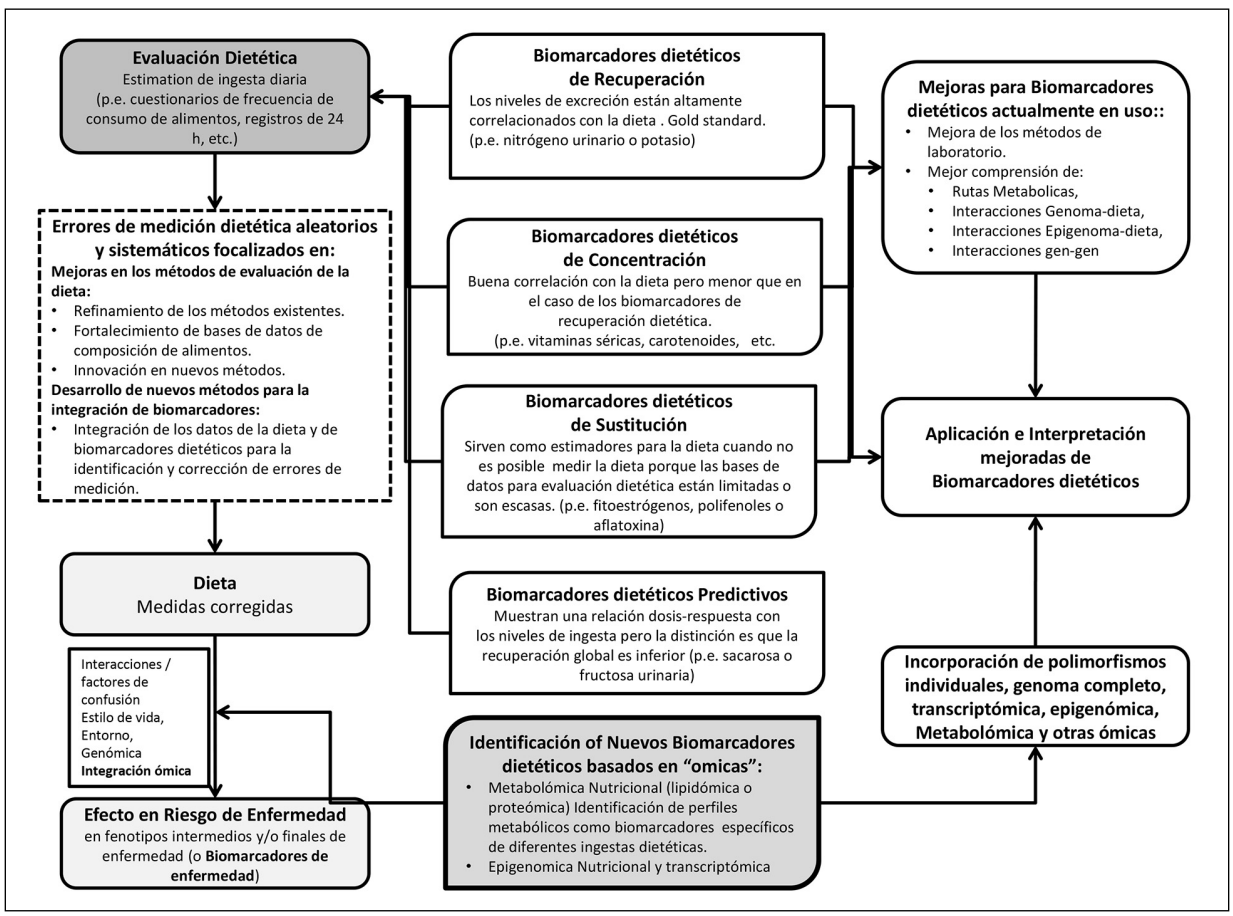


Fig. 1.—Clasificación de los biomarcadores y sus aplicaciones en la validación de la medida de la dieta y en la estimación de su asociación con diferentes fenotipos de enfermedad (adaptada de la referencia 6).

resume la clasificación de estos biomarcadores, así como sus aplicaciones a la validación de los métodos para estimar la dieta consumida, medidas de error y estimación de las asociaciones con los distintos fenotipos de enfermedad.

Los biomarcadores requieren de la obtención de distintos tipos de muestras biológicas para su medición. Las más utilizadas son sangre, orina, y saliva, aunque cada vez se realizan más determinaciones en otras muestras como heces, pelos, uñas, adipose tissue y otros tejidos específicos en función del los objetivos del estudio. En el siguiente epígrafe se realizan unas consideraciones generales para la obtención de almacenamiento de las muestras biológicas para determinar biomarkers en los estudios epidemiológicos.

Obtención y almacenamiento de muestras biológicas en los estudios de epidemiologia nutricional

Dado que en la actualidad y se dispone de algunos biomarcadores relevantes para su utilización en los estudios de epidemiología nutricional, y en un futuro se espera que se puedan incorporar muchos biomarcadores más, se aconseja obtener y almacenar muestras biológicos en los nuevos estudios de epidemiología nutricional que se inicien. El número de muestras biológicas y su complejidad dependerá de los objetivos del estudio epidemiológico y de los medios disponibles para ello. Como mínimo se aconseja tomar muestras biológicas de saliva y de orina de cada uno de los participantes en el estudio, ya que son las muestras biológicas menos invasivas. En ellas se pueden determinar un número importante de biomarcadores e incluso a partir de la saliva se puede aislar el ADN de las células bucales que se recogen en la misma. Se aconseja también no tomar sólo una sólo muestra biológica en el mismo tubo, sino fraccionarla en distintas alícuotas para evitar los procesos de congelación y descongelación que pueden afectar varios de los biomarcadores que se pretende determinar. De esta manera, pensar en un mínimo de dos o tres alícuotas para almacenar para cada participante, sería una buena estrategia. Estas muestras tendrían que congelarse a muy baja temperatura (ultracongelación a -80º C como conservación más estandarizada) para garantizar una mejor conservación y no degradación de los biomarcadores. Si no fuera posible conseguir muestras biológicas de todos los participantes, al menos sería aconsejable plantear la obtención de las mismas en una submuestra representativa de la población. Si se dispone de más capacidad de obtención y almacenamiento de muestras, es muy aconsejable realizar extracciones de sangre venosa periférica en ayunas y a partir de las mismas, procesarlas mediante centrifugación, etc y obtener alícuotas de suero, plasma y buffy-coat. Estas muestras van a resultar muy valiosas posteriormente para determinar en ellas distintos biomarcadores. Aunque la congelación a -80ºC puede ser suficiente, resultaría ideal congelar las muestras a menor temperatura y mantenerlas en nitrógeno líquido[16]. Sin embargo este tipo de conservación no está ampliamente disponible y queda limitado para unos pocos estudios). Si en la investigación se estima relevante la medida de biomarcadores en eritrocitos o en otros tipos de células de la sangre como leucocitos, estas muestras se tendrían que aislar a partir de la sangre extraída mediante los protocolos estandarizados y congelarlas ya separadas de los demás componentes. Del mismo modo si se opta por realizar determinaciones con ADN o ARN de los participantes, estas muestras también se tienen que obtener de manera estandarizada utilizando los protocolos pertinentes. La temporalidad en la recolección de muestras vendrá determinada según el estudio sea transversal o longitudinal. En los estudios transversales solamente será necesario recogerlas una vez, mientras que en los estudios longitudinales, habrá que tomar muestras en el momento basal y en distintos períodos de seguimiento de acuerdo con los objetivos del estudio. El número de alícuotas obtenidas puede ser muy grande en los estudios que incluyen miles de participantes por lo que habrá que tener prevista una buena infraestructura de etiquetado y de trazabilidad de las muestras en los congeladores de almacenamiento. También es aconsejable que se piense en constituir algún banco de muestras biológicas y seguir los protocolos de los mismos[17]. Al elegir los protocolos para la obtención y conservación de muestras hay que tener en cuenta algunas limitaciones para la posterior validez de las determinaciones y comparabilidad de los resultados. Actualmente existen distintos anticoagulantes que se utilizan en los tubos de recolección de las muestras de sangre. Determinaciones posteriores pueden variar según se utilice citrato, heparina o EDTA. El tiempo de procesado de la muestra también puede ser muy relevante, así como el tiempo de conservación. Para los estudios ómicos, una de las muestras limitantes es la obtención del RNA, ya que requiere aislamiento previo in fresco o recoger las muestras de sangre, así como almacenarlas en presencia de un conservante del RNA. Aunque la obtención de ADN para genotipado no plantea problemas y generalmente cumple los requisitos de calidad independientemente del anticoagulante utilizado, tiempo de almacenamiento, etc, la obtención de ADN para estudios epigenéticos como metilación puede estar sujeta a más problemas de validez y reproducibilidad en función del método utilizado, la época del año en que se recolectó la muestra, etc. Para un mayor detalle de los factores que afectan a la conservación y procesado de las muestras biológicas en los estudios ómicos, se recomienda la lectura del trabajo de Helbes y cols.[18] en el que dan unas directrices generales in the context of the European project EnviroGenomarkers (http://www.environgenomarkers.net). In this Project, blood-derived biobank samples are being analyzed on multiple omic platforms with the aim of discovering new biomarkers of exposure and disease risk.

Uso de biomarcadores nutricionales en combinación con datos de cuestionarios

Otro método que se puede utilizar es el uso conjunto de biomarcadores de ingesta con los datos procedentes de cuestionarios donde se mide el consumo de auto-

reportado. Esta combinación permite aumentar la validez de las mediciones, así como aumentar el poder estadístico de las asociaciones entre la dieta y enfermedades relacionadas. Este enfoque ha sido utilizado por varios autores, entre ellos Freedman y cols.[19] en el estudio CAREDS (Estudio de la enfermedad ocular relacionada con la edad). Se trata de un estudio anidado del Health Initiative (WHI). El WHI es un estudio de cohorte prospectivo de 93.676 mujeres posmenopáusicas, reclutados en 40 lugares de los Estados Unidos. En concreto, los investigadores utilizaron este estudio para ilustrar que la asociación inversa entre la luteína de la dieta más zeaxantina y las cataratas nucleares. Mejora en el uso de biomarcadores de forma global para estos carotenoides al considerar también la ingesta con los datos de los cuestionarios de auto-reportados. La ingesta dietética se evaluó mediante el uso de cuestionarios semicuantitativos de consumo de alimentos. Las muestras de suero se recogieron después de 10 o más horas de ayuno en los exámenes iniciales delnWHI y se analizaron para la luteína y la zeaxantina (suma de los isómeros trans). Los autores investigaron 3 maneras de analizar la luteína más la zeaxantina dietéticas, así como sus niveles séricos: Sólo dieta, sólo biomarcadores o combinando las tres formas. Para el tercer método, que utiliza un marcador combinado donde se utilizaron los datos de ambas determinaciones, se utilizaron "scores" ponderadas. Para más detalles sobre ese aspecto, se puede consultar la referencia original[19]. La conclusión a la que llegaron los autores es que mediante la combinación de un biomarcador de la ingesta de la dieta con la ingesta dietética reportada puede aumentar el poder estadístico para detectar una asociación dieta-enfermedad. Por lo tanto, es aconsejable utilizar este método combinado siempre que sea posible. Sin embargo, también reconocen limitaciones a esa combinación cuando el biomarcador no es válido o cuando el error derivado de la ingesta o de la medición de nutrientes a través de los cuestionarios también tiene grandes errores.

Limitaciones y consideraciones en el uso de los biomarcadores

Aunque los biomarcadores pueden proporcionar una medida más objetiva de la ingesta de alimentos, para muchos de ellos existen distintos factores inter-individuales que pueden sesgar dichos marcadores y dar valores no verdaderos[20]. Entre estos factores, además del sexo, edad, consumo de tabaco, alcohol, fármacos, actividad física y otros factores del estilo de vida, se encontrarían otros factores de la dieta (interacciones nutriente-nutriente), tipo de muestra biológica (sangre, plasma, suero, orina, etc) y condiciones relacionadas con la obtención y de almacenamiento de las muestras (transporte, tiempo de almacenamiento, época de la recolección de la muestra incluyendo dia de la semana, estación del año, etc) así como las particularidades de la metodología de laboratorio para su determinación (precisión, validez, límites de detección, técnica analítica, variaciones inter-laboratorios; etc.)[20]. Además de todos ellos, cada día, a medida que avanzan las investigaciones sobre la variabilidad inter-individual, cobran más importancia los marcadores genéticos. En particular los polimorfismos genéticos en genes relevantes relacionados con cada uno de los biomarcadores analizados. Existen muchos tipos de polimorfismos genéticos. Los más estudiados son los que consisten en un solo cambio de base en un lugar del genoma y se denominan single nucleotide polymorphisms (SNPs). Existen millones de SNPs en el genoma humano y la tecnología para su determinación ha evolucionado espectacularmente pasando de técnicas rudimentarias que eran lentas y caras a otras tecnologías muy automatizadas y de menor coste. Con ello en la actualidad resulta muy fácil y rápido incorporar las determinaciones genéticas en los estudios de epidemiología nutricional[6]. Esta variación genetica no solo puede afectar a las preferencias en la elección y consumo de alimentos, sino que también va a tener un papel relevante en el matabolismo del nutriente, en la biodisponibilidad, absorción, transporte, y de los nutrientes o componentes de los alimentos. Existen muchos ejemplos de la influencia de los polimorfismos genéticos en las concentraciones de distintos biomarcadores. Entre ellos podemos señalar la influencia del polimorfismo genético rs1279683 (A > G) en el gen SLC23A2 y concentraciones plasmáticas de vitamina C[21]. Las concentraciones plasmáticas de vitamina C están determinadas por la ingesta dietética, así como por factores genéticos. El ácido L-ascórbico obtenido a partir de la dieta se transporta a través de la membrana celular por cotransportadores de ácido L-ascórbico/sodio (SVCTs). Dos isoformas, SVCT1 (codificada por el gen SLC23A1) y SVCT2 (codificada por el gen SLC23A2), desempeñan papeles centrales en la absorción y la acumulación de la vitamina C en muchos tejidos. En un estudio llevado a cabo por nuestro grupo para investigar la influencia de las concentraciones plasmáticas de vitamina C en el riesgo de glaucoma[21], encontramos que el SNP rs1279683-SLC23A2, estaba fuertemente asociado a las concentraciones en plasma de vitamina C, tanto en los casos y controles (fig. 2). De acuerdo con estos resultados, los homocigotos portadores del alelo G tienen concentraciones plasmáticas de vitamina C significativamente más bajas que los otros genotipos a pesar de tener ingestas similares.

Otro ejemplo relevante de la influencia de los polimorfismos genéticos en concentraciones de un biomarcador, independientemente de la ingestión, son los polimorfismos en genes relevantes en el metabolismo de acididos grasos poliinsaturados. La delta-6 desaturasa (D6D) y la delta-5 desaturasa (D5D) son enzimas unidas a la membrana que catalizan la formación de los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. Los genes que codifican desaturasas (FADS1 para D5D y FADS2 para D6D) forman un grupo de genes en el cromosoma 11 junto con un tercer gen de desaturasa, FADS3, con función menos conocida. Varios estudios han replicado consistentemente las asociaciones entre los polimorfismos

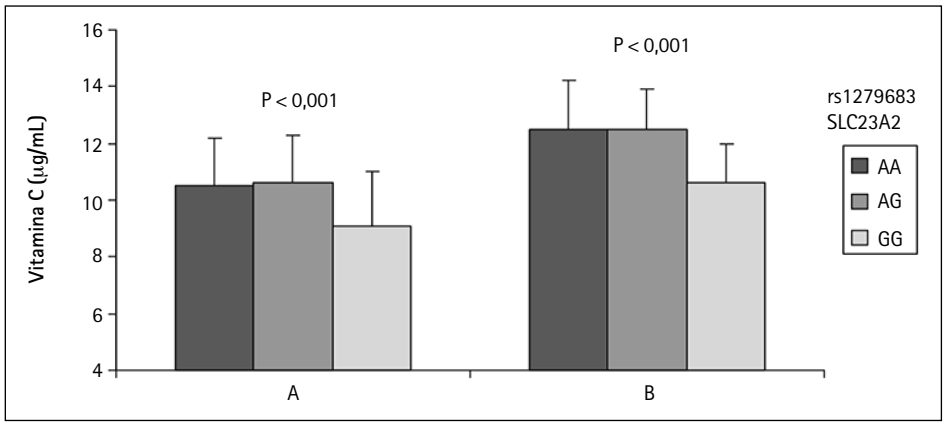


Fig. 2.—Concentraciones plasmáticas de vitamina C (µg/mL) en casos de galucoma de ángulo abierto (n = 150) (A) y controles (n = 150) (B) de acuerdo con el polimorfismo rs1279683 (A > G) en el gen SLC23A2 (adaptada de la referencia 21).

en los genes FADS1 y FADS2 y mediciones de la concentración de ácidos grasos poliinsaturados en diferentes muestras biológicas[22]. Esta influencia genética es relevante y es importante tenerla en cuenta en los estudios de epidemiología nutricional y, como directriz, se recomienda incorporar gradualmente las determinaciones de los polimorfismos genéticos más relevantes en estudios epidemiológicos nutricionales como control de las diferencias interindividuales más importantes.

Nuevos biomarcadores basados en ómicas

Ya sea como control de las diferencias interindividuales en la medición de biomarcadores clásicos o adecuadamente consideradas como biomarcadores, las tecnologías ómicas han llevado al estudio y validación de nuevos biomarcadores en nutrición y salud[23]. Entre ellos se encuentran los que se muestran en la tabla II:

– *Biomarcadores genéticos:* Estos biomarcadores se basan en la determinación de polimorfismos genéticos (SNPs) principalmente y pueden ser de cualquier tipo, ya sean de ingesta o de efecto (metabolismo) o como riesgo de enfermedad. Ellos se pueden determinar en el ADN de cualquier muestra biológica que contiene células con núcleo (ventaja). Su determinación no varía con el tiempo y las muestras son fácilmente conservadas y transportadas (sangre, orina, pelo, tejidos diferentes, etc. todo puede ser usado). Además, permiten una determinación rápida a bajo coste económico. Por otra parte, en los últimos años los chip de genotipado de alta densidad han permitido determinar simultáneamente miles de polimorfismos genéticos. Esta capacidad ha llevado a los llamados estu-

Tabla II
Clasificación de los nuevos biomarcadores basados en ómicas

Biomarcadores genéticos:	Basados en los cambios en el ADN, principalmente los polimorfismos de un solo nucleótido (SNP). Ejemplos: Los polimorfismos en el gen de la lactasa (LCT) como representantes del consumo de leche en los análisis de randomización mendeliana.
Biomarcadores epigenéticos:	Biomarcadores basados en de los principales reguladores epigenéticos: metilación del ADN, modificación de histonas y ARNs no codificantes. Ejemplos: hipermetilación del ADN o hipometilación del genes específicos en función de la ingesta de alimentos; Los niveles de microRNAs circulantes asociados con varias enfermedades relacionadas con la nutrición.
Biomarcadores transcriptómicos:	Biomarcadores basados en la expresión de ARN (transcriptoma completo o diferencias en la expresión de genes específicos seleccionados). Ejemplo: Diferencias del perfil de expresión génica en sujetos que siguen una dieta mediterránea, en comparación con los sujetos control.
Biomarcadores proteómicos:	Biomarcadores basados en el estudio del proteoma. Ejemplo: Análisis del proteoma de los participantes alimentados con dietas control con el proteoma de participantes alimentados con dietas bajas en folato.
Biomarcadores lipidómicos:	Biomarcadores basados en el estudio del lipidoma. Ejemplo: Perfil lipidómico de plasma humano en sujetos diabéticos tipo 2 con una dieta alta en grasas en comparación con una dieta alta en carbohidratos.
Biomarcadores metabolómicos:	Biomarcadores basados en el estudio del metaboloma. Ejemplo: El perfil urinario 1H NMR en sujetos que siguen una dieta mediterránea tradicional en comparación con el perfil urinario de sujetos en una dieta baja en grasas.

dios de asociación de genoma completo (GWAS) y al descubrimiento de nuevos genes y SNPs asociados a los diferentes niveles de los otros biomarcadores, la ingesta dietética o de fenotipos de la enfermedad. Recientemente una serie de meta-análisis que incluyen miles de personas han publicado la identificación de nuevas variantes genéticas asociadas con la ingesta de alimentos y nutrientes[24,25] o con concentraciones de biomarcadores, como filoquinona circulante[26] circulante. También recientemente, los estudios genómicos en lípidos han incorporado las tecnologías de secuenciación de nueva generación para la identificación de nuevas variantes genéticas asociadas con diferentes biomarcadores, identificando principalmente nueva variantes de baja prevalencia[27].

Por otra parte, la randomización mendeliana implica utilizar biomarcadores genéticos como variables representativas del consumo. Las variantes genéticas asociadas con el factor de riesgo de interés se consideran de una manera similar a la asignación aleatoria en un ensayo clínico. El significado moderno de la aleatorización mendeliana se basa en la segunda ley de Mendel, la ley de la distribución independiente, lo que supone que la herencia de un rasgo es independiente de la herencia de otro rasgo[28]. En términos de biomarcadores nutricionales, SNPs que tienen una función biológica bien caracterizada puede ser utilizado para estudiar el efecto de una exposición ambiental sospechada sobre el riesgo de la enfermedad. Por lo tanto, hay varios estudios que utilizan variantes genéticas como variables instrumentales para las exposiciones ambientales. Un ejemplo bien conocido es el polimorfismo de la lactosa. El polimorfismo -13910C > T (rs4988235) en el gen de la lactasa (LCT) está fuertemente asociado con la persistencia de la lactasa (LP) en Europeans[29]. Los individuos lactasa no persistentes (LNP) tienen dificultades para metabolizar la lactosa y, después de consumir productos lácteos, a menudo tienen síntomas de dolor abdominal y diarrea. Como resultado, los individuos con LNP tienden a consumir menos productos lácteos[29] que contiene lactosa y, por lo tanto, la variante asociada con LNP (genotipo CC) puede ser una variable instrumental para una baja exposición a la leche. Del mismo modo, otro gen informativo es la ALDH2 (aldehído deshidrogenasa). El acetaldehído es el primer metabolito de del etanol. La ALDH2 es la enzima principal responsable de la eliminación de acetaldehído. Hay un polimorfismo funcional (Glu487Lys), resultando en una enzima inactiva. El alelo 487Lys se asocia con disminución de la capacidad para metabolizar el acetaldehído, y por lo tanto contribuye a altas concentraciones de acetaldehído después de beber alcohol (que resulta en enrojecimiento de la cara, náuseas y dolor de cabeza en respuesta al consumo de alcohol). Debido a estas reacciones adversas, los sujetos homocigotos para el alelo 487Lys beben notablemente menos alcohol que los sujetos homocigotos para el otro alelo. Por lo tanto, el polimorfismo ALDH2 puede definir grupos con diferentes cantidades de ingesta de alcohol y estas variantes usadas como un sustituto de exposición al alcohol[30]. Sin embargo, aunque el enfoque de la aleatorización mendeliana muestra una promesa considerable en la integración de los marcadores genéticos en la investigación de epidemiología nutricional, su aplicación a otras variantes genéticas tiene varias limitaciones potenciales cuando los supuestos de aleatorización mendeliana son violados[28].

Además de estas consideraciones, los biomarcadores genéticos son cruciales para estudiar distintos fenotipos intermedios (lípidos plasmáticos, glucosa en ayunas, los marcadores oxidativos, los marcadores de inflamación, etc.) y fenotipos finales de enfermedad (enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades neurodegenerativas, diabetes tipo 2, obesidad, etc.). En epidemiología nutricional, al establecer la asociación entre la dieta y las enfermedades, los polimorfismos genéticos más relevantes relacionados con los fenotipos de interés deben ser determinados. Actualmente hay cientos de SNPs consistentemente asociados con diferentes fenotipos de enfermedades relacionadas con la nutrición que deben ser considerados en los estudios se centran en estos fenotipos. A modo de ejemplo, la tabla III[31-37] muestra los principales genes y variantes genéticas consistentemente asociados con fenotipos intermedios y enfermedades en la epidemiología cardiovascular. La integración de la genética en la nutrición ha impulsado los avances en las interacciones gen-dieta y la genómica nutricional[38]. En el estudio PREDIMED, hemos encontrado algunas interesantes interacciones gen-dieta en la determinación de los fenotipos intermedios y enfermedad cardiovascular que implican polimorfismos comunes en el gen TCF7L2[39] y el gen MLXIPL[40] y la intervención con dieta mediterránea.

- *Biomarcadores epigenéticos:* El término epigenética/epigenómica se utiliza para describir una variedad de modificaciones en el genoma que no implican cambios en la secuencia de ADN y pueden resultar en la alteración de la expresión génica que permiten la expresión diferencial de información genética[40]. Constituye el eslabón perdido entre la genética, el medio ambiente y las enfermedades. Una de las principales ventajas de los biomarcadores epigenéticos, a diferencia de las variaciones en el genoma, es que las marcas epigenéticas son reversibles y pueden permitir una rápida adaptación al medio ambiente. Hay 3 categorías principales de las marcas epigenéticas: metilación del ADN, modificación de histonas y regulación por ARN no codificante. La metilación del ADN es una modificación epigenética bien caracterizado del genoma. La mayoría de la metilación del ADN en los seres humanos se produce en los dinucleótidos citosina-fosfato-guanina (CpG) y consiste en la adición de un grupo metilo en posición 5 de los residuos de citosina de la isla CpG, proporcionando marcas en el genoma por las cuales los genes se activan transcripcionalmente o se silencian[41]. La hipermetilación de islas o hipometilación pertinentes se han asociado con varios fenotipos de enfermedad[42]. Existen estudios preliminares que muestran que la dieta puede afectar la metilación de ciertos sitios del ADN y que estos cambios

Tabla III
Principales genes y variantes genéticas asociadas con fenotipos intermedios y finales de enfermedad cardiovascular

Referencias	*Gen*	*Variante genética*	*Fenotipo intermedio*	*Enfermedad cardiovascular*
Khan et al, 2013[31]	APOE	Polimorfismo común APOE (E2,E3 y E4) (rs4420638 and rs7412)	Superior c-LDL y colesterol total en los portadores del alelo APOE-E4 en comparación con los sujetos E3/E3	El alelo APOE-E4 asociado con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares (ictus e infarto de miocardio)
Ridker et al, 2009[32]	CETP	Varios SNPs en parcial LD: rs708272, rs7202364 y rs4329913	Mayores concentraciones de HDL-C y APOA1 en portadores del alelo menor	Menor riesgo de infarto de miocardio en los portadores del alelo menor
Wang et al, 2011[33]	LPL	Varios SNPs en parcial LD: rs328 y rs230	Mayores concentraciones de HDL-C y triglicéridos más bajos en los portadores del alelo menor	Baja el riesgo de ictus en los portadores del alelo menor
Zang et al, 2011[34]	APOA5	SNPs: -1131T > C (rs662799) y S19W (rs3135506)	Elevadas concentraciones de triglicéridos en portadores de los alelos menores	Mayor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores de los alelos menores
Teslovich et al, 2010[35]	LDL-R	SNP rs6511720	Menor c-LDL y colesterol total en los portadores del alelo menor	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Teslovich et al, 2010[35]	CILP2	SNP rs10401969	Menor c-LDL y colesterol total en los portadores del alelo menor	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Teslovich et al, 2010[35]	SORT1	SNP rs629301	Menor c-LDL y colesterol total en los portadores del alelo menor	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Teslovich et al, 2010[35]	KLF14	SNP rs4731702	Mayores concentraciones de c-HDL en los portadores del alelo menor	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Kathiresan and Srivastava, 2012[36]	TRIB1	Varios SNPs en parcial LD: rs2954029, rs2954022 y rs2980885	El alelo menor se asocia a reducir los triglicéridos, reducir el colesterol LDL, y el aumento de c-HDL	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Kathiresan and Srivastava, 2012[36]	PCSK9	Variante común con cambio de aminoácido	La variante alélica se asocia con menores concentraciones de c-LDL	Menor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores del alelo menor
Do et al, 2013[37]	APOA1	SNP rs10790162	La variante alélica se asocia con mayores concentraciones de c-LDL	Mayor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores de la variante alélica
Do et al, 2013[37]	APOB	SNP rs1367117	La variante alélica se asocia con mayores concentraciones de triglicéridos	Mayor riesgo de enfermedad coronaria en los portadores de la variante alélica

LD: Desequilibrio de ligamiento.

en la metilación son dinámicos[43,44]. Sin embargo, se necesitan muchos más estudios para establecer las metilaciones en distintos genes como nuevos biomarcadores de ingesta de enfermedad.

En cuanto a la regulación epigenética a través de los ARN no codificantes, aunque existen distintas clases de estos ARNs en función de su tamaño (largos, pequeños, etc.), los microRNA (miRNA) son actualmente los más importantes[45]. Los miRNAs son pequeñas cadenas de ARN de una sola hebra (18-25 nucleótidos) no codificantes pero funcionales, que regulan la expresión de genes actuando sobre su ARNm diana de manera post-transcripcional. Estos miRNAs han surgido como reguladores epigenéticos cruciales de muchos procesos relacionados con la nutrición. La evidencia reciente pone de relieve cómo la dieta puede influir en varios fenotipos de la enfermedad a través de la modulación de la expresión por miRNAs[45] expression. Además, los miRNAs circulantes están emergiendo como biomarcadores de varias enfermedades[46,47]. Por otra parte, hay algunos estudios que indican que algunos miRNAs exógenos podrían ser utilizados como biomarcadores de la ingesta de alimentos (detección de miRNAs de arroz consumidos en el plasma humano), pero todavía hay mucha controversia sobre ello[45]. En general, en cuanto a las promesas de los diferentes tipos de biomarcadores de microARN, podemos afirmar que todavía es necesaria una optimización muy cuidadosa y una estandarización rigurosa de métodos analíticos y preanalíticos para garantizar que los resultados obtenidos sean validados y fiables[48].

– *Biomarcadores transcriptómicos:* Nos proporcionan conocimiento del transcriptoma, ya sea de forma individual para cada gen específico estudiado o para el análisis de la expresión de varios genes simultáneamente en diferentes escalas. De esta manera podemos investigar cómo la exposición a diferentes factores de la dieta afecta a la expresión de todos los genes (transcriptoma completo) o de los genes específicos. Estos estudios de expresión se pueden realizar ya sea mediante el análisis de la intervención con dietas completas (por ejemplo, la dieta mediterránea como en contra de una dieta baja en grasas)[49] o mediante la administración de alimentos específicos (por ejemplo, aceite de oliva) o componentes específicos de la dieta (vitaminas, etc.). Aunque inicialmente se llevaron a cabo estos estudios transcriptómicos independientemente de otras ómicas, en los últimos años, la tendencia general es la integración con otras ómicas: genómica, metabolómica, lipidómica y epigenomics[50]. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que una de las limitaciones de la transcriptómica o de la epigenómica es que el transcriptoma y el epigenoma no son los mismos para todas las células del organismo, como es cierto para la genómica, ya que el nivel de expresión varía en función de los tejidos analizados, añadiendo un poco más de dificultad para la investigación de estos biomarcadores.

– *Biomarcadores proteómicos, lipidomicos y metabolómicos.* La proteómica, la lipidómica y la metabolómica, a través del estudio exhaustivo de las proteínas, los lípidos y metabolitos, respectivamente también están comenzando a aplicarse en el campo de los biomarcadores nutricionales, proporcionando resultados prometedores. La metabolómica puede ser definida como la detección de metabolitos de tamaño de molécula pequeña presentes en muestras de origen biológico. La caracterización de todos los metabolitos puede proporcionar una imagen del metabolismo y una huella molecular[51]. Una caracterización de este tipo es un biomarcador de un estado biológico del sujeto. Además, la metabolómica se pueden utilizar para examinar el resultado de estrategias de intervención nutricional mediante la observación y la comparación de los perfiles metabolómicos. Esta ciencia está todavía en sus incicios, pero promete revolucionar los biomarcadores nutricionales. Hasta hace poco, el análisis de los alimentos se limitó a estimar su valor nutricional basado en el contenido: hidratos de carbono, grasas, proteínas, agua, vitaminas y minerales, además de varios componentes no nutritivos. No obstante, la metabolómica está ayudando a explorar los miles de componentes adicionales. Una gran proporción del metaboloma de alimentos consiste en fitoquímicos. Por otra parte, la metabolómica es capaz de encontrar una gran lista de productos químicos ambientales como plaguicidas y diferentes toxinas en alimentos y bebidas. La detección de estos compuestos en los estudios nutricionales puede ayudar a tener un análisis más integral de la influencia de la alimentación en la salud y la enfermedad. Hay varios estudios que muestran resultados prometedores en el campo nutricional. Así, Guertin y cols.[52] llevaron a cabo una investigación de metabolómica en una submuestra bastante grande (n = 502) participantes en el estudio Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian (PLCO) Cancer Screening Trial. Su objetivo era la identificación de los metabolitos que son biomarcadores de la ingesta dietética habitual y también evaluar la reproducibilidad y tamaño de las muestras necesarias para determinar el potencial de la metabolómica en epidemiología nutricional. Muestras de suero basal se analizaron mediante cromatografía en fase líquida de ultra alto rendimiento acoplada con espectrometría de masas y espectrometría de gases. Se detectaron 412 metabolitos conocidos. Los vegetales verdes, cítricos, carnes rojas, mariscos, pescado, cacahuetes, arroz, mantequilla, café, cerveza, licores, etanol total y multivitaminas fueron cada uno de ellos correlacionados con al menos un metabolito y en total, se identificaron 39 biomarcadores dietéticos (ampliar información en referencia 52). Encontraron algunas asociaciones fuertes que replican hallazgos anteriores, como la correlación entre el consumo de cítricos con estachidrina; el consumo de café con trigonelina-N-metilnicotinato y quinato) y la ingesta de alcohol con glucurónido de etilo. En el estudio PREDIMED también hemos utilizado la metabolómica para detectar nuevos biomarcadores de ingesta. En uno de los estudios de metabolómica[53], se evaluó el efecto de la intervención con dieta mediterránea (suplementada bien con aceite de oliva virgen extra o frutos secos) en una submuestra

de participantes no diabéticos. Los perfiles urinarios 1H NMR fueron examinados al inicio del estudio y después de 1 y 3 años de seguimiento. En comparación con el grupo control (dieta baja en grasas), los resultados más destacados para los grupos de dieta mediterránea fue la identificación de un perfil de característica relacionada con el metabolismo de los hidratos de carbono (3-hidroxibutirato, citrato, y cis-aconitato), creatina, creatinina , aminoácidos (prolina, N-acetilglutamina, glicina, aminoácidos de cadena ramificada, y los metabolitos derivados), lípidos (ácidos oleico y subérico), y cometabolitos microbianos (fenilacetilglutamina y p-cresol). Estos resultados mostraron que la aplicación de la metabolómica basada en RMN hacen posible la clasificación de los individuos con respecto a su patrón de dieta y la respuesta a las intervenciones dietéticas específicas.

En general, la proteómica, la lipodómica y la metabolómica y están siendo consideradas como una gran innovación en el descubrimiento de nuevos biomarcadores de ingesta, efecto y de patología. Muchos avances se están realizando en este campo y hay hallazgos importantes. Aunque los resultados son, en general, todavía preliminares y las técnicas siguen siendo caras para grandes estudios epidemiológicos, todas ellas son consideradas como importantes tecnologías del futuro para la detección de la ingesta de alimentos específicos y de otros biomarcadores relevantes del estado de salud.

Conclusiones

Dados los grandes avances que metodológicamente se están realizando en el ámbito de los biomarcadores en los estudios nutricionales con la incorporación de las nuevas ómicas, se aconseja obtener y almacenar muestras biológicas en los estudios de epidemiología nutricional para poder realizar las determinaciones de los principales biomarcadores relacionados con los objetivos del estudio. Actualmente todavía existen limitaciones en la validez y fiabilidad de muchos de los marcadores, pero en un futuro se espera que minimicen muchas de estas limitaciones y podamos disponer de biomarcadores validados y de bajo coste.

Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado en parte por el Ministerio de Sanidad (Instituto de Salud Carlos III) y el Ministerio de Economía e Innovación, España y el Fondo Europeo de Desarrollo regional (Proyectos: CIBER 06/03, CNIC-06, PI11/02505, AGL2010-22319-C03-03) y Generalitat Valenciana (ACOMP/2013/165 and ACOMP/2013/159).

Conflictos de intereses

Los autores no tienen conflictos de interes

Referencias

1. Hedrick VE, Dietrich AM, Estabrooks PA, Savla J, Serrano E, Davy BM. Dietary biomarkers: advances, limitations and future directions. *Nutr J* 2012; 11: 109.
2. Biomarkers definitions working group. Biomarkers and surrogate endpoints: preferred definitions and conceptual framework. *Clin Pharmacol Ther* 2001; 69: 89-95.
3. de Vries J, Antoine JM, Burzykowski T, Chiodini A, Gibney M, Kuhnle G, Méheust A, Pijls L, Rowland I. Markers for nutrition studies: review of criteria for the evaluation of markers. *Eur J Nutr* 2013; 52: 1685-99.
4. Potischman N, Freudenheim JL. Biomarkers of nutritional exposure and nutritional status: an overview. *J Nutr* 2013; 133: S3873–S3874.
5. Potischman N: Biologic and methodologic issues for nutritional biomarkers. *J Nutr* 2003; 133: 875S-880S.
6. Jenab M, Slimani N, Bictash M, Ferrari P, Bingham SA. Biomarkers in nutritional epidemiology: applications, needs and new horizons. *Hum Genet* 2009; 125: 507-25.
7. Bingham SA. Urine nitrogen as a biomarker for the validation of dietary protein intake. *J Nutr* 2003; 133: 921S-924S.
8. Day N, McKeown N, Wong M, Welch A, Bingham S. Epidemiological assessment of diet: a comparison of a 7-day diary with a food frequency questionnaire using urinary markers of nitrogen, potassium and sodium. *Int J Epidemiol* 2001; 30: 309-17.
9. Kipnis V, Subar AF, Midthune D, Freedman LS, Ballard-Barbash R, Troiano RP, et al. Structure of dietary measurement error: results of the OPEN biomarker study. *Am J Epidemiol* 2003; 158 (1): 14-21.
10. Prentice RL, Huang Y, Kuller LH, Tinker LF, Horn LV, Stefanick ML, Sarto G et al. Biomarker-calibrated energy and protein consumption and cardiovascular disease risk among postmenopausal women. *Epidemiology* 2011; 22: 170-9.
11. Prentice RL, Mossavar-Rahmani Y, Huang Y, Van Horn L, Beresford SA, Caan B et al. Evaluation and comparison of food records, recalls, and frequencies for energy and protein assessment by using recovery biomarkers. *Am J Epidemiol* 2011; 174 (5): 591-603.
12. Bingham S, Luben R, Welch A, Low YL, Khaw KT, Wareham N et al. Associations between dietary methods and biomarkers, and between fruits and vegetables and risk of ischaemic heart disease, in the EPIC Norfolk Cohort Study. *Int J Epidemiol* 2008; 37: 978–87.
13. Grace PB, Taylor JI, Low YL, Luben RN, Mulligan AA, Botting NP, et al. Phytoestrogen concentrations in serum and spot urine as biomarkers for dietary phytoestrogen intake and their relation to breast cancer risk in European prospective investigation of cancer and nutrition-norfolk. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2004; 13: 698-708.
14. Tasevska N, Runswick SA, McTaggart A, Bingham SA. Urinary sucrose and fructose as biomarkers for sugar consumption. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005; 14: 1287-94.
15. Tasevska N, Midthune D, Tinker LF, Potischman N, Lampe JW, Neuhouser ML, Beasley JM, et al. Use of a Urinary Sugars Biomarker to Assess Measurement Error in Self-Reported Sugars Intake in the Nutrition and Physical Activity Assessment Study (NPAAS). *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2014; 23: 2874-83.
16. Mercuri A, Turchi S, Borghini A, Chiesa MR, Lazzerini G, Musacchio L, et al. Nitrogen biobank for cardiovascular research. *Curr Cardiol Rev* 2013; 9: 253-9.
17. Peakman TC, Elliott P. The UK Biobank sample handling and storage validation studies. *Int J Epidemiol* 2008; 37: i2-6.
18. Hebels DG, Georgiadis P, Keun HC, Athersuch TJ, Vineis P, Vermeulen R et al. Performance in omics analyses of blood samples in long-term storage: opportunities for the exploitation of existing biobanks in environmental health research. *Environ Health Perspect* 2013; 121: 480-7.
19. Freedman LS, Tasevska N, Kipnis V, Schatzkin A, Mares J, Tinker L, Potischman N. Gains in statistical power from using a dietary biomarker in combination with self-reported intake to strengthen the analysis of a diet-disease association: an example from CAREDS. *Am J Epidemiol* 2010; 172: 836-42.
20. Rubio-Aliaga I, Kochhar S, Silva-Zolezzi I. Biomarkers of nutrient bioactivity and efficacy: a route toward personalized nutrition. *J Clin Gastroenterol* 2012; 46: 545-54.

21. Zanon-Moreno V, Ciancotti-Olivares L, Asencio J, Sanz P, Ortega-Azorin C, Pinazo-Duran MD, Corella D. Association between a SLC23A2 gene variation, plasma vitamin C levels, and risk of glaucoma in a Mediterranean population. *Mol Vis* 2011; 17: 2997-3004.
22. Corella D, Ordovás JM. Interactions between dietary n-3 fatty acids and genetic variants and risk of disease. *Br J Nutr* 2012; 107: S271-83.
23. Ohlhorst SD, Russell R, Bier D, Klurfeld DM, Li Z, Mein JR et al. Nutrition research to affect food and a healthy life span. *Am J Clin Nutr* 2013; 98: 620-5.
24. Tanaka T, Ngwa JS, van Rooij FJ, Zillikens MC, Wojczynski MK, Frazier-Wood AC et al. Genome-wide meta-analysis of observational studies shows common genetic variants associated with macronutrient intake. *Am J Clin Nutr* 2013; 97: 1395-402.
25. The Coffee and Caffeine Genetics Consortium, Cornelis MC, Byrne EM, Esko T, Nalls MA, Ganna A, et al. Genome-wide meta-analysis identifies six novel loci associated with habitual coffee consumption. *Mol Psychiatry* 2014 (in press).
26. Dashti HS, Shea MK, Smith CE, Tanaka T, Hruby A, Richardson K, et al. Meta-analysis of genome-wide association studies for circulating phylloquinone concentrations. *Am J Clin Nutr* 2014; 100: 1462-9.
27. Wood AR, Tuke MA, Nalls M, Hernandez D, Gibbs JR, Lin H et al. Whole-genome sequencing to understand the genetic architecture of common gene expression and biomarker phenotypes. *Hum Mol Genet* 2014 (in press).
28. VanderWeele TJ, Tchetgen EJ, Cornelis M, Kraft P. Methodological challenges in mendelian randomization. *Epidemiology* 2014; 25: 427-35.
29. Almon R, Patterson E, Nilsson TK, Engfeldt P, Sjöström M. Body fat and dairy product intake in lactase persistent and non-persistent children and adolescents. *Food Nutr Res* 2010; 54.
30. Au Yeung SL, Jiang C, Cheng KK, Liu B, Zhang W, Lam TH et al. Is aldehyde dehydrogenase 2 a credible genetic instrument for alcohol use in Mendelian randomization analysis in Southern Chinese men? *Int J Epidemiol* 2013; 42: 318-28.
31. Khan TA, Shah T, Prieto D, Zhang W, Price J, Fowkes GR et al. Apolipoprotein E genotype, cardiovascular biomarkers and risk of stroke: systematic review and meta-analysis of 14,015 stroke cases and pooled analysis of primary biomarker data from up to 60,883 individuals. *Int J Epidemiol* 2013; 42: 475-92.
32. Ridker PM, Paré G, Parker AN, Zee RY, Miletich JP, Chasman DI. Polymorphism in the CETP gene region, HDL cholesterol, and risk of future myocardial infarction: Genomewide analysis among 18 245 initially healthy women from the Women's Genome Health Study. *Circ Cardiovasc Genet* 2009; 2: 26-33.
33. Wang C, Sun T, Li H, Bai J, Li Y. Lipoprotein lipase Ser447Ter polymorphism associated with the risk of ischemic stroke: a meta-analysis. *Thromb Res* 2011; 128: e107-12.
34. Zhang Z, Peng B, Gong RR, Gao LB, Du J, Fang DZ et al. Apolipoprotein A5 polymorphisms and risk of coronary artery disease: a meta-analysis. *Biosci Trends* 2011; 5: 165-72.
35. Teslovich TM1, Musunuru K, Smith AV, Edmondson AC, Stylianou IM, Koseki M et al. Biological, clinical and population relevance of 95 loci for blood lipids. *Nature* 2010; 466: 707-13.
36. Kathiresan, S., Srivastava, D. Genetics of human cardiovascular disease. *Cell* 2012; 148: 1242-57.
37. Do R, Willer CJ, Schmidt EM, Sengupta S, Gao C, Peloso GM et al. Common variants associated with plasma triglycerides and risk for coronary artery disease. *Nat Genet* 2013; 45: 1345-52.
38. Corella D, Ordovas JM. Nutrigenomics in cardiovascular medicine. *Circ Cardiovasc Genet* 2009; 2: 637-51.
39. Corella D, Carrasco P, Sorlí JV, Estruch R, Rico-Sanz J, Martínez-González MÁ et al. Mediterranean diet reduces the adverse effect of the TCF7L2-rs7903146 polymorphism on cardiovascular risk factors and stroke incidence: a randomized controlled trial in a high-cardiovascular-risk population. *Diabetes Care* 2013; 36: 3803-11.
40. Ortega-Azorín C, Sorlí JV, Estruch R, Asensio EM, Coltell O, González JI et al. Amino acid change in the carbohydrate response element binding protein is associated with lower triglycerides and myocardial infarction incidence depending on level of adherence to the Mediterranean diet in the PREDIMED trial. *Circ Cardiovasc Genet* 2014; 7: 49-58.
41. Rozek LS, Dolinoy DC, Sartor MA, Omenn GS. Epigenetics: relevance and implications for public health. *Annu Rev Public Health* 2014; 35: 105-22.
42. de Mello VD, Pulkkinen L, Lalli M, Kolehmainen M, Pihlajamäki J et al. DNA methylation in obesity and type 2 diabetes. *Ann Med* 2014; 46: 103-13.
43. Dominguez-Salas P, Moore SE, Baker MS, Bergen AW, Cox SE, Dyer RA et al. Maternal nutrition at conception modulates DNA methylation of human metastable epialleles. *Nat Commun* 2014; 5: 3746.
44. Aslibekyan S, Wiener HW, Havel PJ, Stanhope KL, O'Brien DM, Hopkins SE et al. DNA methylation patterns are associated with n-3 fatty acid intake in Yup'ik people. *J Nutr* 2014; 144: 425-30.
45. Ross SA, Davis CD. The emerging role of microRNAs and nutrition in modulating health and disease. *Annu Rev Nutr* 2014; 34: 305-36.
46. Hayes J, Peruzzi PP, Lawler S. MicroRNAs in cancer: biomarkers, functions and therapy. *Trends Mol Med* 2014; 20: 460-9.
47. Bronze-da-Rocha E. MicroRNAs expression profiles in cardiovascular diseases. *Biomed Res Int* 2014; 2014: 985408.
48. Witwer KW. Circulating MicroRNA Biomarker Studies: Pitfalls and Potential Solutions. *Clin Chem* 2015; 61: 56-63.
49. Castañer O, Corella D, Covas MI, Sorlí JV, Subirana I, Flores-Mateo G et al. In vivo transcriptomic profile after a Mediterranean diet in high-cardiovascular risk patients: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2013; 98: 845-53.
50. Wu PY, Chandramohan R, Phan JH, Mahle WT, Gaynor JW, Maher KO, et al. Cardiovascular transcriptomics and epigenomics using next-generation sequencing: challenges, progress, and opportunities. *Circ Cardiovasc Genet* 2014; 7: 701-10.
51. Gibbons H, O'Gorman A, Brennan L. Metabolomics as a tool in nutritional research. *Curr Opin Lipidol* 2015; 26: 30-4.
52. Guertin KA, Moore SC, Sampson JN, Huang WY, Xiao Q, Stolzenberg-Solomon RZ, Sinha R, Cross AJ. Metabolomics in nutritional epidemiology: identifying metabolites associated with diet and quantifying their potential to uncover diet-disease relations in populations. *Am J Clin Nutr* 2014; 100: 208-17.
53. Vázquez-Fresno R, Llorach R, Urpi-Sarda M, Lupianez-Barbero A, Estruch R, Corella D et al. Metabolomic Pattern Analysis after Mediterranean Diet Intervention in a Nondiabetic Population: A 1- and 3-Year Follow-up in the PREDIMED Study. J Proteome Res. *J Proteome Res* 2015; 14: 531-40.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):188-194
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5065

Identificación, impacto y tratamiento de datos perdidos y atípicos en epidemiología nutricional

Rosa Abellana Sangra[1], Andreu Farran Codina[2]

[1]Departamento de Salud Pública. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona. [2]Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Barcelona.

Resumen

Cuando se realiza un estudio epidemiológico nutricional, es inevitable que aparezcan valores perdidos y atípicos. Los datos perdidos aparecen, por ejemplo, por la dificultad de recoger los datos en las encuestas dietéticas que conducen a una falta de información sobre la cantidad de alimentos consumidos y una pobre descripción de ellos. Un inadecuado tratamiento durante el proceso de recolección nos conduce a sesgos y pérdida de precisión y consecuentemente una incorrecta interpretación de los resultados. El objetivo de este artículo es proporcionar recomendaciones sobre el tratamiento de datos perdidos y atípicos, y algunas orientaciones sobre el software existente para calcular el tamaño de muestra y realizar el análisis estadístico. También se realizan recomendaciones sobre la recolección de datos que es un paso importante en la investigación nutricional. Se comentan los métodos que se usan para hacer frente a los datos perdidos, específicamente, el método eliminación de casos, imputación simple o múltiple con indicaciones y ejemplos. También se relata cómo se identifican datos atípicos, el impacto que tienen en el análisis estadístico, las opciones para un adecuado tratamiento y se ilustra mediante un ejemplo. Finalmente, se menciona el software existente que aborda total o parcialmente las cuestiones tratadas, específicamente el software de libre distribución.

Palabras clave: *Valores perdidos. Valore atípicos. Recogida de datos. Epidemiología nutricional.*

THE IDENTIFICATION, IMPACT AND MANAGEMENT OF MISSING VALUES AND OUTLIER DATA IN NUTRITIONAL EPIDEMIOLOGY

Abstract

When performing nutritional epidemiology studies, missing values and outliers inevitably appear. Missing values appear, for example, because of the difficulty in collecting data in dietary surveys, leading to a lack of data on the amounts of foods consumed or a poor description of these foods. Inadequate treatment during the data processing stage can create biases and loss of accuracy and, consequently, misinterpretation of the results. The objective of this article is to provide some recommendations about the treatment of missing and outlier data, and orientation regarding existing software for the determination of sample sizes and for performing statistical analysis. Some recommendations about data collection are provided as an important previous step in any nutritional research. We discuss methods used for dealing with missing values, especially the case deletion method, simple imputation and multiple imputation, with indications and examples. Identification, impact on statistical analysis and options available for adequate treatment of outlier values are explained, including some illustrative examples. Finally, the current software that totally or partially addresses the questions treated is mentioned, especially the free software available.

Key words: *Missing data. Outliers. Data collection. Epidemiology nutritional.*

Introducción

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), la epidemiologia es el "estudio de la distribución de los determinantes de estados o eventos (incluyendo las enfermedades) relacionados con la salud, y la aplicación de este estudio al control de enfermedades y otros problemas de salud". La epidemiologia nutricional se orienta a aspectos de la dieta que pueden influir en la aparición de enfermedades en humanos.

La dieta es un complejo repertorio de exposiciones que están fuertemente correlacionadas. Los individuos se exponen a la dieta en diferentes grados, con pocos cambios claros en la dieta que se produzcan en momentos fácilmente identificables. La evaluación de la ingesta de alimentos es difícil y está sujeta a múltiples sesgos.

Correspondencia: Rosa Abellana Sangra.
Faculta de Medicina. Universidad de Barcelona.
C/ Casanova, 143.
08036 Barcelona. España.
E-mail:rabellana@ub.edu

Además, el consumo de nutrientes se determina normalmente de manera indirecta, a partir del consumo de alimentos reportado o a partir de los niveles de determinados parámetros bioquímicos. Por consiguiente, la limitación más seria a la investigación en epidemiologia nutricional es la medida de la exposición a factores dietético-nutricionales.

Entre otros problemas, los valores desconocidos en los estudios de la dieta pueden aparecer a causa de la falta de registro de consumo de alimentos en determinados días u ocasiones de ingesta, información descriptiva inadecuada para una correcta codificación a nivel individual, la ausencia de alimentos consumidos o de nutrientes de interés en las tablas de composición de alimentos y, en un sentido amplio, los no participantes en un estudio que incluya una muestra aleatoria representativa. Si la imputación de los valores perdidos no se realiza, el efecto de esta falta de información debe tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados obtenidos en los estudios de investigación.

El proceso de investigación científica puede dividirse en diferentes etapas. En primer lugar, es importante revisar la literatura científica y formular apropiadamente un objetivo de investigación y una hipótesis. Luego, es preciso elaborar un buen diseño de investigación que sea capaz de responder a la pregunta formulada. Los procedimientos de muestreo y de determinación del tamaño de la muestra son partes importantes del diseño. Toda esta información debe explicitarse en un protocolo de investigación, en el cual deben figurar detalles instrumentales y procedimentales del estudio. Por ejemplo, deben incluirse los cuestionarios, los análisis bioquímicos u otros procedimientos de obtención de datos. La validación de los cuestionarios de alimentos es un punto importante para evitar sesgos en los datos. Una vez el protocolo se ha elaborado y ha sido revisado, puede empezar el trabajo de campo y la recopilación de datos. Los datos obtenidos tienen que ser codificados y procesados, y este proceso de datos es una parte importante en los estudios de evaluación de la dieta, especialmente si los datos de consumo de alimentos se tienen que utilizar para estimar la ingesta de nutrientes. Los programas informáticos adecuados permiten introducir, gestionar y procesar grandes volúmenes de datos con el propósito de preparar una matriz numérica lista para su análisis estadístico. En este paso, la identificación y extracción de valores atípicos (*outliers*) y el estudio de los valores desconocidos son esenciales para evitar problemas en el análisis estadístico. Se han desarrollado diferentes métodos para tratar los valores extremos y los valores perdidos, y la elección correcta del método es un punto crítico.

El propósito de este artículo es facilitar algunas recomendaciones sobre el tratamiento de los valores perdidos y los valores atípicos, y algunas orientaciones con respecto a los programas informáticos existentes para el cálculo de tamaños muestrales y para la realización de análisis estadístico. Estos programas pueden ayudar a prevenir posibles resultados incorrectos en los análisis estadísticos y la mala interpretación de las observaciones realizadas.

Recolección de datos. Recomendaciones

La recolección de los datos es una parte importante de la investigación. La información recogida y cómo se miden las variables condiciona el análisis estadístico posterior y la validez del estudio. Por eso, se recomienda que se registre la información de los sujetos de forma original en lugar de variables calculadas o categorizadas. Por ejemplo, en lugar de registrarse la edad del sujeto se recomienda recoger el año de nacimiento o el estado nutricional no debería de ser registrado en categorías como "bajo peso", "normal", "sobrepeso" y "obesidad". Es mejor pedir el peso y la altura y luego calcular el índice de masa corporal y de ahí generar las categorías de peso. Lo mismo ocurre con la frecuencia de la ingesta de alimentos. Si la variable frecuencia de consumo se registra utilizando las categorías "menos de 2 veces por semana", "entre 2 y 5 veces" y "5 o más veces a la semana", posteriormente es imposible saber el número de ingestas que ha realizado un sujeto de un alimento y, por lo tanto, la variable no podrá modificarse.

Datos perdidos y atípicos

Datos perdidos

Una vez se han registrado los datos es importante tener en cuenta la información no proporcionada por los sujetos, es decir, los datos faltantes o perdidos. Rubin (1976)[4] clasifica los datos perdidos en tres tipos: datos perdidos completamente al azar (MCAR = *missing completely at random*), datos perdidos al azar (MAR = *missing at random*) y datos perdidos no debidos a azar (NMAR = *not missing at random*). Se considera que los datos perdidos son MCAR cuando la probabilidad de qué un sujeto presente un valor ausente en una variable no depende ni de la propia variable ni de ninguna otra variable recogida. En cambio, los datos perdidos se consideran MAR cuando la probabilidad de no observar un dato depende de otras variables pero no de los valores de la variable con valores perdidos. Finalmente, los datos perdidos se consideran de tipo NMAR cuando la probabilidad de que un sujeto presente un valor faltante depende de dicha variable con valores perdidos.

Por ejemplo, cuando se registra el índice de masa corporal según el sexo de los sujetos, si no existe ninguna razón en particular de porque un sujeto no informa de su peso, entonces los datos faltantes se consideran MCAR. Sin embargo, si es más probable que las mujeres no nos revelen su peso, estos datos perdidos dependen del sexo y se consideran datos MAR. Y finalmente, en el caso de que los sujetos obesos sean más propensos a no revelar su peso, la probabilidad de que el índice de masa corporal presente datos perdidos depende de la propia varia-

Tabla I
Datos de 12 estudiantes. Los valores perdidos de la variable IMC se muestran mediante casillas vacías

Sexo	*Índice de obesidad*	*IMC*	*Energía*	*Prot.*	*Imputación media IMC*	*Imputación regresión IMC*
2	80		901,8	53,1	21,33	27,15
2	78		3.197,2	177,6	21,33	24,30
2	72		2.295,5	96,0	21,33	19,89
2	65		2.229,8	113,6	21,33	19,55
2	62		2.131,1	79,0	21,33	21,18
2	82		2.137,9	125,4	21,33	27,17
2	80		1.453,3	69,7	21,33	22,25
2	63		2.927,2	124,4	21,33	19,55
2	69	20,10	2.684,6	104,8	20,10	20,10
1	58	23,78	2.681,9	144,5	23,78	23,78
2	78	22,12	2.677,3	136,4	22,12	22,12
1	67	21,29	2.674,6	127,5	21,29	21,29

IMC: Índice de masa corporal; Energía: Ingesta total de energía; Prot.: Ingesta de proteína.

ble, estos datos perdidos no son debidos al azar sino a la propia variable que se pide información; son por tanto NMAR.

Ejemplo ilustrativo

Se ha seleccionado una muestra aleatoria de 58 estudiantes de los grados de Nutrición Humana y Dietética y Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Barcelona para evaluar su estado nutricional. La ingesta de alimentos de los estudiantes se ha recogido mediante un recordatorio de 24h y un registro de 3 días y un cuestionario de frecuencia de alimentos. Los estudiantes también han cumplimentado el cuestionario de hábitos y estilos de vida y obesidad[5]. El objetivo principal es estudiar la relación entre la ingesta de proteínas con el género, el índice de masa corporal (IMC), la ingesta de energía total y el índice de sobrepeso y obesidad. Ocho mujeres no han informado de su peso y altura, por tanto el IMC presenta ocho valores perdidos (tabla I).

Eliminación de los casos

Hay dos formas de eliminar los datos perdidos: eliminación de los casos (*listwise*) o eliminación por pares (*pairwise*). En la eliminación de los casos el sujeto con datos perdidos se eliminan del análisis. Si los datos son MCAR, este tipo de eliminación no presenta sesgo, pero el tamaño de la muestra se reduce y por tanto puede afectar a la potencia de los contrastes de hipótesis (disminuyendo) o al error estándar de la estimación (incrementando). Además, este método descarta la otra información proporcionada por el sujeto.

En la eliminación por pares (o análisis de los casos disponibles) se elimina el sujeto del análisis cuando los datos son perdidos en la variable que se precisa para el análisis, pero se incluye el sujeto en los análisis en los que se disponga información. Cuando se utiliza la eliminación por pares, el tamaño de la muestra a analizar no es consistente en todas las estimaciones realizadas.

En la tabla II, se muestra las estimaciones de los coeficientes del modelo lineal del logaritmo de las proteínas

Tabla II
Estimación del modelo de regresión lineal entre el logaritmo de las proteínas y el sexo, IMC, índice de obesidad e ingesta total de energía usando método eliminación de casos (panel izquierdo) e imputación múltiple (panel derecho)

	Eliminación de los casos			*Imputación múltiple*			
Variable	*Beta*	*Error Std.*	*P valor*	*Beta*	*Error Std.*	*P valor*	*TIF*
Mujeres	-0,245	0,089	< 0,001	-0,240	0,085	< 0,001	0.003
IMC	-0,003	0,092	0,009	-0,020	0,013	0,008	0,109
Índice Obesidad	-0,002	0,003	0,001	0,006	0,003	0.001	0,036
Energía total	0,0003	0,00005	< 0,001	0,0003	0,0004	< 0,001	0,017
8 observaciones con datos perdidos eliminadas				Sin datos perdidos			

Error Std.: Error estándar; TIF: Tasa de información faltante.

consumidas en función del sexo, IMC, del índice de obesidad y la ingesta total de energía. La información de los estudiantes con datos faltantes en IMC se ha eliminado (eliminación de los casos).

Imputación simple o múltiple

La imputación es un proceso de reemplazar los datos perdidos por estimaciones. Existen varios métodos: imputación mediante la media, imputación mediante regresión, imputación mediante el algoritmo de esperanza-maximización e imputación múltiple.

El método de imputación mediante la media consiste en reemplazar los datos perdidos por la media de los datos no perdidos. Si aplicamos este método a nuestros datos, todos los datos perdidos son reemplazados por la media del IMC (21,32). El problema de este tipo de imputación es que puede atenuar cualquier correlación entre las variables que se han imputado valores. En la tabla 1 se muestra los valores del IMC utilizando este método.

En la imputación mediante regresión, los datos perdidos son reemplazados por el valor predicho de la regresión que se deriva de los datos. En contraste con la imputación de la media, el valor imputado está condicionado a la información que se dispone de los sujetos. Teniendo en cuenta el ejemplo de los datos perdidos en la variable IMC, con la imputación de la media todos los datos perdidos son reemplazados por el mismo valor (la media del IMC). Sin embargo, con la imputación mediante regresión se pueden reemplazar los datos perdidos por los valores predichos del IMC según el sexo, el sobrepeso y la obesidad total e ingesta de energía de los estudiantes. En la tabla 1 se muestran los valores de IMC reemplazados por imputación mediante regresión. Cada estudiante tiene un valor predicho de IMC diferente según su índice y el consumo total de energía. Por lo tanto, hay una mejoría al comparar la imputación por regresión con la imputación por la media, pero el valor predicho con la regresión tiene un error que no es considerado al realizar la imputación. Sin embargo, esta dificultad puede superarse mediante la imputación de regresión estocástica. Este enfoque añade un término aleatorio residual de la distribución normal (u otra) para cada valor imputado

Otra manera de tratar con datos perdidos es la técnica llamada el algoritmo de expectación-maximización[6] (*EM algorithm*). Este método asume una distribución de los datos perdidos parcialmente y la inferencia se basa en la verosimilitud bajo esta distribución. Es un proceso iterativo, en el cual se repiten los dos pasos siguientes hasta convergencia. En el paso *E* se calcula la expectativa condicional de los datos perdidos, condicionado a los valores observados y las estimaciones actuales de los parámetros. Entonces estas expectativas se imputan a los datos perdidos. En el paso *M*, se calculan las estimaciones máximo-verosímiles de los parámetros. No obstante, este método no considera a la incertidumbre de los datos perdidos.

En la imputación múltiple[7] en lugar de imputar un valor único para cada dato perdido, cada uno de ellos se sustituye por *m* datos simulados que representa la incertidumbre del valor a imputar. Entonces cada imputación genera un conjunto de datos diferentes los cuales se analizan por separado, obteniéndose *m* estimaciones y sus errores estándar. La estimación global es el promedio de todas las estimaciones. El error estándar de la estimación se realiza calculando la varianza intra-imputaciones, promedio de los errores estándar *m*, así como la varianza entre los imputaciones, varianza muestral de las *m* estimaciones. Se suman estas dos varianzas y su raíz cuadrada determina el error estándar de la estimación. Mediante este método se introduce la incertidumbre de los datos perdidos en el error estándar de la estimación. La varianza entre las *m* estimaciones también refleja incertidumbre estadística debido a los datos perdidos.

En nuestros datos se realizaron 15 imputaciones para cada valor faltante. Así, tenemos 15 conjuntos de datos según los valores de la imputación. La tabla II muestra la estimación de los coeficientes de la regresión del logaritmo de las proteínas según sexo, índice de masa corporal. En este caso todos los estudiantes se han utilizado porque el IMC se ha imputado. La tasa de información faltante cuantifica el aumento relativo de varianza debido a los datos perdidos del IMC. El índice de masa corporal tiene una tasa de 0,109 y las variables restantes tienen una tasa muy baja porque no se ha realizado ninguna imputación.

Si tenemos datos perdidos del tipo MCAR, entonces no hay ningún sesgo en los datos y si además son unos pocos casos entonces una buena opción es elegir el método de la eliminación *listwise*. Si los datos son MAR, la mejor solución es la imputación múltiple. La imputación por máxima verosimilitud y la imputación por regresión estocástica también son adecuadas, pero se recomienda la imputación múltiple. Si los datos son NMAR entonces estos métodos a menudo están sesgados y existen métodos específicos para esta tipo de datos[7].

Valor atípico

Un valor atípico es una observación claramente diferente del resto de datos, es una observación extrema. Hay varios métodos para detectar valores atípicos: gráficos como los gráficos de normalidad, diagrama de cajas o métodos basados en distribuciones

Los métodos basados en distribuciones se asume que los datos provienen de una distribución Normal. Existen varios test como la prueba de *Grubbs* para valores atípicos [8], el criterio de *Pierce*[9], or la prueba Q de *Dixon*[10]. Un método común para la detección de valores atípicos es mediante el rango intercuartílico. Una observación se considera atípica si está fuera de los limites y ; k se fija normalmente a 1,5 o 3.

Es importante estudiar los datos atípicos porque la mayoría de los procedimientos estadísticos están influenciados por estos datos y no son robustos. Por

ejemplo, la media es sensible a las observaciones extremas, y la mediana no. Supongamos que tenemos 10 estudiantes que tienen un consumo de proteínas entre 50 y 160 g/día pero hay uno que tiene un consumo de 250 g/día. La media es de 166 g/día en cambio la mediana es de 81 g/día.

En el análisis de regresión los valores atípicos también pueden influir en los resultados. En la regresión se diferencia entre valores atípicos y observaciones que tienen una alta influencia (*leverage*). Concretamente, un valor atípico es una observación extrema en la variable respuesta. Sin embargo una observación que tiene un valor de X muy lejos de su media puede ser un punto altamente influyente.

El *leverage* o influencia mide la distancia del punto a la media de la distribución de la X. Cuando el *leverage* es dos o tres veces superior que la media del *leverage*, (p+1)/n, se considera que el punto tiene un alto *leverage*, siendo p el número de parámetros de regresión y n el tamaño de la muestra.

Datos con alta influencia y valores atípicos pueden tener una influencia potencial en la regresión, generando un impacto negativo porque pueden sesgar las estimaciones. Por otra parte, no todos los puntos con una alta influencia o valores atípicos influencian en la estimación de los coeficientes. Es posible por ejemplo tener una observación con alto *leverage*, pero estar alineada con el patrón del resto de los datos y por tanto no generar un impacto negativo en los resultados.

En la figura 1, se muestra el peso y la altura de 60 sujetos. Las variables presentan una relación lineal. Hay tres puntos que se han añadido al gráfico (A, B y C). A es un valor atípico respecto la altura pero no respecto el peso. Su *leverage* es bajo (0,016) porque es inferior a 2*(2/61) = 0,06. B es un valor atípico respecto el peso y tiene un *leverage* alto, y C no es un valor atípico respecto la altura pero tiene un alto *leverage*.

Se puede realizar un análisis preliminar para detectar valores extremos mediante los residuos del modelo). Un problema con los residuos es que sus valores dependen de las unidades de medida utilizados. Puesto que los residuos están en las unidades de la variable dependiente, Y, no disponemos de unos puntos de corte para definir un residuo grande. Este problema se puede solucionar mediante el uso de residuos estandarizados, que se calculan dividiendo el residuo por su error estándar.

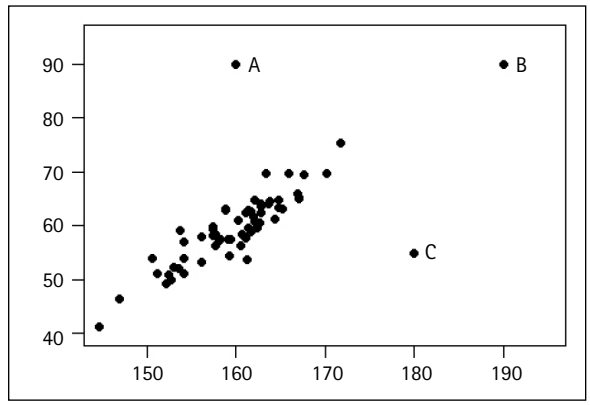


Fig. 1.—Diagrama de puntos de peso y altura con tres potenciales observaciones influyentes (A, B y C).

Las observaciones con residuos estandarizados en valor absoluto superiores a 3 deben ser considerados como potenciales valores atípicos. Los puntos A, B y C en la figura 1 tienen un residual estandarizado igual a 6,39, -0,26 y -5,76 respectivamente. Los puntos A y C tienen un valor residual alto, sin embargo B tiene un residuo pequeño pero en cambio es un valor atípico con un alto *leverage*.

La distancia de Cook[11] es una medida para detectar observaciones potencialmente influyentes. La distancia mide el efecto de la eliminación de una observación. Los puntos de datos con un valor residual alto (aislados) y / o un *leverage* alto pueden distorsionar la estimación y la precisión de las estimaciones del modelo de regresión. En el caso de existir puntos con una distancia de un Cook grande, (distancias superiores a 1) se recomienda el estudio de su influencia. Otra regla común es considera el umbral el percentil 1-alfa de la distribución de Fisher Snedecor (F (p, n-p, 1-alfa)).

Los puntos A, B y C tienen una distancia de Cook de 0,34, 0,02 y 4,25, respectivamente. Aunque A es un valor atípico, no es una observación con una influencia potencial alta. Sin embargo, como se muestra en la tabla III, el error estándar de los coeficientes aumentó y la bondad de ajuste (coeficiente de determinación) disminuyó de 0,82 a 0,58 (tabla III). Los puntos B y C tienen un alto *leverage* pero solamente C es un potencial valor influyente. En la tabla III muestra que las estimaciones, los errores estándar y los coeficientes de determinación cuando el punto C se agrega a los datos.

Tabla III
Estimación de los coeficientes de regresión, el error estándar y el coeficiente de determinación de la regresión entre el peso y la altura en función de las observaciones A, B o C incluidas

	Constante	*Error Std.*	*Beta*	*Error Std.*	R^2
Sin A, B y C	-106,4	10,13	1,04	0,06	0,82
Observación A	-106,8	18,10	1,04	0,11	0,58
Observación B	-104,9	8,17	1,03	0,05	0,87
Observación C	-68,6	13,69	0,80	0,08	0,60

Regresión lineal: peso = constante + beta*altura; R^2: coeficiente de determinación.

Existen otros métodos de diagnóstico para detectar observaciones potencialmente influyentes que son: los estadísticos DFBETAS, DFFITS y COVRATIO[12]. Todos miden el impacto al eliminar una observación del análisis. Concretamente DFBETAS mide el efecto sobre la estimación de los coeficientes, DFFITD sobre el valor predicho y COVRATIO sobre las varianzas (error estándar) de los coeficientes de regresión y sus covarianzas.

Cuando se detecta un valor atípico, primero se debería evaluar su procedencia. Si el valor procede de un error humano o del instrumento de medida entonces el error debe ser corregido. Sin embargo, pueden surgir datos atípicos por diferentes causas tales como la variabilidad inherente de la variable o si la distribución subyacente tiene una distribución asimétrica o porque es un dato que proviene de otra población. Alternativamente, valores atípicos pueden sugerir que deben ser incluidos en el análisis de regresión variables explicativas adicionales. La eliminación de datos atípicos es una práctica controvertida y en lugar de omitirlos se recomienda el uso de métodos estadísticos robustos los cuales no están excesivamente afectados por valores atípicos.

Software estadístico

Paquetes para el cálculo tamaño de muestra

Una vez definido el objetivo y el tipo de diseño, es importante calcular el número de sujetos a estudiar. La muestra ha de ser representativa de la población estudiada. En función del objetivo del estudio y de la estructura de la población, existen varios tipos de muestreos: muestreo aleatorio simple, muestreo sistemático, muestreo estratificado o muestreo por conglomerados. Además, el cálculo del tamaño de la muestra depende del objetivo principal y de si se requiere trabajar con una precisión mínima de las estimaciones o con una potencia prefijada. Es importante también considerar un porcentaje extra de sujetos porque podemos tener valores perdidos. Es difícil recomendar una cantidad de porcentaje de individuos que no responderán y básicamente depende del área de estudio. También es conveniente diseñar estrategias para garantizar o controlar que los sujetos responden a toda la información del cuestionario.

Para calcular el tamaño de las muestras están disponibles muchos programas comerciales o libres. En relación con el software libre, EPIDAT 4.0 y GRANMO permiten calcular el tamaño de la muestra según la metodología estadística que se va a usar.

El software EPIDAT 4.0 fue creado por *Servizo de Epidemioloxía de la Dirección Xeral de Innovación e Xestión da Saúde Pública de la Consellería de Sanidade* (Xunta de Galicia) con el apoyo de la Organización Panamericana de la Salud y la Universidad CES de Columbia. Puede descargarse desde la página http://www.sergas.es/ en la sección de investigación e innovación sanitaria/datos/ Software.

El software GRANMO fue desarrollado por el *Program of Research in Inflammatory and Cardiovascular Disorders y el Institut Municipal d'Investigació Mèdica*, Barcelona, España. Puede descargarse desde la página web http://www.imim.cat.

Software de análisis estadístico

Hay una gran variedad de programas estadísticos disponibles. En la actualidad, el software libre más comúnmente utilizado es el *R-project*[13]. Es un proyecto GNU que fue desarrollado en Bell por John Chambers y sus colegas. Se compila y ejecuta en una amplia variedad de plataformas UNIX y sistemas similares (incluyendo FreeBSD y Linux), Windows y MacOS. R es un lenguaje interpretado. R tiene un intérprete de línea de comandos y dispone de varios paquetes que los usuarios pueden descargar de la página web. El proyecto R no tiene una interfaz gráfica de usuario (GUI) amigable pero algunos paquetes como *R commander*[14] o *Deducer*[15] proporcionan una GUI basada en menús.

De software tipo comercial también existe una gran variedad como: *S-plus 16* (versión comercial del proyecto R), *SPSS*[17] (Statistical Package for the Social Sciences), *SAS institute*[18] (sistema de análisis estadístico), *STATA* [19] (*Statistics and Data*) o *Minitab*[20].

La imputación múltiple se ha vuelto cada vez más popular, y todos estos softwares permiten aplicar esta técnica. Yucel (2011)[21] proporciona una descripción de la metodología de imputación implementada por varios softwares.

Finalmente, todos estos programas realizan una amplia variedad de análisis estadísticos y tienen gran poder para generar gráficos de los resultados. La opción más adecuada del software por lo tanto depende de los costos y las preferencias de cada usuario.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no hay ningún conflicto de intereses con respecto a la publicación de este documento.

Referencias

1. Willet W. Nutritional epidemiology. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 1998.
2. Arab L. Analyses, presentation, and interpretation of results. In: Cameron ME, Van Staveren W, editors. Manual on methodology for food consumption studies. Oxford: Oxford University Press; 1988.
3. Polgar S, Thomas SA. Introducción a la investigación en ciencias de las salud. Madrid: Churchill Livingstone; 1993.
4. Rubin, D.B. Inference and missing data. *Biometrika* 1976; 63: 581-92.
5. Pardo A, Ruiz M, Jódar E, Garrido J, De Rosendo J M, Usán L A. Development of a questionnaire for the assessment and quantification of overweight and obesity related lifestyles. *Nutrición Hospitalaria* 2004; XIX (2): 99-109.

6. Dempster, AP, Laird NM, Rubin DB. Maximum likelihood estimation from incomplete data via the EM algorithm (with discussion) 1977. *Journal of the Royal Statistical Association* 1977; B39: 1-38.
7. Rubin, DB. Multiple Imputation for Nonresponse in Surveys. New York: John Wiley and Sons; 1987.
8. Grubbs FE. Sample criteria for testing outlying observations. *The Annals of Mathematical Statistics* 1950; 21 (1): 27-58.
9. Pierce B.Criterion for the Rejection of Doubtful Observations. *Astronomical Journal II* 1852; 45: 161-310.
10. Dean RB and Dixon WJ. Simplified Statistics for Small Numbers of Observations. *Anal Chem*1951; 23 (4): 636-8.
11. Cook R D Influential Observations in Linear Regression. *Journal of the American Statistical Association* 1979; 74 (365): 169-74.
12. Belsley DA, Kuh E, Welsh RE. Regression diagnostics: identifying influential data and sources of collinearity. Wiley series in probability and mathematical statistics. New York 1980.
13. R-project version 3.1.2. Dowload from: http://www.r-project.org/
14. Fox J, Bouchet-Valat M *et a*l. A platform-independent basic-statistics GUI (graphical user interface) for R, based on the tcltk package. Version 2.1-5.2014.
15. Fellows I *et al.* Deducer: A data analysis GUI for R. Version 0.7-7. 2014.
16. S-PLUS. TIBCO Software Inc.2014.
17. IBM Corp. Released 2013. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 22.0. Armonk, NY: IBM Corp.
18. Statistical Analysis System (SAS) Institute Inc. 2013. Unitate States. Version 9.4.
19. StataCorp. 2013. *Stata Statistical Software: Release 13.* College Station, TX: StataCorp LP.
20. Minitab 17 Statistical Software (2010). [Computer software]. State College, PA: Minitab, Inc. (www.minitab.com)
21. Yucel RM. State of the Multiple Imputation Software. *Journal of statistical software* 2011;45(1).

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):195-206
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5066

Valoración del estado nutricional en el entorno asistencial en España

Rocío Campos del Portillo[1], Samara Palma Milla[1], Natalia García Vázquez[2], Pilar Riobó Serván[3], Pedro Pablo García-Luna[4], Carmen Gómez-Candela[1]

[1]Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Universitario La Paz (IdiPAZ, UAM). Madrid. [2]Servicio de Farmacia. Hospital Universitario La Paz. Madrid. [3]Servicio de Endocrinología. Fundación Jiménez Díaz. Madrid. [4]Unidad de Nutrición Clínica y Dietética. Hospital Virgen del Rocío. Sevilla. España.

Resumen

La identificación precoz del paciente malnutrido en el entorno asistencial y su abordaje nutricional es esencial para minimizar los efectos deletéreos de la desnutrición así como para disminuir el gasto sanitario.

La valoración nutricional tiene como objetivo determinar el grado de salud desde el punto de vista de la nutrición y debe realizarse en todo paciente hospitalizado en las primeras 24-48 horas, y en el ámbito ambulatorio, ante cualquier paciente que presente sospecha de desnutrición. La elección del método de cribaje depende de la infraestructura y recursos disponibles, posibilidad de automatización y ámbito asistencial, entre otros. Así, la European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) recomienda el uso del Nutritional Risk Screening-2002 (NRS-2002) en el paciente hospitalizado, el Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) a nivel comunitario y la primera parte del Mini-Nutritional Assessment (MNA) en población anciana. En aquellos centros en los que exista posibilidad de informatizar el screening pueden implantarse el CONUTÒ (Control Nutricional) o el INFORNUTÒ.

El diagnóstico nutricional se realiza a través de la historia clínica y dietética, exploración física que incluya antropometría, análisis bioquímico y pruebas funcionales. No existe un único parámetro que per sé, que permita el diagnóstico nutricional. La Valoración Global Subjetiva (VGS) y el MNA son herramientas útiles para la valoración nutricional, aunque no se cuenta con ellas como el "gold estándar" de forma universal. En algunos de nuestros centros (e.j. el Hospital La Paz) y en muchos otros, nos servimos de lo que llamamos "Valoración del Estado Nutricional", que resulta de la integración de la VGS, antropometría y bioquímica.

Tras un adecuado diagnóstico nutricional, que, idealmente, debería recogerse en la historia según la codificación CIE-9, y una vez hecha la prescripción nutricional, se es necesario un seguimiento para evaluar la adecuación de la misma. Tampoco en el seguimiento nutricional existe un marcador único, basándose de nuevo en la interpretación de un conjunto de datos de historia clínica, antropometría y laboratorio. Según el entorno asistencial en el que nos encontremos (ambulante u hospitalario) existirán unos tiempos de evaluación y parámetros de elección distintos.

Palabras clave: *Cribado nutricional. Valoración Global Subjetiva (VSG). Valoración del Estado Nutricional (VEN). Desnutrición.*

Correspondencia: Ascensión Marcos.
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN).
Consejo Superior de Investighaciones Científicas (CSIC).
C/ José Antonio Novais, 10.
28040 Madrid. España.
E-mail: amarcos@ictan.csic.es

ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS IN THE HEALTHCARE SETTING IN SPAIN

Abstract

Early identification of undernourished patients in the healthcare setting, and their nutritional treatment, are essential if the harmful effects of poor nourishment are to be avoided and care costs kept down.

The aim of assessing nutritional status is to determine the general health of a patient from a nutritional viewpoint. All hospitalised patients should undergo nutritional screening within 24-48 h of admission, as should any patient who shows signs of being malnourished when visiting any healthcare centre. The infrastructure and resources available, the possibilities of automisation, and the healthcare setting in which such assessment must be performed, etc., determine which method can be used. The European Society of Parenteral and Enteral Nutrition (ESPEN) recommends the use of the Nutritional Risk Screening-2002 (NRS-2002) method for hospitalised patients, the Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) in the community healthcare setting, and the first part of the Mini-Nutritional Assessment (MNA) for elderly patients. In centres where screening can be computerised, the CONUTÒ or INFORNUTÒ methods can be used.

A nutritional diagnosis is arrived at using the patient's medical history, a physical examination (including anthropometric assessment), biochemical analysis, and functional tests. No single variable allows a diagnosis to be made. The Subjective Global Assessment (SGA) and MNA tests are useful in nutritional assessment, but they are not universally regarded as the gold standard. At our hospital, and at many other centres in the Spanish health system, the Nutritional Status Assessment (NSA) method (in Spanish Valoración del Estado Nutricional) is used, which involves the SGA method, the taking of anthropometric measurements, and biochemical analysis.

After making a nutritional diagnosis, which should be included in the patient's medical history adhering to International Classification of Diseases code 9 (ICD-9), and prescribing a nutritional treatment, the patient should be followed up. No single marker can be used to monitor progress; interpretations will once again require examination of the patient's medical history, the taking of anthropometric measurements and laboratory tests. Depending on whether a patient is ambulatory or hospitalised, the follow-up assessment times and variables measured will differ.

Key words: *Nutritional screening. Subjective Global Assessment (SGA). Nutritional Assessment (NSA). Undernutrition.*

Abreviaturas

ASPEN: American Society of Parenteral and Enteral Nutrition.
APACHE II: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II.
BAPEN: British Association of Parenteral and Enteral Nutrition.
BIA: Bioimpedancia bioeléctrica.
CB: Circunferencia de Brazo.
CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades.
CMB: Circunferencia Muscular del Brazo.
CONUTÒ: Control Nutricional.
DN: Diagnóstico Nutricional.
DXA: Abscorciometría dual de rayos x.
ESPEN: European Society of Parenteral and Enteral Nutrition.
EWGSOP: European Working Group on Sarcopenia in Older People.
FAACT: Functional Assessment of Anorexia/Cachexia Therapy.
GNRI: Geriatric Nutritional Risk Index.
IL-6: Interleukina 6.
MG: Masa grasa.
MLG: Masa libre de grasa.
MNA: Mini-Nutritional Assessment.
MQ-SGA: Modified Quantitative Subjective Global Assessment.
MST: Malnutrition Screening Tool.
MUST: Malnutrition Universal Screening Tool.
NRI: Nutritional Risk Index.
NRS-2002: Nutritional Risk Screening-2002.
PCR: proteína c reactiva.
PCT: Pliegue Cutáneo del Tríceps.
RBP: Retinol Binding Protein (Proteína ligada al Retinol).
RM: Resonancia magnética.
SOFA-score: Sequential Organ Failure Assessment score.
VEN: Valoración del Estado Nutricional.
VGS: Valoración Global Subjetiva.
VGS-GP: Valoración Global Subjetiva-Generada por el Paciente.

Introducción

La desnutrición en el ámbito asistencial supone un grave trastorno que afecta al 30-50% de los pacientes hospitalizados al ingreso. Influye negativamente en su evolución, aumentando la tasa de infecciones, la estancia hospitalaria y la mortalidad[1]. La identificación precoz de dichos pacientes y su abordaje nutricional es esencial para minimizar los efectos deletéreos de la desnutrición así como para disminuir el gasto sanitario[2].

El diagnóstico nutricional (DN) tiene como objetivo determinar el grado de salud desde el punto de vista nutricional, identificando a los sujetos desnutridos o a aquellos que, debido a su patología de base o tratamiento que recibe, se prevé un deterioro de su estado nutricional. Además permite suministrar un tratamiento nutricional adecuado y posteriormente, evaluar la eficacia de dicho tratamiento[2,3].

Métodos de cribado nutricional

El cribado nutricional es una herramienta que permite identificar a los sujetos en riesgo de desnutrición de una determinada población y así seleccionar a aquellos que van a precisar un diagnóstico nutricional más exhaustivo. Las guías de las ESPEN hacen referencia al riesgo nutricional como aquella situación en la que la probabilidad de un mejor o peor desenlace se relaciona con la presencia de factores nutricionales y que dichos resultados pueden ser mejorados a través de la intervención nutricional[4].

El screening nutricional debe estar incluido en la evaluación inicial de todo paciente hospitalizado de forma que permita la detección precoz del paciente con este riesgo[3,5], debiéndose realizar en las primeras 24-48 horas tras el ingreso[6]. También debe realizarse el cribaje nutricional en el ámbito ambulatorio, ante cualquier paciente que presente sospecha de malnutrición (anorexia, pérdida de peso, vómitos o diarrea persistente, disfagia, pérdida de masa muscular o grasa subcutánea, etc.)[6].

Hay publicados y validados numerosos métodos de cribado cuya elección dependerá de factores como: el tipo de población a estudiar, la disponibilidad de profesionales entrenados en Nutrición o la posibilidad de automatización, entre otros.

Los métodos de screening nutricional más utilizados son el Malnutrition Screening Tool (MST), Nutritional Risk Screening (NRS-2002), Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) y la primera parte del Mini-Nutritional Assessment (MNA).

La ESPEN recomienda en sus guías el uso del NRS-2002 como método de elección en el paciente hospitalizado, el MUST a nivel comunitario y el MNA en población anciana[7]. Incluso en algunas comunidades autónomas como es el caso de Andalucía se ha incluido el MUST como método de cribado dentro del Proceso de Nutrición.

En los últimos años, se han desarrollado y validado en España dos métodos automatizados conocidos como CONUTÒ[8] e INFORNUTÒ[9]. En concreto, el CONUTÒ, realiza el cribado nutricional de todos aquellos pacientes que tengan recogidos en sus análisis de rutina la albúmina sérica, el colesterol total y los linfocitos totales y junto con la información disponible en las bases de datos del hospital y, en función del resultado de los parámetros analíticos citados, asigna una puntuación de alerta nutricional, clasificando a los pacientes en: alerta baja, alerta moderada o alerta alta de riesgo de desnutrición[8]. En el Hospital La Paz, llevamos más de cinco años realizando el cribado nutricional de forma totalmente automatizada a través de éste método a casi la totalidad de los pacientes hospitalizados[10]. En la tabla I, se compara la sensibilidad y especificidad del NRI, MUST, NRS-2002, CONUTÒ[10].

Tabla I
Comparación de la evaluación nutricional de diferentes herramientas de cribado al ingreso hospitalario: NRI, MUST, NRS-2002 y CONUT

Nombre (n)	*NRI (237)*	*MUST (995)*	*NRS-2002 (995)*	*CONUT-1 (161)*
Sensibilidad	43,1	61,2	62,0	78,26
Especificidad	89,3	78,6	93,1	89,13
Valor pron. positivo	76,2	64,6	85,1	84,38
Valor pron. negativo	66,3	76,1	79,4	84,54
Índice Kappa	0,24	0,26	0,48	0,680

Gómez-Candela C et al. Complete process of implantation of a nutritional risk screening system in the University Hospital La Paz, Madrid. *Nutr Hosp* 2013.

Merece una mención especial, el recientemente desarrollado NUTRIC-score, que cuantifica el riesgo nutricional en el paciente crítico. La puntuación se obtiene a través de la valoración de la edad, número de comorbilidades, días de ingreso previos a la llegada a la unidad de intensivos, SOFA-score, APACHE II y niveles plasmáticos de interleucina 6 (IL-6). Dado que los niveles de IL-6 no siempre están disponibles en todos los centros, éste parámetro no es imprescindible para el cálculo del NUTRIC-score, aunque sí modifica los puntos de corte a partir de los cuales se considera riesgo nutricional[11].

Métodos para la valoración del estado nutricional

El diagnóstico nutricional no se basa en un único parámetro, sino que evalúa de forma conjunta aspectos clínicos, antropométricos y bioquímicos:

Historia clínica

La historia clínica permite detectar factores de riesgo de desnutrición como la presencia de enfermedades crónicas (VIH, cirrosis, insuficiencia respiratoria crónica) patología gastrointestinal, cáncer, consumo de fármacos anorexígenos, dificultades en la masticación, disfagia, alergias, intolerancias alimentarias, alcoholismo, drogodependencias, ansiedad, depresión, procesos que incrementan los requerimientos energéticos (sepsis, traumatismos, cáncer, quemaduras, embarazo) y procesos que incrementan las pérdidas de nutrientes (diarrea, vómitos, fístulas o malabsorción).

La pérdida involuntaria de peso, considerando clínicamente relevante una pérdida mayor del 5% con respecto al peso habitual en un periodo de 6 meses, ha demostrado ser un fuerte predictor de malnutrición tanto en pacientes ambulatorios como hospitalizados[12,13]. Además, en pacientes con cáncer es un marcador de progresión y mal pronóstico[14].

En la historia clínica, también es importante recoger aquellos datos demográficos y socioeconómicos que puedan influir en el estado nutricional del paciente: estructura familiar, nivel de estudios, dependencia funcional, marginación, creencias, ritmo de vida y trabajo.

No hay que olvidar la información relacionada con la actividad del individuo, teniendo en cuenta no sólo la realización de actividad física (tipo, frecuencia e intensidad) sino también el tipo de ocupación (vida sedentaria o activa). Estos datos nos permitirán, posteriormente, calcular las necesidades energéticas diarias del individuo.

Tabla II
Criterios propuestos por el consenso de la ASPEN para identificar la desnutrición

Diagnóstico de malnutrición si se cumplen dos o más de los siguientes 6 requisitos:

- Ingesta insuficiente.
- Pérdida de peso.
- Pérdida de masa muscular.
- Pérdida de grasa subcutánea.
- Retención localizada o generalizada de líquidos que pueda enmascarar una pérdida de peso.
- Disminución de la capacidad funcional medida por disminución de la fuerza prensora manual.

Characteristics recommended for the identification of adult malnutrition. JPEN 2012.

Una buena historia clínica es tan importante que dos de los seis criterios propuestos para identificar la desnutrición que propone la ASPEN en su consenso del año 2012, se basan en la historia clínica dirigida[15] (tabla II).

Exploración física

En la exploración física hay que prestar atención a aquellos signos que puedan hacernos sospechar un déficit nutricional: atrofia muscular (valorar deltoides y cuádriceps), pérdida de la grasa subcutánea (leve pellizco a nivel de la parte superior del torso), estado de hidratación, existencia de edemas, xerosis conjuntival, manchas de Bitot, piel seca y descamada, estomatitis, glositis, cabello decolorado o hiperqueratosis folicular, por citar algunas posibilidades.

Historia dietética

Se trata de un interrogatorio dirigido a conseguir información cuantitativa y cualitativa de la ingesta habitual que nos permita obtener una aproximación sobre el consumo calórico e hídrico diario y detectar posibles desajustes y desequilibrios alimentarios. Habitualmente, se sobreestima la ingesta[16].

Se deberán recoger aspectos como el tipo de alimentación, frecuencia de comidas, anomalías del comportamiento alimentario, alteraciones en la masticación o deglución y el grado de autonomía para comprar, cocinar e ingerir alimentos. La historia dietética debe contemplar una entrevista sobre el patrón alimentario habitual del paciente (normalmente del último mes), junto la ingesta de 3 días y la frecuencia de consumo[16]. En el ámbito hospitalario es de gran utilidad reflejar el porcentaje de ingesta realizado en las 24 horas anteriores con respecto a lo servido, expresado como porcentaje (ingesta del 25%, 50%, 75% o del 100%).

Antropometría

La antropometría mide de forma sencilla y no invasiva el tamaño y proporciones del cuerpo, siendo fácilmente reproducible en manos de personal experto. Permite comparar con un estándar poblacional o evaluar los cambios ocurridos en el tiempo en un mismo individuo.

Las medidas antropométricas de mayor utilidad en la valoración del estado nutricional son:

- Talla: obtenida, bien directamente a través de un tallímetro con el paciente en bipedestación, o bien de forma indirecta a través de la medición de otros parámetros antropométricos como la altura de la pierna o la brazada. La Asociación Británica de Nutrición enteral y Parenteral (BAPEN) recomienda utilizar la longitud del cúbito para estimar la talla en adultos[17].
- Peso corporal: debe medirse en una báscula calibrada y tener en cuenta aquellos factores que puedan alterar su resultado, como por ejemplo la presencia de ascitis o edemas. A su vez, se deben recoger y/o calcular las siguientes medidas referidas al peso:
  - Peso actual o peso en el momento de la valoración.
  - Peso habitual o peso en estado de salud.
  - Peso ideal: se calcula a partir de la altura, edad, sexo y constitución del paciente y está recogido en tablas estándar de población.
  - Peso ajustado: es el peso intermedio entre el peso real y el ideal, útil para el cálculo de los requerimientos energéticos en los pacientes obesos y en los muy desnutridos. Se calcula con la fórmula: Peso ajustado = [(Peso real – Peso ideal) x factor de corrección] + Peso ideal. Donde el factor de corrección es 0,25 si el paciente presenta obesidad grado I o II y 0,5 si presenta Obesidad grado III y sin ese factor de corrección en situación de deficiencia nutricional.
  - Porcentaje de pérdida de peso: calcula la variación de peso respecto del habitual en función del tiempo transcurrido. Se considera una pérdida de peso grave si resulta mayor al 2% en una semana, supera el 5% en un mes, el 7,5% en tres meses o el 10% en los seis meses previos. Cuanto mayor sea la pérdida de peso y ésta se produzca en menor tiempo, indicará una mayor severidad[16].
- Índice de masa corporal (IMC): es el cociente entre el peso y la talla al cuadrado. Es normal entre 18,5 y 25 kg/m^2 en población no anciana. Un IMC en adultos menor a 16 kg/m^2 se relaciona a una mayor mortalidad. En ancianos un IMC por debajo de 25 kg/m^2 se asocia a mayor mortalidad[18].

Análisis de composición corporal

La composición corporal es la suma de los distintos tejidos y sistemas que forman parte del organismo humano. Existen dos modelos teóricos de composición corporal en función del número de compartimentos en que divide al organismo: el bicompartimental y el multicompartimental. El más habitual en la práctica clínica, es el modelo bicompartimental, que divide al cuerpo en masa grasa (MG) y masa libre de grasa (MLG).

La masa grasa se encuentra distribuida en un 50% de forma subcutánea por lo que la medición de pliegues cutáneos es una forma sencilla de estimar la MG. Existen distintos pliegues cutáneos medibles: tríceps (PCT), subescapular, bicipital y abdominal. En nuestra experiencia, dada su accesibilidad y su buena correlación con la masa grasa, utilizamos el PCT, que se mide en la parte posterior del brazo no dominante, en el punto medio entre el acromion y el olécranon, con el brazo relajado y extendido, a través de un compás lipocalibrador (tipo Lange o Harpenden). Se registra la media aritmética de tres medidas consecutivas (en mm) y se compara con tablas de valores normales de referencia según edad y sexo.

El compartimento proteico somático del organismo se mide habitualmente a través de la circunferencia muscular del brazo (CMB), que se determina a partir de la circunferencia braquial (CB), medida en el punto medio entre el acromion y el olecranon en cm y el PCT, con la siguiente fórmula: CMB = CB - (PCT x 0,314). Su medida se correlaciona con la cantidad de proteína muscular del organismo de forma que valores inferiores al percentil 5 se correlacionan con un grado severo de desnutrición.

La composición corporal también puede medirse a través de técnicas más complejas, no siempre disponibles en la práctica clínica habitual, como la Bioimpedancia bioeléctrica (BIA), Absorciometría Dual de Rayos X (DXA) o la Resonancia Magnética (RM). De éstos métodos, aunque la DXA proporciona con bastante exactitud la distribución y proporción de MG, MLG y tejido óseo, es una técnica cara que expone a radiaciones ionizantes, por lo que no permite su uso repetido en el paciente. Por el contrario, la BIA, es barata e inocua y permite su uso repetido en la práctica clínica. Esta herramienta se basa en la resistencia de los tejidos corporales al paso de una corriente eléctrica de forma que la masa magra se comporta oponiendo poca resistencia comparada con lo que

ocurre con la masa grasa. Es útil para individuos sanos y pacientes enfermos con balance hídrico estable, habiéndose valorado su posible utilidad para la evaluación de la sarcopenia[19]. No se recomienda el uso de la BIA en rangos extremos de IMC ni estados edematosos[20].

Parámetros bioquímicos

Los parámetros bioquímicos miden los niveles séricos de diversos marcadores nutricionales. Dichos parámetros pueden dividirse en 3 grandes grupos: proteínas, vitaminas y oligoelementos.

La medición de proteínas plasmáticas refleja el estado del compartimento proteico visceral del organismo. Estas proteínas son sintetizadas en el hígado y desde un punto de vista práctico, se diferencian entre sí por su vida media. Conviene conocer, para su correcta interpretación, que se comportan como reactantes inversos de fase aguda, por lo que se encuentran disminuidas de forma independiente al estado nutricional cuando existe una agresión severa en el organismo[21,22], por ello, puede ser importante la determinación conjunta de la Proteína C Reactiva (PCR) para interpretar adecuadamente el estado inflamatorio del organismo.

Las proteínas plasmáticas más utilizadas son:

- Albúmina: es la principal proteína sintetizada en el hígado. Tiene una vida media de 21 días y un amplio depósito en el organismo. La albúmina es un buen marcador de mortalidad en pacientes ingresados[23] pero no resulta útil para su seguimiento nutricional. Además la hipoalbuminemia puede afectar a los niveles plasmáticos de distintos elementos (calcio, zinc, magnesio) debiéndose tener en cuenta a la hora de interpretar, y sobre todo tratar, posibles déficits[24].
- Transferrina: es la proteína transportadora de hierro en el plasma y tiene una vida media de 8 a 10 días. Sus niveles plasmáticos dependen estrechamente de la función hepática y la presencia de anemia o infecciones[25]. Tiene poca utilidad.
- Prealbúmina: tiene una vida media de 2 días. Transporta la hormona tiroidea y sus niveles están condicionados, al igual que ocurre en el resto de proteínas plasmáticas, por la infecciones y otros procesos patológicos agudos[26], sin embargo se considera el mejor parámetro analítico para la monitorización del estado nutricional[16]. A diferencia de la albúmina, la prealbúmina no se afecta por el estado de hidratación. Puede haber niveles elevados de prealbúmina de forma independiente al estado nutricional en pacientes con intoxicación aguda alcohólica y tratamiento con corticoides[27].
- Proteína ligada al Retinol (Retinol Binding Protein o RBP): es la proteína de menor vida media, tan sólo 10 horas, por lo que, al igual que la prealbúmina, su determinación refleja los cambios rápidos del estado nutricional, sin embargo, dado que se altera con la función renal y el estrés, frecuentemente, no resulta útil en el paciente hospitalizado.

La determinación de niveles bajos de colesterol se consideraba clásicamente un parámetro de malnutrición, siendo, de hecho, una de las medidas que se determinan en métodos de cribado automatizados (como el CONUTÒ), sin embargo, dada la elevada prevalencia de uso de hipolipemiantes, incluso a edades avanzadas, su interpretación en el diagnóstico nutricional puede estar limitado.

La valoración del status vitamínico y mineral a través de sus niveles séricos, aunque tiene sus limitaciones, se debe realizar ante la sospecha de algún déficit vitamínico o de algún oligoelemento en concreto, así como en pacientes con desnutrición moderada-severa.

Índice creatinina-altura (ICA)

El ICA se utiliza para la valoración de la proteína somática y requiere para su cálculo la recogida de orina de 24 horas. Su interpretación se ve limitada si hay insuficiencia renal.

Balance nitrogenado (BN)

El balance nitrogenado mide la relación entre el nitrógeno aportado y el catabolizado; el primero se contabiliza a partir de las proteínas administradas y el segundo a partir de la urea excretada en orina de 24 horas junto con la pérdida de nitrógeno por heces y sudor, así como las pérdidas extras por la presencia de aspiraciones, drenajes o fístulas.

Pruebas funcionales

Las pruebas funcionales para evaluar la situación nutricional más frecuentemente usadas son: la dinamometría y el estudio de la función inmune.

La desnutrición cursa con una disminución del número total de linfocitos T, por lo que el recuento linfocitario es una prueba habitual y relativamente económica en la valoración nutricional. La función inmune también se puede medir a través pruebas de hipersensibilidad retardada[22]. Dado que la función inmunológica puede verse alterada por numerosos factores tales como fármacos (corticoides, quimioterapia…) o cirugía así como la propia edad avanzada, no se considera un marcador especialmente útil para el diagnóstico nutricional, especialmente en la población anciana[28].

La dinamometría es una herramienta ampliamente utilizada y validada para valorar la fuerza muscular en el ámbito clínico[29]. Es un buen indicador del estado nutricional así como una variable de resultado en los estudios de intervención nutricional[30]. Más aún, proporciona un dato cuantificable y medible de forma sencilla para el diagnóstico de sarcopenia, siendo uno de los posibles criterios diagnósticos, objetivar una fuerza de prensión menor a 30 kg en varones y menor a 20 kg en mujeres[19].

La fuerza muscular se ve afectada de forma más precoz tanto a la deprivación nutricional como a la restauración nutricional en comparación con la masa muscular (ya sea medida de forma indirecta a través de la antropometría o de forma directa a través de la BIA, DXA o RM) siendo, por tanto, un instrumento especialmente útil en la detección precoz de desnutrición y en la monitorización nutricional del paciente[29]. De hecho un trabajo de Flood y colaboradores, objetivó un incremento en la fuerza prensora manual 15 días después del inicio de la intervención nutricional en pacientes malnutridos[31].

La fuerza prensora de la mano es el método más empleado en la práctica habitual, existiendo una relación inversa entre la fuerza de prensión y el número de complicaciones postoperatorias, duración de la hospitalización y tasa de reingreso hospitalario[30]. De hecho, es te criterio está incluido en el consenso de la ASPEN sobre la identificación de la desnutrición[15] (tabla II).

En individuos sanos, la edad y el sexo son los predictores más importantes de la fuerza muscular, no existiendo diferencias significativas entre sujetos normopeso y obesos. Esto hace que la dinamometría sea un parámetro interesante en pacientes obesos con desnutrición, en los que la medida de los pliegues e IMC pueden no resultar de utilidad y sin embargo, hacerlo la diminución de la fuerza prensora manual.

En presencia de enfermedades crónicas o situaciones como la inmovilización, determinados fármacos (corticoides), fibromialgia o infecciones[30] y en pacientes ancianos, su utilidad en el seguimiento nutricional es controvertida[32].

In patients with acute or chronic disease, who are immobilised, who need to take certain medications (corticosteroids), who have comorbidities such as fibromyalgia[30], or in elderly, the use of this variable in monitoring nutritional interventions is somewhat controversial

Matos y colaboradores realizan un estudio transversal para evaluar la utilidad de la dinamometría (medida a través de la fuerza prensora manual) como posible herramienta de screening nutricional concluyendo que, si bien podría ser de utilidad, se requieren más estudios para definir los puntos de corte a este respecto[33].

Valoración Global Subjetiva

La Valoración Global Subjetiva (VGS), descrita hace más de 20 años por Detsky, permite el diagnóstico nutricional a través de la historia clínica y la exploración física, clasificando a aquellos pacientes como desnutridos según el riesgo de complicaciones médicas derivadas de su estado nutricional y que previsiblemente se beneficiarán de recibir soporte nutricional[34].

La VGS es un método aplicable a todo tipo de pacientes y situaciones clínicas, rápido de realizar, barato, reproducible y con poca variabilidad inter-observador si se realiza un entrenamiento adecuado[35].

Contempla los siguientes aspectos:

- La historia clínica, donde se recogen la evolución del peso, la ingesta dietética actual en relación con la ingesta habitual del paciente, los síntomas digestivos presentes en las últimas dos semanas, la capacidad funcional y los requerimientos metabólicos.
- El examen físico, que incluye la evaluación mediante exploración manual de la pérdida de grasa subcutánea y de la musculatura, así como la presencia de edema o ascitis.

Cada uno de los apartados anteriores se valora como leve, moderado o severo y con los datos de todos ellos se clasifica a los pacientes en tres grupos: A (bien nutrido), B (malnutrición moderada o riesgo de malnutrición) y C (malnutrición grave). Entre todos los datos recogidos, los parámetros más relevantes en el resultado final son: la pérdida de peso, la baja ingesta dietética y la pérdida de músculo o tejido subcutáneo (tabla III).

Tabla III
Valoración Global Subjetiva con parámetros bioquímicos

Datos clínicos	*A*	*B*	*C*
Pérdida de peso	< 5%	5-10%	> 10%
Alimentación	Normal	Deterioro leve-moderado	Deterior severo
Impedimentos para ingesta	No	Leve-moderado	severos
Deterioro de la actividad	No	Leve-moderado	severo
Edad	< 65	> 65	> 65
Úlceras	No	No	si
Fiebre/Corticoides	No	Leve-moderado	Elevado
Tratamiento anticanceroso	Riesgo bajo	Riesgo moderado	Riesgo alto
Pérdida de grasa subcutánea	No	Leve-moderada	severa
Pérdida de masa muscular	No	Leve-moderada	severa
Edemas/ascitis	No	Leve-moderada	severa
Albúmina (g/dl) (Pre tratamiento)*	> 3,5	3,5-3	< 3
Prealbúmina (mg/dl) (Post tratamiento)*	> 18	15-18	< 15

El resultado final se expresa con las letras **A, B** o **C** según los resultados predominantes en cada respuesta, teniendo un mayor impacto los parámetros señalados con (*).

Hay variantes de la VGS como la que utiliza puntos (Scored), la Valoración Global Subjetiva-Generada por el Paciente (VGS-GP) de aplicación en el ámbito de la oncología[36] o la MQ-SGA (Modified Quantitative Subjective Global Assessment) ampliamente utilizada en pacientes en hemodiálisis[38] que añade, la posibilidad de cuantificar el grado de malnutrición a través de un sistema de puntos.

Mini Nutritional Assessment (MNA)

El MNA es la herramienta validada de screening y diagnóstico nutricional de elección en la población anciana. Está validado tanto en el anciano institucionalizado[39] como en el hospitalizado[40], especialmente, para detectar el paciente en riesgo antes de que presente pérdida de peso o hipoproteinemia. Es un test sencillo, relativamente rápido de realizar, con buena correlación con la ingesta, los parámetros antropométricos y bioquímicos habituales así como con la estancia media y mortalidad[4,41,42] y presenta una sensibilidad y especificidad del 96% y 98% respectivamente[41]. Además. sirve como herramienta de seguimiento nutricional[4,43].

Se trata de un instrumento compuesto por dos partes; la primera de screening y la segunda de valoración propiamente dicha que permite dirigir la intervención nutricional[4]. El MNA se compone de 18 apartados que en total suman 30 puntos. En la fase de cribado encontramos 6 de los 18 apartados que cuando suman menos de 12 puntos definen riesgo nutricional y, por tanto, hacen necesario completar la segunda parte, compuesta por los 12 apartados restantes. La puntuación obtenida cuando se realiza el test completo permite también dirigir la intervención nutricional y el seguimiento[44]:

- Más de 23,5 puntos: paciente bien nutrido. Se recomienda repetir el MNA más adelante (la periodicidad dependerá del paciente) y realizar educación nutricional en base a una alimentación saludable.
- Entre 17 y 23,5 puntos: paciente con riesgo de malnutrición. Se debe profundizar en el estudio de las causas de dicho riesgo así como realizar educación nutricional con medidas para el enriquecimiento de la dieta y la indicación de suplementos nutricionales en determinados casos.
- Menor a 17 puntos: malnutrición. Se debe realizar una intervención nutricional intensiva abordándola según la causa.

El MNA tiene utilidad limitada en aquellos ancianos con demencia avanzada, estados confusionales, afasias o apraxias. En dichos casos, y cuando no se disponga del peso del paciente, puede emplearse de forma alternativa o complementaria el Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI), que resulta de una adaptación del Nutritional Risk Index (NRI), donde en lugar del peso actual del paciente se utiliza el peso ideal (según fórmula de Lorentz). El GNRI le da una mayor importancia en la ecuación a los valores plasmáticos de albúmina, convirtiéndolo en una herramienta con una buena correlación con la mortalidad. De hecho, es un instrumento predictor de "riesgo relacionado con la nutrición" pero no propiamente de diagnóstico de desnutrición[45,46].

Método de Valoración del Estado Nutricional (VEN)

Aunque la VGS y el MNA son herramientas útiles para la valoración nutricional, no existe un "gold estandar" aceptado de forma universal para el diagnóstico nutricional. En el Hospital La Paz, y en muchos otros, nos servimos de la integración de la VGS, antropometría y bioquímica. Éste método integrado es lo que llamamos VEN (Valoración del Estado Nutricional) y, generalmente, se lleva a cabo por los equipos de profesionales expertos en Nutrición (tabla IV).

Diagnóstico y codificación de la malnutrición

El Sistema de Codificación de Procedimientos de la Clasificación Internacional de Enfermedades permite clasificar los diagnósticos y procedimientos médicos de forma que todos los profesionales hablen el mismo idioma.

El CIE-9 (Clasificación Internacional de Enfermedades 9) es el sistema que se utiliza en España y en el caso de la malnutrición hospitalaria y tal y como recoge el documento de consenso de la SENPE-SEDOM, es imprescindible que los clínicos responsables de la elaboración del alta hospitalaria sean conscientes y conozcan la importancia de incluir el diagnóstico nutricional al alta con su correspondiente CIE-9.

Los criterios de clasificación de la malnutrición hospitalaria según el CIE-9 son[47]:

- Desnutrición calórica:
  - Leve (CIE-9: 263,1).
  - Moderada (CIE-9: 263,0).
  - Grave o severa (CIE-9: 261).
  - Grado no especificado (CIE-9: 263,9).
- Desnutrición proteica: en cualquier grado (CIE-9: 260).
- Desnutrición mixta o proteico-calórica:
  - Leve (CIE-9: 263,8).
  - Moderada (CIE-9: 263,8).
  - Grave/severa (CIE-9: 262).
  - Grado no especificado (CIE-9: 263,9).
- Desnutrición no especificada:
  - Leve (CIE-9: 263,1).
  - Moderada (CIE-9: 263,0).
  - Grave/severa (CIE-9: 261).
  - Grado no especificado (CIE-9: 263,9).
- Exceso de peso:
  - Sobrepeso (CIE-9: 278.02).
  - Obesidad grado no especificado (CIE-9: 278.00).
  - Obesidad mórbida (CIE-9: 278.01).

Tabla IV
Valoración del Estado Nutricional (VEN)

Antropometría	• Peso actual, peso habitual, peso ideal y peso ajustado. • Pérdida de peso en los últimos 6 meses (% pérdida de peso) • Talla (medición directa o calculada a través de otras medidas como brazada) • IMC • Pliegue Tricipital y Circunferencia Muscular de Brazo
Examen físico	• Pérdida de grasa subcutánea • Perdida de masa muscular • Presencia de edemas o ascitis
Ingesta oral	• Existencia de cambios en la ingesta: aumento, disminución o no ausencia de cambios • Duración en el tiempo de los cambios en la ingesta. • Tipo de ingesta: ayuno, dieta líquida hipocalórica, dieta líquida completa, dieta sólida insuficiente
Síntomas gastrointestinales	• Ausencia de síntomas • Náuseas, vómitos, diarrea, anorexia, disfagia, otros síntomas…
Grado de estrés metabólico	• Sin estrés/estrés leve/estrés moderado/estrés severo
Bioquímica	• Linfocitos, albúmina, otros…
Dinamometría	Valores de normalidad varían según edad y sexo (varones > 30 kg, mujeres > 20 kg)

Además, en aquellos pacientes que hayan recibido soporte nutricional, también podrá codificarse el procedimiento terapéutico con un código CIE-9:

- Nutrición parenteral (CIE-9: 99.15).
- Nutrición enteral con aportes mayores a 1000 kcal/día (CIE-9: 96,6).

Existe una versión más reciente del sistema de codificación conocido como CIE-10. Sin embargo, su adaptación española conocida como la CIE-10-ES, no entrará en vigor hasta enero de 2016, siendo hasta entonces el CIE-9 el sistema de codificación aceptado[48].

Aunque aún no constan con una codificación diagnóstica, es importante también señalar dos entidades de gran impacto nutricional: la sarcopenia y la caquexia.

La **sarcopenia** se caracteriza por una pérdida progresiva de masa muscular esquelética y de la fuerza, con riesgo de discapacidad y otros resultados adversos y que se asocia a una mayor mortalidad[19]. La sarcopenia "primaria" se considera un síndrome geriátrico, existiendo causas secundarias de sarcopenia como las neoplasias, la inmovilización o la ingravidez, por nombrar algunas, que pueden presentarse a cualquier edad. Para su diagnóstico debe documentarse la presencia de disminución de la masa muscular junto con la objetivación de una menor fuerza muscular y/o menor rendimiento físico. La medida de cada uno de estos tres criterios puede realizarse a través de distintos métodos, según las posibilidades de cada centro (tabla V). El algoritmo elaborado por el EWGSOP (European Working Group on Sarcopenia in Older People) para detectar casos de sarcopenia, propone la medición de la velocidad de la marcha como método de cribado en la práctica clínica, estableciendo el punto de corte para el riesgo de sarcopenia en 0,8 m/s[19].

La **caquexia** es un síndrome metabólico multifactorial caracterizado por la pérdida de peso, fundamentalmente a expensas de la masa muscular esquelética (acompañado o no de masa grasa) junto con un incremento del catabolismo proteico debido a una enfermedad subyacente. Así, la inflamación derivada de la patología de base juega un papel fundamental en la fisiopatología de la caquexia. La malnutrición puede ser uno de los factores implicados sin embargo, no todo paciente desnutrido presenta caquexia[49]. Al contrario, todo paciente caquéctico se encuentra desnutrido.

Existen distintos grados de severidad o estadios de caquexia[50]:

- **Precaquexia**. Deben cumplirse todos los siguientes criterios:
  - Enfermedad crónica.
  - Respuesta inflamatoria crónica/recurrente (PCR elevada).
  - Anorexia (cuantificable a través del cuestionario FAACT).
  - Pérdida involuntaria de peso < 5% en los últimos 6 meses.
- **Caquexia**. Debe cumplirse uno de los siguientes criterios:
  - Pérdida involuntaria de peso > 5% en los últimos 6 meses.
  - IMC < 20kg/m^2 junto con la pérdida involuntaria de peso mayor al 2%.
  - Sarcopenia junto con la pérdida involuntaria de peso > 2%.
- **Caquexia refractaria**:
  - Estado catabólico.
  - Sin respuesta a tratamiento anticanceroso.
  - Mal estado funcional (< 50%).
  - Expectativa de vida < 3 meses.

Tabla V
Definición y diagnóstico de sarcopenia

Criterios para el diagnóstico de sarcopenia: criterio 1 + criterio 2 o criterio 3	*Técnicas de medición disponible*	
	Investigación	*Práctica clínica*
1. Masa muscular baja (criterio imprescindible)	• Tomografía computerizada • Resonancia magnética • BIA • DEXA	• BIA • DEXA • Antropometría
2. Menor fuerza muscular	• Fuerza de prensión manual • Flexoextensión de la rodilla • Flujo espirtorio máximo	• Fuerza de prensión manual
3. Menor rendimiento físico	• Serie corta de rendimiento físico • Velocidad de marcha • Prueba de levantarse y andar • Test de capacidad de subir escaleras	• Serie corta de rendimiento físico • Velocidad de marcha • Prueba de levantarse y andar

Cruz-Jentof A.J et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Br Geriatr Soc.*

La caquexia y la sarcopenia pueden coexistir en un mismo individuo siendo a veces difícil de diferenciar. De hecho, pueden resultar conceptos semejantes, pero no lo son. La mayoría de los pacientes con caquexia tienen además sarcopenia, no todos los pacientes con sarcopenia cursan con caquexia. En la caquexia la característica principal es la pérdida rápida de peso jugando un importante papel el estado inflamatorio y catabólico, que condiciona una menor respuesta al soporte nutricional. Por el contrario en la sarcopenia, la pérdida de masa y función muscular es progresiva y responde de forma más satisfactoria al tratamiento (ejercicio físico de resistencia asociado a suplementación nutricional).

Seguimiento del estado nutricional

Tras un adecuado diagnóstico nutricional, realizado un cálculo de requerimientos y hecha la prescripción de un tratamiento nutricional, se debe realizar seguimiento para evaluar su adecuación (fig. 1).

Idealmente, un marcador se seguimiento nutricional debería ser fácilmente medible, relativamente barato, disponible en la mayoría de los centros y no verse influenciado por la enfermedad de base o por la inflamación, sino solamente por la evolución de la situación nutricional del individuo. Sin embargo, este marcador único no existe y, al igual que ocurre en el diagnóstico, el seguimiento nutricional, se basa de nuevo, en la interpretación de un conjunto de datos de historia clínica, antropometría y laboratorio. Según el ámbito en el que nos encontremos (hospitalario o ambulatorio) son de mayor utilidad unos parámetros u otros.

Una de las herramientas más importantes y sencillas que disponemos para monitorizar el estado nutricional es la historia dietética a través del recuerdo de 24 horas, pero no es suficiente por si sola para el seguimiento nutricional. La VGS-GP es de utilidad a largo plazo pero carece de utilidad en periodos de tiempo corto.

La prealbúmina es el parámetro bioquímico de elección para monitorizar la respuesta nutricional precoz, a pesar de estar influenciada por el estado inflamatorio del paciente. De forma teórica se establece que los niveles de prealbúmina deberían incrementarse 2 g/dL por día con un adecuado soporte nutricional[27,51] de tal manera que si los niveles plasmáticos de prealbúmina tienden a incrementarse al instaurar una intervención nutricional puede asegurarse que se están cubriendo como mínimo el 65% de los requerimientos proteicos. Por el contrario, si no se consigue un incremento de 4g/dL en los 8 días siguientes al inicio de la intervención nutricional es indicativo de que se precisa intensificar el tratamiento nutricional indicado[27].

Los cambios en el peso, resultan de utilidad en el seguimiento ambulatorio o a largo plazo del paciente malnutrido, no siendo válido su uso a corto plazo, ya que cambios de peso en un corto espacio de tiempo, son más indicativos de cambios en el agua corporal total más que en la masa magra.

La medición de la CMB y el PT son dos parámetros antropométricos clásicos para evaluar la respuesta nutricional, no estando exentos de limitaciones, especialmente en su uso en pacientes hospitalizados, ya que sus estándares se desarrollaron en pacientes ambulatorios[16]. Sin embargo son útiles para evaluar el cambio del parámetro en un mismo paciente, siempre que transcurra suficiente tiempo entre una medición y otra.

Recientemente la dinamometría se está empleando en la monitorización del estado nutricional[31,33] no existiendo todavía consenso al respecto.

En relación a los tiempos de monitorización de la respuesta al tratamiento nutricional, si bien conviene individualizar según la situación de cada paciente, parece razonable que en el ámbito de hospitalización sea semanal y en el ámbito ambulatorio mensual o trimestral, según la severidad de la desnutrición y el tipo de soporte nutricional empleado (tabla VI).

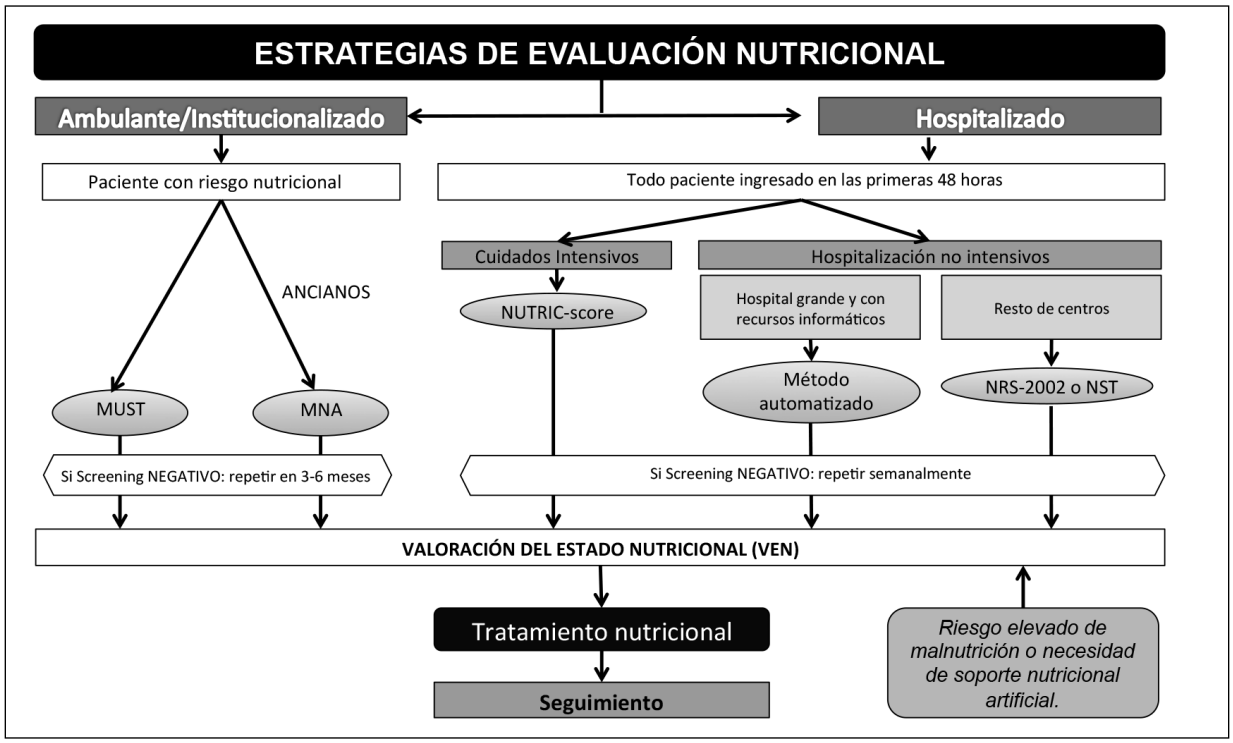


Fig. 1.—Algoritmo de evaluación nutricional

Tabla VI
Seguimiento nutricional

Paciente hospitalizado	*Screening*	*CONUT* *NRS-2002* *NST* *NUTRIC-score*	*Screening a todos los pacientes en < 48 h tras ingreso. Si el screening es positivo realizar valoración nutricional. Si el screening es negativo, repetir al menos semanalmente*	
	VEN	*Inicial*	*Seguimiento tras instauración de tratamiento nutricional*	
	Indicación	Si screening positivo o riesgo elevado o nutrición artificial	4-8 días	> 15-20 días
	Clínica (diarrea, náuseas, vómitos...)	√	√	√
	H.ª dietética (% ingesta)	√	√	√
	Cambio de peso en el tiempo	√	X	√
	PT y CMB	√	X	√
	Dinamometría	√	¿?	√
	Albúmina	√	X	√
	Prealbúmina	X	√	√
	Proteína C reactiva	√	X	X/√
Paciente ambulante	*Screening*	*MUST* *MNA-cribado*	*Realizar a aquellos pacientes con FR de malnutrición. Si el screening es positivo realizar valoración nutricional. Si el screening es netativo repetir al menos cada 3-6 meses*	
	VEN	*Inicial*	*Seguimiento tras instauración de tratamiento nutricional*	
	Indicación	Si screening positivo o riesgo elevado o nutrición artificial	< 1 mes	> 3 meses
	Clínica (diarrea, náuseas, vómitos...)	√	√	√
	H.ª dietética (Recuerdo de 24 h)	√	√	√
	Cambio de peso en el tiempo	√	√	√
	PT y CMB	√	√	√
	Dinamometría	√	√	√
	Albúmina	√	X	√
	Prealbúmina	X	√	√
	Proteína C reactiva	X/√	X/√	X/√

Conclusión

La identificación precoz del paciente desnutrido o en riesgo a través del screening nutricional, permite el posterior diagnóstico nutricional que idealmente, debería quedar recogido en la historia clínica según la CIE-9. Dado que no existe un "gold estándar", proponemos la VEN como herramienta de DN ya que se basa en la integración de la VGS, antropometría y bioquímica. Tras la instauración de la intervención nutricional, es necesario un seguimiento nutricional individualizado cuyas herramientas y tiempos de reevaluación varían según el entorno asistencial, medios disponibles, así como de la propia situación clínica del paciente.

Referencias

1. Roldán Aviña JP, Pérez Camacho I, Irles Rocamora JA, Martín Gómez R. Malnutrition in hospitalized patients: a prospective and randomized study. *Nutr Hosp* 1995; 10 (4): 192–8.
2. Norman K, Pichard C, Lochs H, Pirlich M. Prognostic impact of disease-related malnutrition. *Clin Nutr* 2008; 27 (1): 5-15.
3. Mueller C, Compher C, Ellen DM. A.S.P.E.N. clinical guidelines: Nutrition screening, assessment, and intervention in adults. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2011; 35 (1): 16-24.
4. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003; 22 (4): 415-21.
5. Rasmussen HH, Holst M, Kondrup J. Measuring nutritional risk in hospitals. *Clin Epidemiol* 2010; 2: 209-16.
6. García de Lorenzo A, Álvarez Hernández J, Planas M, Burgos R, Araujo K. Multidisciplinary consensus on the approach to hospital malnutrition in Spain. *Nutr Hosp* 2011; 26 (4): 701-10.
7. Elia M, Stratton R. On the ESPEN guidelines for nutritional screening 2002. *Clin Nutr* 2004; 23 (1): 131-2.
8. Ignacio de Ulíbarri J, González-Madroño A, de Villar NGP, González P, González B, Mancha A et al. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population. *Nutr Hosp* 2005; 20 (1): 38-45.
9. Villalobos Gámez JL, García-Almeida JM, Guzmán de Damas JM, Rioja Vázquez R, Osorio Fernández D, Rodríguez-García LM et al. Proceso INFORNUT®: validación de la fase de filtro —FILNUT— y comparación con otros métodos de detección precoz de desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2012; 21 (4): 491-504.
10. Gómez-Candela C, Serrano Labajos R, García-Vazquez N, Valero Pérez M, Morato Martínez M, Santurino Fontecha C et al. Complete process of implantation of a nutritional risk screening system in the University Hospital La Paz, Madrid. *Nutr Hosp* 2013; 28 (6): 2165-74.
11. Heyland DK, Dhaliwal R, Jiang X, Day AG. Identifying critically ill patients who benefit the most from nutrition therapy: the development and initial validation of a novel risk assessment tool. *Crit Care* 2011; 15 (6): R268.
12. Aquino R de C de, Philippi ST. Identification of malnutrition risk factors in hospitalized patients. *Rev Assoc Med Bras* 2011; 57 (6): 637-43.
13. Windsor JA, Hill GL. Weight loss with physiologic impairment. A basic indicator of surgical risk. *Ann Surg* 1988; 207 (3): 290-6.
14. Dewys WD, Begg C, Lavin PT, Band PR, Bennett JM, Bertino JR, et al. Prognostic effect of weight loss prior to chemotherapy in cancer patients. Eastern Cooperative Oncology Group. *Am J Med* 1980; 69 (4): 491-7.
15. White J V, Guenter P, Jensen G, Malone A, Schofield M. Consensus statement: Academy of Nutrition and Dietetics and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition). *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2012; 36 (3): 275-83.
16. García de Lorenzo A, Álvarez Hernández J, Planas M, Burgos R, Araujo K. Consenso multidisciplinar sobre el abordaje de la desnutrición hospitalaria en España. Documentos de consenso de la SENPE, pp. 9-41.
17. MAG of the British Association for Parenteral and Enteral Nutrition. The "MUST" Explanatory Booklet. A Guide to the "Malnutrition Universal Screening Tool" ("MUST") for Adults. 2003.
18. Kvamme J-M, Holmen J, Wilsgaard T, Florholmen J, Midthjell K, Jacobsen BK. Body mass index and mortality in elderly men and women: the Tromso and HUNT studies. *J Epidemiol Community Health* 2012; 66 (7): 611-7.
19. Cruz-Jentof AJ, Baeyens J-P, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. *Br Geriatr Soc* 2010; 39: 412-23.
20. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, et al. Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice. *Clin Nutr* 2004; 23 (6): 1430-53.
21. Benjamin DR. Laboratory tests and nutritional assessment. Protein-energy status. *Pediatr Clin North Am* 1989; 36 (1): 139-61.
22. Burritt MF, Anderson CF. Laboratory assessment of nutritional status. *Hum Pathol* 1984; 15 (2): 130-3.
23. Jellinge ME, Henriksen DP, Hallas P, Brabrand M. Hypoalbuminemia is a strong predictor of 30-day all-cause mortality in acutely admitted medical patients: a prospective, observational, cohort study. *PLoS One* 2014; 9 (8): e105983.
24. Villamayor Blanco L, Llimera Rausell G, Jorge Vidal V, González Pérez-Crespo C, Iniesta Navalón C, Mira Sirvent MC et al. Valoración nutricional al ingreso hospitalario: iniciación al estudio entre distintas metodologías. *Nutr Hosp* 2006; 21 (2): 163-72.
25. Fletcher JP, Little JM, Guest PK. A comparison of serum transferrin and serum prealbumin as nutritional parameters. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987; 11 (2): 144-7.
26. Tuten MB, Wogt S, Dasse F, Leider Z. Utilization of prealbumin as a nutritional parameter. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1985; 9 (6): 709-11.
27. Beck FK, Rosenthal TC. Prealbumin: a marker for nutritional evaluation. *Am Fam Physician* 2002; 65 (8): 1575–8.
28. Kuzuya M, Kanda S, Koike T, Suzuki Y, Iguchi A. Lack of correlation between total lymphocyte count and nutritional status in the elderly. *Clin Nutr* 2005; 24 (3): 427-32.
29. Bellace J V, Healy D, Besser MP, Byron T, Hohman L. Validity of the Dexter Evaluation System's Jamar dynamometer attachment for assessment of hand grip strength in a normal population. *J Hand Ther* 2000; 13 (1): 46-51.
30. Norman K, Stobäus N, Gonzalez MC, Schulzke J-D, Pirlich M. Hand grip strength: outcome predictor and marker of nutritional status. *Clin Nutr* 2011; 30 (2): 135-42.
31. Flood A, Chung A, Parker H, Kearns V, O'Sullivan TA. The use of hand grip strength as a predictor of nutrition status in hospital patients. *Clin Nutr* 2014; 33 (1): 106-14.
32. Milne AC, Avenell A, Potter J. Meta-analysis: protein and energy supplementation in older people. *Ann Intern Med* 2006; 144 (1): 37-48.
33. Matos LC, Tavares MM, Amaral TF. Handgrip strength as a hospital admission nutritional risk screening method. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61 (9): 1128-35.
34. Detsky AS, McLaughlin JR, Baker JP, Johnston N, Whittaker S, Mendelson RA et al. What is subjective global assessment of nutritional status? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 1987; 11 (1): 8-13.
35. Barbosa-Silva MCG, Barros AJD. Indications and limitations of the use of subjective global assessment in clinical practice: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006; 9 (3): 263-9.
36. Ferguson M. Patient-generated subjective global assessment. *Oncology (Williston Park)* 2003; 17 (2 Suppl. 2): 13-4; discussion 14-6.
37. Bauer J, Capra S, Ferguson M. Use of the scored Patient-Generated Subjective Global Assessment (PG-SGA) as a nutrition assessment tool in patients with cancer. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56 (8): 779-85.
38. Kalantar-Zadeh K, Kleiner M, Dunne E, Lee GH, Luft FC. A modified quantitative subjective global assessment of nutrition for dialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1999; 14 (7): 1732-8.
39. Bleda MJ, Bolibar I, Parés R, Salvà A. Reliability of the mini nutritional assessment (MNA) in institutionalized elderly people. *J Nutr Health Aging* 2002; 6 (2): 134-7.
40. Calvo I, Olivar J, Martínez E. Uso del mini nutritional assessment como herramienta de cribaje nutricional en la población mayor de

65 años en el ámbito hospitalario; conveniencia y factibilidad. *Nutr Hosp* 2012; 27(n05).
41. Vellas B, Guigoz Y, Garry PJ, Nourhashemi F, Bennahum D, Lauque S et al. The Mini Nutritional Assessment (MNA) and its use in grading the nutritional state of elderly patients. *Nutrition* 1999; 15 (2): 116-22.
42. Guigoz Y, Lauque S, Vellas BJ. Identifying the elderly at risk for malnutrition. The Mini Nutritional Assessment. *Clin Geriatr Med* 2002; 18 (4): 737-57.
43. Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA) review of the literature—What does it tell us? *J Nutr Health Aging* 2006; 10 (6): 466-85; discussion 485-7.
44. Matía Martín P, Triana F-MC. Nutrición en el anciano hospitalizado. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 2006; 41 (06): 340-56.
45. Durán Alert P, Milà Villarroel R, Formiga F, Virgili Casas N, Vilarasau Farré C. Assessing risk screening methods of malnutrition in geriatric patients: Mini Nutritional Assessment (MNA) versus Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI). *Nutr Hosp* 2012; 27 (2): 590-8.
46. Cereda E, Limonta D, Pusani C, Vanotti A. Assessing elderly at risk of malnutrition: the new Geriatric Nutritional Risk Index versus Nutritional Risk Index. *Nutrition* 2006; 22 (6): 680-2.
47. Álvarez J, Río J Del, Planas M, Peris PG, Lorenzo AG de, Calvo V et al. Documento SENPE-SEDOM sobre la codificación de la desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2008; 23 (6): 536-40.
48. Ministerio de Sanidad Servicios Sociales e Igualdad. Proyecto de Transicion de CIE-9-MC A CIE-10-ES. Portal Estadístico del SNS. 2014.
49. Muscaritoli M, Anker SD, Argilés J, Aversa Z, Bauer JM, Biolo G et al. Consensus definition of sarcopenia, cachexia and pre-cachexia: joint document elaborated by Special Interest Groups (SIG) "cachexia-anorexia in chronic wasting diseases" and "nutrition in geriatrics". *Clin Nutr* 2010; 29 (2): 154-9.
50. MacDonald N. Terminology in cancer cachexia: importance and status. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012; 15 (3): 220-5.
51. Spiekerman AM. Nutritional assessment (protein nutriture). *Anal Chem* 1995; 67 (12): 429R-436R.

GASTO ENERGÉTICO Y ACTIVIDAD FÍSICA: ASPECTOS METODOLÓGICOS

"Reunión de consenso sobre la metodología de las encuestas alimentarias, tipificación de la actividad física y estilos de vida saludables"

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):209-214
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5067

Evaluación de la actividad física en la población general; cuestionarios validados

Ignacio Ara[1], Raquel Aparicio-Ugarriza[2,3], David Morales-Barco[2,3], Susana Aznar[4], Wysllenny Nascimento de Souza[2,3], Esmeralda Mata[1], Marcela González-Gross[2,3,5]

[1]Grupo de Investigación GENUD Toledo. Universidad de Castilla La Mancha. [2]Grupo de investigación ImFINE. Universidad Politécnica de Madrid. [3]Departamento de Salud y Rendimiento Deportivo. Facultad de Actividad Física y Ciencias del Deporte. INEF. Universidad Politécnica de Madrid. [4]Grupo de investigación PAFS. Universidad de Castilla La Mancha. [5]CIBERobn CB 12/03/30038. Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición. España.

Resumen

Los cuestionarios auto-administrados han sido comúnmente utilizados en los estudios con grandes cohortes, con el fin de evaluar la actividad física de sus participantes. Como consecuencia de ello, existe una considerable cantidad de evidencias científicas sobre el efecto protector de la actividad física sobre la salud. Sin embargo, los estudios de validación que utilizan métodos objetivos, cómo métodos de referencia o "Gold Standard", para la cuantificación de la actividad física o el gasto energético (el agua doblemente marcada, los acelerómetros, los podómetros, etc.), indican que la precisión de los cuestionarios es limitada. Los cuestionarios de actividad física pueden fallar especialmente al estimar la actividad física no vigorosa, y suelen centrarse de forma específica en el ejercicio planificado (ir en bicicleta, correr, andar,...) y no suelen recoger las actividades de la vida diaria y movimientos de intensidad baja no planificada. Por ello, la estimación del gasto energético a partir de estos datos no es muy recomendable. Por otro lado, y a pesar de que los métodos objetivos deberían ser la primera elección a la hora de evaluar la actividad física, los cuestionarios se mantienen todavía como herramientas válidas y con muchas ventajas. Una de las ventajas es la buena implementación para estudios epidemiológicos y su bajo coste. Además, este tipo de instrumentos están específicamente diseñados y validados para diferentes grupos de edad y proporcionan información valiosa e importante, sobre todo, del patrón de actividad física. Sin embargo, aún son necesarios futuros estudios que investiguen en métodos más precisos para medir la actividad física respecto a la que proporcionan los cuestionarios. Podemos concluir que probablemente un método mixto que combine los métodos objetivos y subjetivos, y que incluya nuevos sistemas y registros electrónicos, sería lo más recomendable.

Palabras clave: *Actividad física. Cuestionarios. Métodos objetivos. Métodos subjetivos.*

PHYSICAL ACTIVITY ASSESSMENT IN THE GENERAL POPULATION; VALIDATED SELF-REPORT METHODS

Abstract

Self-reported questionnaires have been commonly used to assess physical activity levels in large cohort studies. As a result, strong and convincing evidences that physical activity can protect health are widely recognized. However, validation studies using objective measures of physical activity or energy expenditure (double labelled water, accelerometers, pedometers, etc.) indicate that the accuracy and precision of survey techniques are limited. Physical activity questionnaires could fail in estimating particularly non-vigorous physical activity. They have a disproportionate focus on volitional type exercise (i.e. biking, jogging, and walking), while not capturing the activities of daily living and low to moderate intensity movements. Energy expenditure estimates from these data are not recommended. On the other hand, despite objective tools should be the measurement of choice to assess PA level, self-reported questionnaires remain valid, and have many advantages. i.e. low costs. These kind of recalls are designed and validated for different age groups and provide value and important information, mainly about physical activity pattern. Future studies will require more precision and accuracy in physical activity measurement than those provided by traditional survey methods. We can conclude that probably a mixed approach that combines both the objective and subjective techniques involving novel devices and electronic capture of physical activity questionnaires will be more effective.

Key words: *Physical activity. Questionnaire. Objective methods. Subjective methods.*

Correspondencia: Ignacio Ara.
Grupo de Investigación GENUD Toledo.
Universidad de Castilla La Mancha.
Avda. Carlos III, s/n.
45071 Toledo. España.
E-mail: ignacio.ara@uclm.es

Introducción

Con el fin de investigar el papel de la actividad física (AF) en el mantenimiento de la salud, muchos estudios de cohortes grandes se han realizado utilizando cuestionarios de la percepción subjetiva de la AF. Estos estudios han proporcionado fuerte y la evidencia convincente de que la AF puede proteger la salud. El conocimiento se ha acumulado en las últimas décadas en relación con la importancia de AF en relación con un número de enfermedades: trastornos del síndrome metabólico relacionado (resistencia a la insulina, diabetes tipo 2, dislipidemia, hipertensión, obesidad), corazón y enfermedades pulmonares (crónica enfermedad pulmonar obstructiva, enfermedad cardíaca coronaria, insuficiencia cardíaca crónica, claudicación intermitente), músculo, hueso y enfermedades de las articulaciones (osteoartritis, artritis reumatoide, osteoporosis, fibromialgia, crónica síndrome de fatiga) y el cáncer, la depresión, el asma y la diabetes tipo I[1]. Como resultado se están investigando nuevas preguntas científicas: asociación dosis-respuesta, la protección de la salud en diferentes poblaciones, la eficacia de las intervenciones para aumentar los hábitos de AF, etc. Este tipo de estudios, requieren una mayor precisión y exactitud en la medición de AF de la que pueden ser proporcionadas por los métodos de encuesta tradicionales. Los estudios de validación que han utilizado medidas objetivas de la AF o el gasto energético (GE) indican que la precisión de las técnicas de encuesta, son limitadas. Una reciente revisión de cuestionarios de AF (PAQS) concluyó que ninguno de los 23 cuestionarios evaluados presentaba correlaciones y diferencias de medias aceptables en GE cuando se comparaban con el método de referencia o "gold standard" (agua doblemente marcada), ni estimaciones individuales razonables de la energía total gastada en AF[2]. Los autores concluyeron que, además de informes de errores, discrepancias entre las estimaciones PAQS y DLW pueden ser parcialmente atribuibles a 1) PAQS no incluye actividades claves relacionadas con GE activo; 2) PAQS y DLW mide en períodos de tiempo diferentes; o 3) asignación incorrecta de equivalentes metabólicos a las actividades de auto-informe. Además, los pequeños tamaños de muestra, el uso de coeficientes de correlación, y la limitada información sobre el individuo también fueron aspectos problemáticos[2]. La intensidad de la actividad juega un papel importante en la exactitud del recuerdo de la AF, con una precisión razonable para la AF vigorosa, pero no para actividades menos intensas[3-5]. Según Colbert y Schoeller[6] aportaron pruebas convincentes de que los cuestionarios eran instrumentos insuficientes para medir la AF a través del estudio en el 2003-2004 como en el NHANES 2005-2006, en los cuales la AF de los adultos estadounidenses se midió mediante acelerómetros[7,8]. En los estudios, la proporción adultos que reportaron que cumplían las recomendaciones de AF con el método del auto-informes, era de 6 a 10 veces mayor que cuando se utilizaba el acelerómetro. Por otra parte, uno de los estudios más importantes en este campo se llevó a cabo por Atienza y cols.[9], en el cual el auto-informe de AF se asoció independientemente con varios biomarcadores de la salud, incluso después de ajustar por el acelerómetro de AF. A pesar de la singularidad del cuestionario de AF, es importante señalar que los acelerómetros tenían asociaciones mucho más fuertes y también recogieron más asociaciones (por ejemplo, presión arterial sistólica, triglicéridos, glucosa, etc.) que las que presentó el auto-informe.

Limitaciones

Colbert y cols.[10] compararon varios métodos objetivos y auto-informes de medición de PA y demostraron que las tres medidas objetivas (Sensewear brazalete, acelerómetro y podómetro) correlacionaban mejor con el GE de la AF medidos con DLW y tenían un error inferior frente a cualquiera de las tres encuestas PAQS (CAMPEONES, PASE y YALE). Los autores concluyeron que nuestras metodologías de auto-informe actuales carecen de precisión y exactitud, y por lo tanto puede llevar a conclusiones erróneas y sobrestimaciones en el cumplimento de las recomendaciones de AF para mantener la salud.

Cabe destacar que ninguna de las PAQS citadas fue diseñada específicamente para la estimación del GE de la actividad. También es importante comentar que a pesar de DLW es ampliamente considerado como el método de referencia para la medición del GE, tiene algunas limitaciones. Un argumento básico es que sólo mide el coste de energía de la AF y no del comportamiento en sí mismo. Por lo tanto, DLW no proporciona información pertinente relativa a la frecuencia, intensidad, duración, patrón, y el tipo de actividad. Algunos de estos componentes pueden ser importantes predictores de los resultados específicos de salud y el conocimiento de éstas facilitará recomendaciones más precisas AF[6]. DLW también es bastante caro y requiere conocimientos específicos para su uso. La limitación de costes, sin embargo, está mediada en muchos casos, porque la elevada precisión permite a los investigadores obtener resultados estadísticamente significativos con una muestra más pequeña.

Aunque acelerómetros no pueden capturar todas las actividades (ciclismo, ejercicio con la parte superior del cuerpo, actividades acuáticas o ejercicio de resistencia muscular) y se limitan a la evaluación de la actividad actual, en combinación con un simple registro de AF tienen gran utilidad, sobre todo en estudios de intervención. La reducción de los costes de los acelerómetros y el aumento de la conciencia de sus buenas virtudes lo harán más atractivo para utilizarse en estudios más amplios. Todavía existen necesidades técnicas en estudios más tradicionales, como la evolución de los niveles de AF en adultos, o la evaluación de los ejercicios de resistencia, natación, ciclismo o actividades en terrenos difíciles. La mejora de la precisión del uso de monitores de AF disminuye el valor de los métodos de encuesta tradicionales para la mayoría de estudios[7-10]. Junto con las reducciones de los precios, la mayoría de las investigaciones están incluyendo el uso de estos monitores, debido a su precisión superior y exactitud[6].

Las actividades de fortalecimiento muscular, que son junto con las actividades aeróbicas parte de las recomen-

daciones generales de AF para la salud (2-3 días de actividades de fortalecimiento muscular en los jóvenes y adultos)[11], se identifican cada vez más como AF importantes para reducir la mortalidad[12] y morbilidades[12,13]. Las cuestiones de evaluación de las actividades de resistencia/fortalecimiento muscular son similares a los sugeridos para las AF aeróbicas, pero en este caso los acelerómetros, podómetros o DLW no pueden evaluar la participación en estas actividades de fortalecimiento muscular.

Controversia

A pesar de los grandes esfuerzos puestos en el desarrollo PAQS fiables y válidos, aún no son suficientemente exactos para la mayoría de la población. Se cree que el error se origina a partir de una desproporcionada percepción de la AF realizada conscientemente (ciclismo, footing, y caminar) y la poca capacidad de registro de la AF de baja a moderada intensidad que es principalmente la que más se acumula durante el día[14]. El uso de conductas de auto-informe seguirá siendo un elemento básico en los estudios epidemiológicos basados en encuestas telefónicas con muestras grandes (para más información ver el resumen de los principales PAQS en la tabla I), pero la mejora de los cuestionarios debe centrarse en mejorar la captura de AF cotidianas y no las de puramente ejercicio físico (las tareas del hogar, de pie, caminando, etc.) y comportamientos sedentarios (sentado o acostado) que se asocian únicamente con la salud pública. La inclusión de tales comportamientos en estos cuestionarios ayudará a distinguir los tipos de actividades que puedan tener un papel fundamental en la salud y las interacciones potencialmente distintas con el ejercicio físico consciente. El desarrollo de estos cuestionarios es importante para estos fines[78].

Conclusión

Siempre habrá situaciones específicas, tanto en la investigación como en el ámbito clínico, donde se necesitarán auto-informes; Sin embargo, siempre que sea posible, las medidas objetivas debe ser la medida de la elección para aportar más precisión en la medición de AF y en el tiempo de sedentarismo. Actualmente, no poseemos o utilizamos la perfecta herramienta de evaluación de AF. La

Tabla I
Cuestionarios principales de AF encontrados en la literatura científica, y clasificados por edades

Grupo de edad	*Acrónimo*	*Nombre*	*Referencia*
Niños/as (<12 años)	Activitygram Assessment	Physical Activity Recall	Cooper Institute 1999[15]
	CDPAQ	Computer Delivered Multimedia 1-Day Physical Activity Questionnaire	Ridley et al. 2001[16]
	CLASS	Children's Leisure Activity Study Survey Questionnaire	Telford et al. 2004[17]
	CPAR	Computerized Physical Activity Recall	McMurray et al. 1998[18]
	FELS PAQ	Fels Physical Activity Questionnaire for Children	Treuth et al. 2005[19]
	GAQ	Girls Health Enrichment Multisite Study Activity Questionnaire	Treuth et al. 2003[20]
	GSQ	Godin-Sephard Physical Activity Questionnaire	Jurisson et al. 1996[21]
	KidActive-Q	KidActive Web-based Proxy Questionnaire	Bonn et al. 2012[22]
	MARCA	The Multimedia Activity Reeali for Children and Adolescents	Ridley et al. 2006[23]
	MRPARQ	Many Rivers Physical Activity Recall Questionnaire	Gwynn et al. 2010[24]
	OPAQ	Oxford Physical Activity Questionnaire	Lubans et al. 2008[25]
	PAQ-C	Physical Activity Questionnaire for Older Children	Crocker et al. 1997[26]
	PAQ-S	Physical Activity Questionnaire for Schoolchildren	Manios et al. 2013[27]
		Parental Report Outdoors Questionnaire	Burdette et al. 2004[28]
	Pre-PAQ	Pre-school-age Children's Physical Activity Questionnaire	Dwyer et al. 2011[29]
	SAPAC	Self-Administered Physical Activity Checklist	Sallis et al. 1996[30]
	SHAPES PAQ	School Health Action, Planning Evaluation System Physical Activity Questionnaire	Wong et al. 2006[31]
	Y-PASS Questionnaire	Youth Physical Activity Survey for Specific Settings	Stanley et al. 2014[32]
Adolescentes (12-16 años)	LTEQ	Leisure Time exercise questionnaire	Cormack et al. 2002[33]
	PTLAQ	Past Year Leisure Time Activity Questionnaire	Cormack et al. 2002[33]
	PDPAR	Previous Day Physical activity Recall	Cormack et al. 2002[33])
	APARQ	Adolescent Physical Activity recall questionnaire	Cormack et al. 2002[33]
	MACQ	Modifiable Physical Activity Questionnaire for adolescents	Cormack et al. 2002[33]
	YRBS	Youth Risk Behaviour Survey	Troped et al. 2007[34]
	SAPAC	Self-Administratered Physical Activity Checlist	Ekelund et al. 2006[35]
	WAC	Weekly activity Checklist (modified)	Mota et al. 2002[36]
	IPAQ-A	International Physical Activity questionnaire for adolescents	Hagströmer et al. 2008[37]
	BAD	Bouchard Activity Diary	Martínez-Gómez et al. 2010[38]
	PAQ-A	Physical Activity questionnaire for adolescents	Kowalski et al. 1997[39]
	HBSC	Health Behaviour in School Children Questionnaire	Rangul et al. 2008[40]

Tabla I *(cont.)*
Cuestionarios principales de AF encontrados en la literatura científica, y clasificados por edades

Grupo de edad	*Acrónimo*	*Nombre*	*Referencia*
Adultos (16-65 años)	CBPAQ	Cognitive Behavioral Physical Activity Questionnaire	Schaembre et al. 2014[41]
	PPAQ	Paffenbarger Physical Activity Questionnaire Among Healthy Adults	Simpson 2011[42]
	CAFM	Cuestionario AF en el tiempo libre de Minnesota	Elosua R et al. 1994 for Spanish men[43] Elosua R et al. 2000 for Spanish women[44]
	IPAQ	International Physical activity questionnaire	Dweyer et al. 2011[29]
	IPAQ-L	International Physical Activity Questionnaire-long version	Hagströmer et al, 2006[45]
	1WPAR	One-week Physical Activity Recall	Timperio et al. 2003[46]
	7DPAR	7-day physical activity recall	Conway et al. 2002[47]
	7-DR	7-Day recall	Bonnefoy et al. 2001[48]
	AAFQ	Arizona Activity frequency questionnaire	Staten et al. 2001[49]
	AAS	Active Australian Survey	Brown et al. 2008[50]
	AWAS	Australian Women's Activity Survey	Fjeldsoe et al. 2009[51]
	BAD	Bouchard Activity diary	Martínez-Gomez et al. 2010[38]
	BAQ	Bouchard Activity questionnaire	Philippaerts et al. 1999[52]
	BAQ- mod	Baecke Activity questionnaire modified version	Bonnefoy et al. 2001[48]
	CAPS-4WR	Cross-cultural activity participation study-4 weeks activity recall	Mahabir et al. 2006[53]
	CAPS-TWR	Cross-cultural activity participation study- Typical week activity recall	Mahabir et al. 2006[53]
	FCPQ	Five City Project questionnaire	Mahabir et al. 2006[53]
	FPACQ	Flesmish Physical Activity Computerized questionnaire	Matton et al. 2007[54]
	GPAQ	Global Physical Activity Questionnaire	Bull et al. 2009[55]
	HEPA99	Swiss Health Enhancing Physical Activity Survey 1999	Mader et al. 2006[56]
	HUNT2	Nord-Trondelag Health Study Questionnaire-version 1	Kurtze et al. 2007[57]
	KPAS	Kaiser Physical Activity Survey	Ainsworth et al. 2000[11]
	KPAS-mod	Kaiser Physical Activity Survey-modified version	Smichtd et al. 2006[59]
	MLTPAQ	Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire	Slinde et al. 2003[60]
	NHS-PAQ	Nurse'Health Study II- Physical Activity questionnaire	Pettee-Gabriel et al. 2009[61]
	OIMQ	Office in Motion Questionnaire	Mader et al. 2006[56]
		Occupational Physcial Activity questionnaire	Reis et al. 2005[62]
	PAAT	Physical Activity Assessment Total	Meriwether et al. 2006[63]
	PMMAQ	Past-moth modifiable activity questionnaire	Pette-Gabriel et al. 2009[61]
	PWMAQ	Past-week-modifiable activity questionnaire	Pette-Gabriel et al. 2009[61]
	PYTPAQ	Past-year Total Physical activity questionnaire	Friedenreich et al. 2006[64]
	RPAQ	Recent Physical Activity Questionnaire	Besson et al. 2010[65]
	S7DR	Stanford 7-day recall	Richardson et al. 2001[66]
		Scottish Physical Activity Questionnaire	Lowther et al. 1999[67]
	SAPAC-modified	Self-Administered Physical Activitiy Checklist	Affuso et al. 2011[68]
	OSPAQ	Occupational Sitting and PAQ	Chau et al. 2012[69]
	MOSPA-Q	MONICA Optional Study on Physical Activity Questionnaire	Roeykens et al. 1998[70]
Mayores (> 65 años)	CHAMPS	Community healthy activities model program for seniors	Harada 2001[71]
	CHAMPS-MMSCV	Community healthy activities model program for senior-Modified mailed self-complete version	Giles 2009[72]
	DQ-mod	Dallosso Questionnaire-modified version	Bonnefoy, 2001[48]
	IPAQ-E	International Physical Activity Questionnaire short version modified for Elderly	Hurting-Wennlof,2010[73]
	PAQ-EJ	Physical Activity Questionnaire for Elderly Japanese	Yasunaga, 2007[74]
	PASE	Physical Activity Scale for the Elderly	Washburn RA[75]
	QPASE	Questionnaire d'activité Physique Saint-Etienne	Bonnefoy, 2001[48]
	VAPAQ	Veterans Physical Activity Questionnaire	Betz, 2014[76]
	YPAS	Yale Physical Activity Survey	Dipietro et al. 1993[77]

idea de que las herramientas de AF objetivas son más válidas o precisas que las herramientas no objetivas, tales como los cuestionarios de AF, debe considerarse con cautela, ya que éstas últimas pueden evaluar diferentes aspectos de la AF. Por lo tanto, el uso de herramientas simples y menos intrusivas como los cuestionarios, siempre serán de relevancia. El reto de la investigación reside en diseñar "el mejor método" que combine tanto las técni-

cas subjetivas como las objetivas y que implique tanto dispositivos electrónicos como registros basado en PAQS. Por ejemplo, el acelerómetro con GPS incluido, disponible en los smartphones, donde se pueden analizar tanto los lugares como el horario de la práctica de la AF, están suscitando mucho interés. Dada la limitada validez de autoinforme de AF y la incapacidad de los instrumentos de medición objetivas para capturar todos los tipos de AF, un enfoque híbrido parece ser el óptimo para futuras evaluaciones de AF. En efecto, los continuos avances en la tecnología de la evaluación objetiva de la AF que combina la recopilación de datos de AF en auto-informe en línea con la inclusión del monitoreo objetivo, es probable que lidere el camino en los siguientes años hacia una estimación modernizada y, potencialmente, más precisa y completa de AF, en grandes estudios observacionales.

Referencias

1. Pedersen BK, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scandinavian *Journal of Medicine and Science in Sports* 2006;16 (Suppl. 1): 3-63.
2. Neilson HK, Robson PJ, Friedenreich CM, Csizmadi I. Estimating activity energy expenditure: How valid are physical activity questionnaires? *Am J Clin Nutr* 2008; 87 (2): 279-91.
3. Besson H, Brage S, Jakes RW, Ekelund U, Wareham NJ. Estimating physical activity energy expenditure, sedentary time, and physical activity intensity by self-report in adults. *Am J Clin Nutr* 2010; 91 (1): 106-14.
4. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve A, Sallis JF, Oja P. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (8): 1381-95.
5. Mäder U, Martin BW, Schutz Y, Marti B. Validity of four short physical activity questionnaires in middle-aged persons. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38 (7): 1255-66.
6. Colbert LH and Schoeller DA. Expending our physical activity (measurement) budget wisely. *J Appl Physiol* 2011; 111: 606-7.
7. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, Mcdowell M. Physical activity in the united states measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40 (1): 181-8.
8. Tucker JM, Welk GJ, Beyler NK. Physical activity in US adults compliance with the physical activity guidelines for Americans. *Am J Prev Med* 2011; 40: 454-61.
9. Atienza AA, Moser RP, Perna F, Dodd K, Ballard-Barbash R, Troiano RP, Berrigan D. Self-reported and objectively measured activity related to biomarkers using NHANES. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (5): 815-21.
10. Colbert LH, Matthews CE, Havighurst TC, Kim K, Schoeller DA. Comparative validity of physical activity measures in older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43: 867-76.
11. World Health Organization. Global recommendations on physical activity for health, 2010.
12. Ruiz JR, Sui X, Lobelo F, Lee D-, Morrow Jr. JR, Jackson AW, Hébert JR, Matthews CE, Sjöström M, Blair SN. Muscular strength and adiposity as predictors of adulthood cancer mortality in men. *Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention* 2009; 18 (5): 1468-76.
13. Jackson AW, Lee D, Sui X, Morrow Jr. JR, Church TS, Maslow AL, Blair SN. Muscular strength is inversely related to prevalence and incidence of obesity in adult men. *Obesity* 2010; 18 (10): 1988-95.
14. Westerterp KR. Pattern and intensity of physical activity. *Nature* 2001; 410 (6828): 539.
15. Cooper Institute for Aerobic Research (1999) The FITNESS-GRAM test administration manual (6.0 ed.) Champaign, IL: Human Kinetics.
16. Ridley K, Dollman J, Olds T. Development and validation of a computer delivered physical activity questionnaire (CDPAQ) for children. *Pediatric Exercise Science* 2001; 13 (1): 35-46.
17. Telford A, Salmon J, Jolley D, Crawford D. Reliability and validity of physical activity questionnaires for children: The children's leisure activities study survey (CLASS). *Pediatric Exercise Science* 2004; 16 (1): 64-78.
18. McMurray RG, Harrell JS, Bradley CB, Webb JP, Goodman EM. Comparison of a computerized physical activity recall with a triaxial motion sensor in middle-school youth. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30 (8): 1238-45.
19. Treuth MS, Hou N, Young DR, Maynard LM. Validity and reliability of the fels physical activity questionnaire for children. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37 (3): 488-95.
20. Treuth MS, Sherwood NE, Butte NF, McClanahan B, Obarzanek E, Zhou A, Ayers C, Adolph A, Jordan J, Jacobs Jr. DR, Rochon J. Validity and reliability of activity measures in african-american girls for GEMS. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35 (3): 532-9.
21. Jürisson A, Jürimäe T. The validity of the godin-shephard physical activity questionnaire in children. *Biology of Sport* 1996; 13 (4): 291-5.
22. Bonn SE, Surkan PJ, Trolle Lagerros Y, Bälter K. Feasibility of a novel web-based physical activity questionnaire for young children. *Pediatric Reports* 2012; 4 (4).
23. Ridley K, Olds TS, Hill A. The multimedia activity recall for children and adolescents (MARCA): Development and evaluation. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2006; 3.
24. Gwynn JD, Hardy LL, Wiggers JH, Smith WT, D'Este CA, Turner N, Cochrane J, Barker DJ, Attia JR. The validation of a self-report measure and physical activity of australian aboriginal and torres strait islander and non-indigenous rural children. *Aust N Z J Public Health* 2010; 34 (Suppl.): S57-65.
25. Lubans DR, Sylva K, Osborn Z. Convergent validity and test-retest reliability of the oxford physical activity questionnaire for secondary school students. *Behaviour Change* 2008; 25 (1): 23-34.
26. Crocker PRE, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, Mcgrath R. Measuring general levels of physical activity: Preliminary evidence for the physical activity questionnaire for older children. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29 (10): 1344-9.
27. Manios Y, Androutsos O, Moschonis G, Birbilis M, Maragkopoulou K, Giannopoulou A, Argyri E, Kourlaba G. Criterion validity of the physical activity questionnaire for schoolchildren (PAQ-S) in assessing physical activity levels: The healthy growth study. *J Sports Med Phys Fitness* 2013; 53 (5): 502-8.
28. Burdette HL, Whitaker RC, Daniels SR. Parental report of outdoor playtime as a measure of physical activity in preschool-aged children. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine* 2004; 158 (4): 353-7.
29. Dwyer GM, Hardy LL, Peat JK, Baur LA. The validity and reliability of a home environment preschool-age physical activity questionnaire (pre-PAQ). *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 2011; 8.
30. Sallis JF, Strikmiller PK, Harsha DW, Feldman HA, Ehlinger S, Stone EJ, Williston J, Woods S. Validation of interviewer- and self-administered physical activity checklists for fifth grade students. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28 (7): 840-51.
31. Wong SL, Leatherdale ST, Manske S. Reliability and validity of a school-based physical activity questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38 (9): 1593-600.
32. Stanley RM, Ridley K, Olds TS, Dollman J. Development and psychometric properties of the Y-PASS questionnaire to assess correlates of lunchtime and after-school physical activity in children. *BMC Public Health* 2014; 14 (1).
33. McCormack G, and Giles-Corti B. Report to the Physical Activity Task Force, Evaluation and Monitoring Group: An assessment of selfreport questionnaires and motion sensors for measuring physical activity in children. Department of Public Health, The University of Western Australia. 2002.
34. Troped PJ, Wiecha JL, Fragala MS, Matthews CE, Finkelstein DM, Kim J, Peterson KE. Reliability and validity of YRBS physical activity items among middle school students. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39 (3): 416-25.
35. Ekelund U, Neovius M, Linné Y, Rössner S. The criterion validity of a last 7-day physical activity questionnaire (SAPAQ) for use in adolescents with a wide variation in body fat: The stockholm weight development study. *Int J Obes* 2006; 30 (6): 1019-21.

36. Mota J, Santos P, Guerra S, Ribeiro JC, Duarte JA, Sallis JF. Validation of a physical activity self-report questionnaire in a portuguese pediatric population. *Pediatric Exercise Science* 2002; 14 (3): 269-76.
37. Hagströmer M, Bergman P, De Bourdeaudhuij I, Ortega FB, Ruiz JR, Manios Y, Rey-López JP, Phillipp K, Von Berlepsch J, Sjöström M. Concurrent validity of a modified version of the international physical activity questionnaire (IPAQ-A) in european adolescents: The HELENA study. *Int J Obes* 2008; 32 (Suppl. 5): S42-8.
38. Martínez-Gómez D, Wärnberg J, Welk GJ, Sjöström M, Veiga OL, Marcos A. Validity of the bouchard activity diary in spanish adolescents. *Public Health Nutr* 2010; 13 (2): 261-8.
39. Kowalski KC, Crocker PRE, Kowalski NP. Convergent validity of the physical activity questionnaire for adolescents. *Pediatric Exercise Science* 1997; 9 (4): 342-52.
40. Rangul V, Holmen TL, Kurtze N, Cuypers K, Midthjell K. Reliability and validity of two frequently used self-administered physical activity questionnaires in adolescents. *BMC Medical Research Methodology* 2008; 8.
41. Schembre SM, Duran CP, Blissmer BJ, Greene GW. Developmental and Validation of the Cognitive Behavioral Physical Activity Questionnaire. *Am J Health Promot* 2014 (in press).
42. Simpson K (2011) Validity and Reliability of the Paffenbarger Physical Activity Questionnaire among Healthy Adults (2011). University of Connecticut. *Master's Theses.* Paper 52.
43. Elosua R, Marrugat J, Molina L, Pons S, Pujol E. Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire in Spanish men. The MARATHOM Investigators. *Am J Epidemiol* 1994; 139 (12): 1197-209.
44. Elosua R, Garcia M, Aguilar A, Molina L, Covas MI, Marrugat J. Validation of the Minnesota Leisure Time Physical Activity Questionnaire In Spanish Women. Investigators of the MARATDON Group. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32 (8): 1431-7.
45. Hagströmer M, Oja P, Sjöström M. The international physical activity questionnaire (IPAQ): A study of concurrent and construct validity. *Public Health Nutr* 2006; 9 (6): 755-62.
46. Timperio A, Salmon J, Crawford D. Validity and reliability of a physical activity recall instrument among overweight and non overweight men and women. *J Sci Med Sport* 2003; 6: 477-491.
47. Conway JM, Seale JL, Jacobs DR Jr, Irwin ML, Ainsworth BE. Comparison of energy expenditure estimates from doubly labeled water, a physical activity questionnaire, and physical activity records. *Am J Clin Nutr* 2002; 75: 519-25.
48. Bonnefoy M, Normand S, Pachiaudi C, Lacour JR, Laville M, Kostka T. Simultaneous validation of ten physical activity questionnaires in older men: a doubly labeled water study. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 28-35.
49. Staten LK, Taren DL, Howell WH, Tobar M, Poehlman ET, Hill A, Reid PM, Ritenbaugh C. Validation of the arizona activity frequency questionnaire using doubly labeled water. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (11): 1959-67.
50. Brown WJ, Burton NW, Marshall AL, Miller YD. Reliability and validity of a modified self-administered version of the Active Australia physical activity survey in a sample of mid-age women. *Aust N Z J Public Health* 2008; 32: 535-41.
51. Fjeldsoe BS, Marshall AL, Miller YD. Measurement proper- ties of the australian women's activity survey. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41 (5): 1020-33.
52. Philippaerts RM, Westerterp KR, Lefevre J. Doubly labelled water validation of three physical activity questionnaires. *Int J Sports Med* 1999; 20: 284-9.
53. Mahabir S, Baer DJ, Giffen C, Clevidence BA, Campbell WS, Taylor PR, Hartman TJ. Comparison of energy expenditure estimates from 4 physical activity questionnaires with doubly labeled water estimates in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 230-6.
54. Matton L, Wijndaele K, Duvigneaud N, Duquet W, Philippaerts R, Thomis M, Lefevre J. Reliability and validity of the Flemish physical activity computerized questionnaire in adlults. *Res Q Exerc Sport* 2007; 78: 293-306.
55. Bull FC, Maslin TS, Armstrong T. Global physical activity questionnaire (GPAQ): nine country reliability and validity study. *J Phys Act Health* 2009; 6: 790-804.
56. Mader U, Martin BW, Schutz Y, Marti B. Validity of four short physical activity questionnaires in middle-aged persons. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1255-66.
57. Kurtze N, Rangul V, Hustvedt BE, Flanders WD. Relia- bility and validity of self-reported physical activity in the Nord-Trondelag Health Study (HUNT 2). *Eur J Epidemiol* 2007; 22: 379-387.
58. Ainsworth BE, Sternfeld B, Richardson MT, Jackson K. Evaluation of the kaiser physical activity survey in women. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 1327-38.
59. Schmidt MD, Freedson PS, Pekow P, Roberts D, Sternefld B, Chasan-Taber L. Validation of the Kaiser Physical Activity Survey in Pregnant Women. *Medicine & science in sports & exercise* 2006; 38 (1): 42-50.
60. Slinde F, Arvidsson D, Sjoberg A, Rossander-Hulthen L. Minnesota leisure time activity questionnaire and doubly labeled water in adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1923-8.
61. Pettee Gabriel K, McClain JJ, Lee CD, Swan PD, Alvar BA, Mitros MR, Ainsworth BE. Evaluation of physical activity measures used in middleaged women. *Med Sci Sports Exerc* 2009, 41: 1403-12.
62. Reis JP, Dubose KD, Ainsworth BE, Macera CA, Yore MM. Reliability and validity of the occupational physical activity questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37: 2075-83.
63. Meriwether RA, McMahon PM, Islam N, Steinmann WC. Physical activity assessment: validation of a clinical assessment tool. *Am J Prev Med* 2006; 31: 484-91.
64. Friedenreich CM, Courneya KS, Neilson HK, Matthews CE, Willis G, Irwin M, Troiano R, Ballard-Barbash R. Reliability and validity of the Past Year Total Physical Activity Questionnaire. *Am J Epidemiol* 2006; 163: 959-70.
65. Besson H, Brage S, Jakes RW, Ekelund U, Wareham NJ. Estimating physical activity energy expenditure, sedentary time, and physical activity intensity by self-report in adults. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 106-14.
66. Richardson MT, Ainsworth BE, Jacobs DR, Leon AS. Validation of the stanford 7-Day Recall to assess habitual physical activity. *Ann Epidemiol* 2001; 11: 145-53.
67. Lowther M, Mutrie N, Loughlan C, McFarlane C. Development of a Scottish physical activity questionnaire: a tool for use in physical activity interventions. *Br J Sports Med* 1999; 33: 244-9.
68. Affuso O, Stevens J, Catellier D, McMurray RG, Ward DS, Lytle L, Sothern MS, Young DR. Validity of self-reported leisure-time sedentary behavior in adolescents. *J Negat Results Biomed* 2011; 10: 2.
69. Chau JY, Van Der Ploeg HP, Dunn S, Kurko J, Bauman AE. Validity of the occupational sitting and physical activity questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 2012; 44 (1): 118-25.
70. Roeykens J, Rogers R, Meeusen R, Magnus L, Borms J, De Meirleir K. Validity and reliability in flemish population of the WHO-MONICA optional study of physical activity questionnaire. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30 (7): 1071-5.
71. Harada ND, Chiu V, King AC, Stewart AL. An evaluation of three self-report physical activity instruments for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33 (6): 962-70.
72. Giles K, Marshall AL. Repeatability and accuracy of CHAMPS as a measure of physical activity in a community sample of older australian adults. *Journal of Physical Activity and Health* 2009; 6 (2): 221-9.
73. Hurtig-Wennlöf A, Hagströmer M, Olsson LA. The international physical activity questionnaire modified for the elderly: Aspects of validity and feasibility. *Public Health Nutr* 2010; 13 (11): 1847-54.
74. Yasunaga A, Park H, Watanabe E, Togo F, Park S, Shephard RJ et al. Development and evaluation of the physical activity questionnaire for elderly japanese: The nakanojo study. *J Aging Phys Act* 2007; 15 (4): 398-411.
75. Washburn RA, Smith KW, Jette AM, Janney CA. The physical activity scale for the elderly (PASE): Development and evaluation. *J Clin Epidemiol* 1993;46(2):153-62.
76. Betz HH, Myers J, Jaffe A, Smith K, Dalman R. Reproducibility of the Veterans Physical Activity Questionnaire in an Elderly Population. *J Phys Act Health* 2014.
77. Dipietro L, Caspersen CJ, Ostfeld AM, Nadel ER. A survey for assessing physical activity among older adults. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25 (5): 628-42.
78. Gardiner PA, Clark BK, Healy GN, Eakin EG, Winkler EAH, Owen N. Measuring older adults' sedentary time: Reliability, validity, and responsiveness. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (11): 2127-33.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):215-224
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5068

Estimación de la actividad física en población general: métodos instrumentales y nuevas tecnologías

Raquel Aparicio-Ugarriza[1,3], Susana Aznar[2], Juan Mielgo-Ayuso[1,3], Pedro J. Benito[3,4], Raquel Pedrero-Chamizo[1,3], Ignacio Ara[5], Marcela González-Gross[1,3,6]

[1]ImFINE Research Group. Universidad Politécnica de Madrid. [2]PAFS Research Group. Universidad de Castilla La Mancha. [3]Department of Health and Human Performance. Faculty of Physical Activity and Sport Science-INEF. Universidad Politécnica de Madrid. [4]EFISAF Research Group. Universidad Politécnica de Madrid. España. [5]GENUD Toledo Research Group. Universidad de Castilla La Mancha. España. [6]CIBERobn CB 12/03/30038. Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición. España.

Resumen

La cuantificación de la actividad Física (AF) es tan importante como compleja. Compleja porque es un comportamiento humano, e importante porque la relación de la actividad física y la salud depende en gran medida de la precisión de la medición de la misma. La medición objetiva del movimiento humano y la cuantificación del gasto energético debido a la actividad física es una necesidad identificada tanto en la investigación como en la clínica. Los métodos de referencia validados y bien definidos (el agua doblemente marcada, la calorimetría directa, la calorimetría indirecta) son caros y prácticamente se limitan a la investigación en el laboratorio. Por lo tanto, en los últimos años, se han desarrollado diferentes dispositivos de medición objetiva que son apropiados para los estudios de campo y clínicos. No hay ningún método de referencia ("gold standard") entre ellos, ya que todos tienen sus limitaciones. Los podómetros son ligeros, poco costosos, cuentan los pasos y aportan información sobre la actividad física total, pero no sobre el comportamiento y los patrones de actividad física. Los acelerómetros son más caros, aportan información sobre patrón, frecuencia, duración e intensidad de la actividad física, pero no sobre el tipo de actividad física. Los podómetros y acelerómetros únicamente recogen información sobre el movimiento del movimiento corporal, pero la validez en la estimación del gasto energético es limitada. La monitorización de la frecuencia cardíaca relaciona intensidad del ejercicio con gasto de energía, pero no aporta información sobre otras dimensiones de la actividad física. Los dispositivos GPS son portátiles, relativamente asequibles, no invasivos y recogen distancia, velocidad y perfil con hora y lugar exactos, pero quizás estén limitados para la evaluación de movimientos cortos a alta intensidad y elevado gasto energético. Los dispositivos de última generación combinan acelerometría con la medición de variables fisiológicas, comparten las ventajas de los dispositivos individuales y son más precisos. Para el cálculo del gasto energético se aplican algoritmos específicos de la actividad incluidos en el software del fabricante que pueden afectar a los resultados. La mayoría de los dispositivos estiman con mayor precisión el gasto energético a intensidades ligeras y moderadas, pero subestiman el gasto a intensidades muy ligeras y de intensidad extrema.

Palabras clave: *Actividad física. Gasto energético (GE). Acelerómetro. Podómetro. GPS.*

Correspondencia: Marcela González-Gross.
ImFINE Research Group.
Departamento de Salud y Rendimiento Humano.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF.
Universidad Politécnica de Madrid.
C/ Martín Fierro 7.
28040 Madrid. España.
E-mail: marcela.gonzalez.gross@upm.es

PHYSICAL ACTIVITY ASSESSMENT IN THE GENERAL POPULATION; INSTRUMENTAL METHODS AND NEW TECHNOLOGIES

Abstract

Physical activity measurement is as important as complex. It is complex because it is a human behaviour and it is important because the relationship between physical activity and health depends mainly upon the accuracy of its measurement. The objective measurement of human movement and the quantification of energy expenditure due to physical activity is an identified need in both, research and the clinical setting. Validated and well-defined reference methods (double labelled water, direct calorimetry, indirect calorimetry) are expensive and mostly limited to the laboratory setting. Therefore, in the last years, several objective measurement devices have been developed which are appropriate for field studies and clinical settings. There is no gold standard among them, as all of them have their limitations. Pedometers are small, non-expensive, count the steps taken and give information on total physical activity, but not about physical activity patterns and behaviour. Accelerometers are expensive, record information about frequency, duration and intensity of physical activity, but not about type of physical activity. Both pedometers and accelerometers are not good at recording upper body movement, and the reliability about the estimation of energy expenditure is limited. Heart rate monitoring relates intensity to energy expenditure, but gives no information about any other dimension of physical activity. GPS watches are portable, relatively inexpensive, non-invasive and provide distance, speed, and profile with exact time and location, but are limited for the assessment of brief higher speed movement and energy expenditure. Combined motion sensors combine accelerometry with the measurement of physiological variables, and share advantages of single devices and are more precise. Manufacturer software, which applies activity-specific algorithms for the calculation of energy expenditure, can affect energy expenditure results. Most of the devices estimate energy expenditure more accurately at light to moderate intensities; underestimation increases at very light and extremely high intensity activities.

Key words: *Physical activity. Energy expenditure. Accelerometer. Pedometer. GPS.*

Marco referencial

La evidencia científica de las últimas décadas ha demostrado los beneficios de la actividad física (AF) para la salud y la prevención de la enfermedad[1]. La actividad física reduce ambas, la mortalidad total y la morbilidad y además, minimiza los efectos fisiológicos de un estilo de vida sedentario aumentando la esperanza de vida activa[2]. Por ello, es esencial proporcionar métodos válidos y fiables para medir la AF en estudios poblacionales y en el entorno clínico.

Desde que Lavoisier realizó su estudio en el que introdujo a un perro en una cámara metabólica al final del siglo XVIII, los científicos conocieron que la AF estaba asociada con un incremento del consumo de oxígeno, eliminación de dióxido de carbono y producción de calor, cuando se comparaba con la situación de reposo. Incluso hoy, los métodos relacionados con el metabolismo, como la calorimetría directa e indirecta y el agua doblemente marcada, se consideran como valores de referencia para medir el gasto energético (GE) y la AF, y han sido utilizados para validar otros métodos e instrumentos para medir la AF y el GE. El agua doblemente marcada se considera como el método de referencia para medir el GE de sujetos en situación libre[3], es decir, situación no de laboratorio.

La actividad física es un comportamiento complejo, y seleccionar la herramienta adecuada para medirla es un reto sobre todo en población en situación libre. La falta de un método de referencia o "gold standard" en situaciones libres, junto con la ausencia de definición y concreción del término actividad física en muchos estudios, han contribuido a una gran confusión en este campo. La AF no es un comportamiento constante, la AF cambia día a día, semana a semana, año tras año y según la estación de año. Además la AF hace referencia tanto a comportamientos estructurados (i.e. AF planificadas, como jugar una partido de tenis o realizar una caminata por el campo) como no estructurados (i.e. AF cuya principal finalidad es otra que la de meramente realizar AF: transporte activo, subir más o menos escaleras, caminar o coger la bici para desplazarse durante el día, actividades domésticas, actividad laboral, etc.

Además, medir actividad física es complicado porque existen varias dimensiones de la actividad física: intensidad, volumen, frecuencia, tipo de actividad, gasto calórico, y cada instrumento puede medir unas u otras dimensión. La frecuencia, se define como el número de sesiones o días por semana o mes, que una actividad se realiza. La duración, se refiere al tiempo (en minutos u horas) empleados en una AF concreta. La intensidad se refiere al nivel de esfuerzo requerido para realizar una AF concreta y por lo general se expresa en términos de equivalentes metabólicos (METs) que se definen como el ratio del coste de una actividad dividido por el coste del gasto metabólico de reposo; 1 MET es aproximadamente 1 Kcal por kilogramo de peso por hora (1 Kacl/hora)[4]. A veces la AF se presenta como el tiempo por semana y se puede calcular la intensidad estimada como MET-tiempo/semana. Esta variable se calcula multiplicando el valor del MET de cada actividad por la cantidad de tiempo empleado en realizarla durante, por ejemplo, una semana. La dimensión del gasto calórico, parece una dimensión más completa porque incluye en su cálculo datos de intensidad y duración de AF concreta a la vez.

Es necesario tener muy presente qué dimensión o dimensiones queremos medir en función del objetivo planteado, y elegir el instrumento de forma acorde. La tabla I presenta un ejemplo de la dimensión dela AF a medir, el instrumento a utilizar, relacionado con un propósito del estudio o estado de salud estudiado.

Interés

Desde que se empezó a incluir AF regular entre las recomendaciones mundiales relacionadas con la salud y la prevención de enfermedades no transmisibles, ha habido un creciente interés en la evaluación de la AF en una forma precisa. Ambos, investigadores y responsables políticos identificaron la necesidad de saber el número de sujetos que eran activos o no, con el fin de profundizar en los aspectos científicos y poner en marcha políticas de salud pública. El interés en la AF ha crecido también entre los expertos en nutrición, sobre todo con la

Tabla I
Relación entre la dimensión de la AF, el instrumento de cuantificación de la AF empleado y el aspecto de salud relacionado

Dimensión de la AF	*Instrumento de medida empleado*	*Aspecto de salud relacionado*
Gasto calórico	Calorimetría directa o indirecta, acelerómetros, cuestionarios, diarios, recuento últimos 7 días	Patologías metabólicas, cardiovasculares. Estudios de longevidad.
Tipo de actividad: Autocarga y fuerza	Diario de AF, observación, cuestionarios, diarios, recuento últimos 7 días	Osteoporosis, estudios de fragilidad
Intensidad	Monitor de la frecuencia cardiaca, consumo de oxígeno	Enfermedades cardiovasculares
Tiempo	Cuestionarios, diarios, recuento últimos 7 días, acelerómetros	Cumplimiento de las recomendaciones de AF para la salud en población sana o con patología controlada.

dimensión de la AF del gasto calórico. A esta dimensión de la AF (gasto calórico), se le había prestado menos atención que al consumo de energía, en el análisis de la epidemia de la obesidad. El balance de energía (consumo versus gasto) está ganando importancia entre la comunidad científica[5]. Todo esto ha llevado a un avance en la investigación y desarrollo (I+D) de los dispositivos destinados a la cuantificación de AF objetivamente versus a los instrumentos de auto-informe de AF.

La finalidad de medir la actividad física en estudios epidemiológicos se ha centrado principalmente en: (i) determinar la asociación entre actividad física y el desarrollo de una enfermedad concreta, (ii) como parte de una estrategia de intervención para eliminar o mejorar la incidencia de una enfermedad o, factores de riesgo de la misma, a nivel individual y a nivel poblacional, y (iii) como una estrategia de salud pública para controlar la evolución de este comportamiento, es decir de la práctica de AF. Para todas estas finalidades, es muy importante que la medición de la AF se centre en la dimensión o dimensiones de la AF adecuadas.

Aspectos a considerar cuando se mide la AF

La toma de decisiones previa a elegir un instrumento u otro para medir la AF es importante y necesaria. Desde el punto de vista del investigador, se requiere valorar[5]: (i) el tiempo empleado en la administración del instrumento a la muestra, (ii) el coste necesario, (iii) que el método se válido, es decir, que mida lo que queremos medir (i.e. dimensión adecuada), (iv) que sea fiable, es decir que tenga una buena capacidad de reproducibilidad, (v) que sea objetico y (vi) que no sea reactivo. La reactividad se refiere a que el instrumento modifique la conducta del sujeto por el mero hecho de saber que lo estamos midiendo. Para minimizar la reactividad, existen estrategias tales como: codificar el cuestionario y evitar trabajar con nombres, cuando se utilicen sensores del movimiento descartar la toma de datos del primer día, remarcar que los datos se tratarán de forma anónima y que en ningún momento se podrá identificar a un sujeto, etc. Desde el punto de vista del participante, es importante que sea cómodo y operativo. Por ejemplo, a población infantil y a las personas mayores les resulta poco operativo cumplimentar un cuestionario de forma autónoma, mientras que los sensores del movimiento son más adecuados.

La figura 1, presenta una relación de los diferentes instrumentos para medir AF en función de su precisión y practicidad[6]. Algunos instrumentos son muy precisos (calorimetría indirecta y directa) pero poco prácticos para medir a una muestra amplia y en situaciones de la vida real. En el otro extremo, se encuentran los cuestionarios, muy prácticos para muestras amplias pero con poca precisión. Los sensores del movimiento, podemos ver que son la opción más equilibrada entre practicidad y precisión.

Tipos de instrumentos para medir AF

Los instrumentos para cuantificar la AF pueden dividirse en: objetivos y subjetivos[7]. Los métodos subjetivos cuentan con la posibilidad de error humano en sobre o sub estimar la AF realizada. Los métodos objetivos no tienen ese problema, pero sin embargo, si pueden tener otros fallos mecánicos, como baja batería, interferencias con otras señales, etc.. Los métodos a su vez, pueden

Fig. 1.—Precisión versus practicidad de los diferentes instrumentos para medir AF. Adaptado de Rowland, 1996.

diferenciarse en si se centran en el GE, la AF y de variables fisiológicas.

Métodos objetivos para medir el GE: En este apartado se encuentran: (i) Medida directa del GE por AF, es decir, la calorimetría directa y (ii) la calorimetría indirecta.

La calorimetría directa es la medida de la producción de calor corporal y es el método más preciso para medir el gasto calórico. Este método requiere condiciones de laboratorio donde el individuo se coloca dentro de una cámara calorimétrica. Las mediciones se realizan después de un ayuno de 10-12 horas para poder medir también el gasto energético en reposo. Estas cámaras calorimétricas suelen ser pequeñas y por ello son poco prácticas para medir AF en situaciones libre. Además el elevado coste y las limitaciones técnicas hacen que este método sea poco práctico para medir el GE de la AF en estudios epidemiológicos[8].

La calorimetría indirecta, en lugar de medir la producción de calor, se centra en la estimación del GE de la AF midiendo el ratio de ingesta de oxígeno y producción de dióxido de carbono de diferentes maneras, como por ejemplo con técnicas de análisis de gases en cámara metabólica y con análisis de isotopos estables en series de orina (agua doblemente marcada). Aunque principalmente son técnicas de laboratorio, existen modelos portátiles que se pueden utilizar en estudios de campo. Sin embargo, todos estos métodos aportan gran precisión principalmente para medir la dimensión del gasto calórico en reposo pero son costosos y no demasiado prácticos para estudios poblacionales[3].

Métodos objetivos para medir AF: Una de las cualidades de estos métodos es que nos pueden proporcionar más dimensiones de la AF, son menos costosos que los métodos objetivos para medir el gasto energético GE por AF y nos pueden ayudar a captar tanto la AF estructurada como la no estructurada, puesto que ésta última es difícil de recordar y registrar con métodos subjetivos. Dentro de estos métodos se encuentran:

Observación directa: la observación directa se ha utilizado para estudiar el comportamiento humano en la situación real y por lo general ofrece información en momentos específicos del día. Estas técnicas se han complementado con grabaciones en video para un análisis posterior y con hojas codificadas para el registro de los datos de interés. No es un método muy adecuado para estudios epidemiológicos por el elevado tiempo requerido en la toma y posterior análisis de los datos.

Sensores del movimiento: estas medidas objetivas para cuantificar la AF, nos aportan, según el instrumento empleado, datos de la duración, intensidad y el patrón diario de la AF en personas de todas las edades, sin que afecte la capacidad de memoria, el origen étnico, la cultura o el nivel socioeconómico. Como consecuencia, las medidas objetivas pueden proporcionar un buen reflejo de los verdaderos niveles de actividad de las personas.

Los sensores más utilizados, son los acelerómetros, que ya cuentan con la opción incluida de podómetro (miden principalmente el número de pasos); y por otro lado están los podómetros.

Los podómetros

Un podómetro es un dispositivo que cuenta los pasos realizados. El recuento de los pasos es una manera simple de cuantificar la cantidad de AF. Éste debe ser colocado a la altura de la cadera, porque cuenta las veces que las piernas se mueven arriba y abajo durante la deambulación. Esta información se registra y se muestra como los pasos realizados al caminar o al correr. Los podómetros también han sido ampliamente utilizados en los últimos años y tienen una buena fiabilidad tanto en población infantil y adulta, y se pueden utilizar para establecer recomendaciones de AF.

Actualmente, existen recomendaciones fáciles de utilizar e interpretar de los pasos al día que debe realizar una persona para considerarse activa (al menos 6000 pasos/día), para prevenir problemas de obesidad (10.000 pasos/día), para perder peso (12.000 pasos/día)[9] y para los niños y adolescentes se recomiendan al menos 9.000 pasos/día[10]. A diferencia de los acelerómetros, los podómetros no dan información sobre la intensidad, frecuencia y duración de AF. También, se ha observado una baja fiabilidad cuando los participantes: (i) caminan lentamente (velocidad inferior a 60 m/min), (ii) realizan movimientos con la parte superior del cuerpo, (iii) tienen elevado porcentaje de masa grasa, o (iv) realizan actividades con deslizamiento debido la material deportivo (como montar en bicicleta, patinar, esquiar). Los podómetros no son sumergibles, por ello no miden actividades tales como la natación, el buceo o waterpolo[11]. Para la obtención de datos de GE, se debe elegir la fórmula adecuada incluyendo los datos de edad, altura, el peso, distancia recorrida y longitud de la zancada del participante.

Los acelerómetros

Los acelerómetros son los métodos más comúnmente utilizados para cuantificar objetivamente la AF y se han utilizado en todas las poblaciones[12,13,14]. La aceleración se define como el cambio de la velocidad en el tiempo. Los acelerómetros cuantifican el movimiento durante un periodo de tiempo midiendo la frecuencia, duración y la intensidad de la AF, así como los patrones de AF. Durante la última década se ha producido un gran aumento en el número y en la variedad de monitores de actividad física comercialmente disponibles en el mercado. Los acelerómetros son razonablemente medidas fiables y válidas de AF. Su pequeño tamaño hace que sea un instrumento práctico y cómodo de llevar puesto.

Varias revisiones coinciden en que los acelerómetros pueden proporcionar un perfil amplio y comprensivo del comportamiento de la AF, donde se describen: (i) la cantidad total y la intensidad de la AF, (ii) el cuándo y cómo se acumula la AF, y (iii) cuando tienen lugar los períodos de inactividad[11,15]. Sin embargo, no proporcionan información sobre el tipo de actividad y no pueden estimar si las personas están caminando con carga o sin ella, por

ejemplo: llevar bolsas de la compra. Por otra parte, la medición puede estar influida por la posición del acelerómetro colocado en el cuerpo (cintura, muñeca, tobillo). Otro inconveniente es que no capta el movimiento de la parte superior del cuerpo, y no es preciso en deportes donde exista deslizamiento (bicicleta, patinaje, esquiar, etc.). Además, el acelerómetro no es sumergible aunque si resistente al agua y se recomienda que se retire para nadar, tomar una ducha o el baño, etc. Por desgracia, el elevado precio de estos instrumentos limita su uso en la investigación con un tamaño grande de la muestra.

Los acelerómetros se pueden utilizar para calcular GE (mediante la introducción de tiempo, la frecuencia y la intensidad en fórmula específica). Los resultados parecen ser más precisos para las actividades ligeras y moderadas que para las actividades vigorosas. Los acelerómetros parece que subestiman el GE a intensidades elevadas debido a que existe una meseta alrededor de los diez METs[16]. Además, los acelerómetros parecen ser poco precisos para evaluar el GE durante caminatas con inclinación. Massel L y cols.[17] sugirió que el procesamiento de datos del acelerómetro tiene un impacto significativo sobre el resultado dependiendo de los criterios empleadas en el análisis de los datos. Además, el análisis de los datos del acelerómetro puede llegar a ser complejo y por consecuencia puede consumir mucho tiempo.

En referencia a los tipos de acelerómetros, el acelerómetro triaxial registra la aceleración en varios planos. Como el movimiento humano es multidimensional, algunos autores[18] sugieren que los acelerómetros triaxiales son mejores que en modelos uniaxiales y biaxiales. Si además de AF también queremos analizar el comportamiento sedentario y/o el sueño, el acelerómetro triaxial sería el más indicado, puesto que diferencia si el sujeto está sentado o acostado. Otro aspecto a tener en cuenta es el número de días que los participantes deben llevar puesto el acelerómetro para obtener una información válida y fiable de su AF. Lo más adecuado, es que el acelerómetro se lleve puesto durante siete días consecutivos, ya que los sujetos no siguen el mismo patrón de AF cada día. Otros autores sin embargo, indican que 5 días son suficientes[19], incluyendo fin de semana.

Con el fin de analizar que el registro de AF es adecuado, y realizar un seguimiento, la mayoría de los autores están de acuerdo en que los sujetos deben rellenar una "hoja de incidencias" para anotarlas. Por ejemplo, quitarse el acelerómetro durante algunas actividades, en la ducha, etc. A nivel práctico se utilizan también las recomendaciones que varios estudios han llevado a cabo. Por ejemplo, el estudio HELENA[13], un estudio representativo en el estado nutricional y el comportamiento AF, y el estudio EYHS[20], un estudio representativo en el comportamiento de AF y factores de riesgo cardiovascular, entre otros, llevado a cabo en niños y adolescentes europeos, se pidió a los sujetos que llevaran el acelerómetro puesto durante 7 días. Después de una cuidadosa revisión de los datos registrados, los datos de los sujetos que fueron considerados como válidos fueron aquellos en los que se cumplió el requisito de al menos 3 días durante un mínimo de 8 horas consecutivas al día, siendo uno de estos días un día de fin de semana.

Otro aspecto importante es la selección de los puntos de corte para definir los minutos de AF ligera, moderada y vigorosa. Actualmente existen en la literatura científica muchos puntos de corte distintos para diferentes grupos de edad. En algunos casos, los puntos de corte elegidos han diferido de un estudio a otro con una población similar. Esta situación puede provocar controversia al comparar los resultados[21].

Métodos objetivos basados en respuestas fisiológicas

Los monitores de ritmo cardíaco registran la respuesta de la frecuencia cardíaca a la intensidad de la AF. Este método tiene gran precisión para estima el GE de la AF a una intensidad de baja a moderada. Sin embargo, hay que tener presente que otros factores ajenos a la AF pueden alterar la FC[22]. La temperatura del cuerpo, la ingesta de alimentos, la postura del cuerpo, los medicamentos, el nivel de aptitud cardiorrespiratoria individual, la genética, pueden confundir estimaciones de AF y GE derivados a través de la monitorización del ritmo cardíaco[5]. Además, la capacidad de los monitores de ritmo cardíaco para estimar con precisión GE y evaluar los patrones de AF durante la baja intensidad y la actividad extremadamente alta intensidad ha sido cuestionada. La mayoría de los autores coinciden en que la combinación de acelerómetros con el monitor de la frecuencia cardíaca aumenta la precisión para la evaluación de AF[23].

Métodos subjetivos para medir AF

Estos instrumentos incluyen diferentes estrategias de auto-informe: el cuestionario, el recuento de los últimos días (3 ó 7) y el diario de actividad física. Todas ellas implican la posibilidad de medir a una muestra grande de participantes a la vez, pero con el inconveniente de depender de la memoria de los sujetos y de su honestidad.

Por lo general los auto-informes se ubican en el tiempo, es decir, un cuestionario general indica si las preguntas hacen referencia al mes pasado, año pasado, etc. Los diarios pretenden que el participante anote lo que hace cada día y el recuento de los últimos días es una opción intermedia (preguntan sobre días pasados recientes).

Los auto-informes pueden ser realizados por los entrevistadores (cara a cara o por teléfono) o por el sujeto él/ella misma, y se puede hacer de una manera prospectiva o retrospectiva. Pero hay consenso en la literatura que en la actualidad no hay ningún cuestionario que puede considerarse óptimo. Hay muchos cuestionarios sobre AF publicados en la literatura. Varias revisiones recientes[11,24] concluyen que para los niños/as y adolescentes, los más fiables son PDPAR (Recuento de AF de un día previo) y 3DPAR (Recuento de AF de los últimos 3 días, pero incidiendo en el recuento del día anterior);

para los adultos IPAQ (cuestionario internacional de AF) y FPACQ (cuestionario informatizado Flamenco de AF en adultos); y para personas mayores, el cuestionario de Standford de AF habitual. Se puede concluir que los cuestionarios de AF deben adaptarse al grupo de edad que va a ser estudiada, además de los aspectos socioeconómicos, culturales y de otra índole que deben tenerse en cuenta, ya que puede sesgar la información. Otro aspecto muy importante es que en algunas ocasiones no se define el término AF a la hora de preguntar por su práctica. Esto puede ocasionar problemas de interpretación y por consiguiente error en los datos.

Limitaciones de los métodos objetivos para medir AF

A pesar de los beneficios potenciales de los sensores del movimiento modernos, éstos no están exentos de limitaciones. En concreto, estos sensores del movimiento tienen un elevado coste en comparación con los auto-informes, lo que significa que por lo general no son muy adecuados para grandes estudios poblacionales que requieran la compra de cientos de dispositivos. La aceptación y el compromiso por parte de los participantes son importantes para prevenir la mortalidad experimental y/o la pérdida parcial de datos. La mayoría de los dispositivos, como monitores de ritmo cardíaco, acelerómetros y podómetros deben utilizarse durante un periodo de tiempo y con instrucciones muy concretas para garantizar la recogida de datos fiables. Algunos participantes pueden percibir estos requisitos como una barrera/inconveniente[11] principalmente durante el tiempo de descanso o durante actividades específicas.

Las unidades de medida varían entre instrumentos de medición de AF, es decir, latidos por minuto, las cuentas ("counts"), el intercambio de gases, etc. Para convertir estos valores de la evaluación de AF en GE, es necesario utilizar varios algoritmos o ecuaciones. La variedad de dispositivos actualmente en el mercado y los diferentes algoritmos utilizados para calcular GE, convierte esta diversidad en una limitación. Algunos dispositivos incluso incluyen la posibilidad de utilizar diversas ecuaciones con los mismos datos registrados, y por lo tanto, los resultados pueden oscilar entre una u otra ecuación. Además, esta variabilidad limita la comparabilidad entre los resultados de diferente toma de datos.

La potencial manipulación y reactividad en la toma de datos no pueden ser excluidas. Una vez que se lleva el dispositivo, las personas podrían tener una tendencia a incrementar de forma consciente o inconsciente su actividad física o incluso pueden agitar el monitor, colocárselo a su perro, etc. Específicamente con el podómetro, los participantes tienen incluso la posibilidad de eliminar el número de pasos que se muestra en la pantalla de lectura del dispositivo presionando un botón de fácil identificación. Todos estos problemas pueden afectar a la fiabilidad de los datos.

Otra limitación identificada es que varios de los estudios de validación de los dispositivos examinados se han realizado sobre una muestra de conveniencia de los participantes y/o con un tamaño de muestra relativamente pequeño[25].

Estado actual y perspectivas

Los métodos de cuantificación de AF y GE se pueden resumir en la tabla II donde se incluye una definición clara de cada instrumento de medida, sus objetivos, características, ventajas y desventajas.

A través de los años, las técnicas para el estudio del movimiento humano han mejorado en la complejidad y precisión. Las nuevas tecnologías como GPS, métodos de alta frecuencia y sensores de movimiento combinados dan una nueva perspectiva y deben tenerse en cuenta en la medición de AF o GE.

La tecnología GPS se ha utilizado en atletas para cuantificar el movimiento en el entrenamiento. Sin embargo, los relojes GPS comerciales pueden estar limitados para la medición de movimientos cortos a elevada velocidad. A pesar de ello, los relojes GPS son portátiles, relativamente baratos, no invasivos y proporcionan la distancia, la velocidad, el perfil (elevación y descenso) con la hora exacta y la ubicación. Actualmente, los monitores de ritmo cardíaco se utilizan para medir periodos cortos de tiempo, mientras que los GPS son muy útiles para las actividades donde hay grandes desplazamiento al aire libre o zonas amplias[26].

Una nueva generación de instrumentos que o bien combinan el uso de varios acelerómetros concurrentemente en los diferentes segmentos del cuerpo, o que combina la acelerometría con otras variables fisiológicas en un solo dispositivo, han contribuido a un progreso en el campo de la cuantificación de la AF.

Uno de estos nuevos dispositivos es el SenseWear Armband (SWA) (BodyMedia, Inc., Pittsburgh, PA). SWA, es un aparato extremadamente simple y de bajo coste, que proporciona mediciones muy precisas del GE en los seres humanos y en primates. Se lleva sujetado al brazo y combina cinco sensores diferentes. Los sensores recogen datos de la temperatura de la piel, la temperatura del cuerpo, flujo de calor, respuesta galvánica de la piel, y un acelerómetro biaxial. El acelerómetro biaxial registra el movimiento de la parte superior del brazo y proporciona información acerca de la posición del cuerpo. La información de los sensores, así como los datos de género, edad, altura y peso, se incorporan en algoritmos para estimar el GE. Estos algoritmos son específicos para cada actividad y se aplican automáticamente sobre la base del análisis del patrón de señales de los sensores. La SWA ha demostrado ser un instrumento válido para medir el GE en reposo y durante AF de baja a moderada intensidad en adultos[27] y niños/as[28] utilizando la calorimetría indirecta o el agua doblemente marcada como método de referencia.

El SWA no proporcionó estimaciones precisas de GE al medir actividades físicas de alta intensidad (por encima de diez MET o a una velocidad de 6 mph (161 m / min)) en adultos jóvenes. En otro estudio de validación realizado por Arvidsson y cols.[11] en una muestra de niños/as de 11 a 13

Tabla II
Revisión de los métodos para medir Actividad Física

	Métodos	*Objetivo*	*Características*	*Ventajas*	*Desventajas*
Métodos Objetivos	Acelerómetro	– Medida de la aceleración del cuerpo o segmentos del cuerpo en una o más direcciones. – Seguimiento de frecuencia, intensidad y duración de la actividad física.	– Relación entre movimiento y tiempo. – 3 tipos: uniaxial (movimiento vertical), biaxial and triaxial (diferentes planos).	– Un método objetivo para evaluar los niveles de actividad física. – Ampliamente validado. – Paras una muestra de tamaño media. – Adecuado para su uso en todos los grupos de edad. – Muy cómodo para los participantes.	– Coste. – No aporta información sobre el tipo de actividad física
	Podómetro	– Proporciona datos sobre la actividad ambulatoria totales.	– Se debe poner en la cadera.	– Barato. – Valido para todos los grupos de edad.	– No se puede medir la intensidad, frecuencia y duración. – No se puede calcular el gasto de energía, se necesita una fórmula de extrapolación. – No hay información sobre el tipo de actividad física. – Ausencia de fiabilidad en diferentes situaciones, como en actividades sin impacto y el caminar lento.
Métodos Subjetivos	Auto-informe	– Para recolectar información proporcionada por los sujetos.	– Métodos subjetivos de cuantificación de la actividad física.	– Los patrones de actividad se pueden identificar. – Poco costoso. – Te puede especificar el tipo de actividad realizada. – El tiempo, la frecuencia y la percepción del esfuerzo se pueden registrar.	– No adecuado para niños y personas mayores. – Los datos pueden ser incompletos si el participante no completa el diario. – Los participantes pueden olvidar datos o mentir.
	Observación del comportamiento	– Datos sobre el comportamiento de actividad física.	– Información contextualizada. – El observador recopila la información.	– Los observadores pueden evaluar diferentes comportamientos. – Se puede grabar la toma de datos. – Dos investigadores pueden medir lo mismo al mismo tiempo para minimizar errores.	– Costoso. – Se necesita entrenar al observador.

Tabla II *(cont.)*
Revisión de los métodos para medir Actividad Física

	Métodos	*Objetivo*	*Características*	*Ventajas*	*Desventajas*
Métodos de Referencia	Agua doblemente marcada	– Medidas totales del gasto de energía a través de la producción de CO2.	– Bebidas marcadas para diferenciarla del agua metabólica.	– Apropiada para toda la población. – Umbral de respuesta moderada. – Válida estimación del gasto de energético.	– Caro. – No puede proporcionar información sobre: frecuencia, duración e intensidad.
	Calorímetria directa	– Son medidas directas del gasto energético.	– Medidas totales del calor producido por el cuerpo en un espacio concreto de tiempo.	– Exacto durante el tiempo para medir gasto energético. – Válido y fiable para medir el gasto energético en reposo.	– Costoso. – Lento. – El equipamiento deportivo adicional añade más calor. – El sudor crea errores en las medidas. – No práctico ni preciso para medir ejercicio. – No aporta información sobre metabolitos.
	Calorímetria indirecta	– Proporciona una estimación del gasto energético	– Medida objetiva.	– Medida válida y fiable del gasto energético. – Estimación válida tanto en situación de laboratorio como de campo, en periodos cortos de tiempo.	– Costoso. – Difícil de utilizar durante un tiempo prolongado en situaciones libres (i.e. no de laboratorio).
Variables Fisiológicas	Ritmo cardiaco	– Medida directa del gasto energético.	– Estimación del gasto energético a través de monitorizar la frecuencia cardiaca.	– Información válida y fiable para medir la intensidad de la AF. – Con la ayuda de software proporciona datos de duración y frecuencia. – Adecuado para la mayoría de las poblaciones. – Es resistente al agua. – Relativamente barato, depende del modelo. – Fácil de utilizar, descargar y analizar los datos.	– Solo mide actividades aeróbicas. – Es necesaria su calibración. – Puede verse afectado por: temperatura, contaminación, género, genética, composición corporal, metabolismo, edad, hora del día. – La medicación que altere el ritmo cardíaco (bradicárdicos) alterará los resultados.

Tabla III
Nuevas tecnologías para cuantificar la actividad física

	Métodos	*Objetivo*	*Características*	*Ventajas*	*Desventajas*
Nuevas tecnologías en desarrollo	GPS	– Proporciona datos objetivos acerca de la ubicación, extensión de la actividad, la velocidad y la carga de entrenamiento.	– Proporcionar la distancia, la velocidad y la elevación con la hora y ubicación exactas.	– Información de frecuencia, intensidad y duración de la AF. – Ritmo cardíaco (opcional). – Distancia. – Altitud. – Se puede obtener información a tiempo real.	– Costoso. – Requiere personal cualificado. – Algunos modelos resultan algo incómodos para llevar puesto varios días.
	Sensores de movimiento combinados	– Para medir el gasto de energía y el movimiento del cuerpo (frecuencia, intensidad y duración).	– La combinación de la frecuencia cardíaca y el movimiento del cuerpo medido por acelerómetro.	– Medida directa (combina medida fisiológica de ritmo cardíaco y movimiento corporal, i.e. frecuencia, duración e intensidad).	– Costoso. – El procesamiento de la información requiere más tiempo.

años, la SenseWear Pro2 subestimó el coste de energía de la mayoría de las actividades físicas realizadas y esta subestimación fue mayor a medida que aumentaba la intensidad de la actividad física. Estos resultados tienen implicaciones importantes para la correcta monitorización del GE diario o el GE específico de una AF concreta en humanos que realicen AF a elevada intensidad.

Un estudio reciente que comparó varios de los monitores de AF de última generación disponibles (SenseWear Pro3 Armband (SWA, v.6.1), el SenseWear Mini, el dispositivo Actiheart, ActiGraph y ActivPAL), destacó la dificultad para medir con precisión el GE durante AF de intensidad de ligera a moderada[28].

Por otro lado, los monitores de AF basados en acelerometría mostraron mayor error para la estimación del GE de las actividades físicas de baja intensidad, es decir, actividades de la vida diaria. Sólo el SenseWear Mini evaluó actividades de baja intensidad de una manera precisa. Los autores recomiendan que la investigación futura debería centrarse en la evaluación de las actividades de menor intensidad que utilicen las técnicas desarrolladas recientemente para mejorar las estimaciones de METs (es decir, la creación de redes neuronales artificiales y el modelo de Hidden Markov), realizando comparaciones directas a través de monitores de AF con varios sensores.

Danneker y cols.[29] analizó un monitor de AF colocado en el zapato, que incorporaba sensores de presión en la plantilla y un acelerómetro triaxial para clasificar las principales posturas / actividades físicas, y la estimación del GE. Al comparar estos datos con otros monitores AF (Actical, ActiGraph, IDEEA, DirectLife y Fitbit), el GE estimado utilizando el dispositivo basado en el zapato no fue significativamente diferente de GE medido. El IDEEA y las estimaciones del GE con DirectLlife no fueron significativamente diferentes que el GE medido, pero el ActiGraph y los dispositivos de Fitbit subestimaron significativamente el GE. Los autores proponen que la estimación de GE basado en la clasificación de AF puede ser más exacta y precisa que la estimación de GE basado en la actividad física total.

Fitbit One (Fitbit Inc., San Francisco, CA), otra monitor de actividad novedoso, es un contador de pasos y monitor de la distancia recorrida. En su estudio de validación reciente, Tacaks y cols.[30] concluyeron que este tipo de dispositivos son válidos y fiables para medir el recuento de pasos a múltiples velocidades, pero que son poco precisos en la medición de la distancia recorrida. La colocación de la Fitbit One (ya sea en un bolsillo o en la cadera) no afectó a la precisión del recuento de pasos reportados. La variabilidad en la subestimación de GE para las diferentes actividades puede ser problemático para aplicaciones que se centren en la pérdida de peso.

Conclusiones

La medición objetiva del movimiento humano y la cuantificación del gasto de energía por actividad física es una necesidad identificada en la investigación y en la

práctica clínica. Los métodos válidos y de referencia son costosos y se limitan principalmente a situaciones de laboratorio. Ahora, existen nuevos instrumentos objetivos para medir la AF más apropiados para situaciones de campo y la práctica clínica, pero todos, todavía, tienen sus limitaciones. Los podómetros cuentan los pasos y aportan información sobre la AF total pero no identifican los patrones, el tipo o la intensidad de actividad. Los acelerómetros recogen información de la frecuencia, duración y la intensidad de la AF, pero no sobre el tipo de AF. Ambos podómetros y acelerómetros no recogen información de la movilidad de la parte superior del cuerpo, y la fiabilidad de la estimación del gasto de energía es limitada. Los monitores de la frecuencia cardiaca relacionan la intensidad con el GE, pero no proporcionan ninguna otra dimensión de la AF realizada. Los relojes GPS tienen la limitación de medir de forma poco precisa las AF cortas realizadas a una velocidad elevada y medir su GE. La combinación de diferentes sensores de movimiento tiene las mismas ventajas de los dispositivos individuales y son más precisos. Sin embargo, los diferentes algoritmos específicos de la actividad para el cálculo del GE, pueden afectar los resultados de GE. La mayoría de los dispositivos para estimar GE tienen mayor precisión para estimar la AF de baja a moderada intensidad. La subestimación del GE es mayor para actividades de intensidad, o bien muy baja, o extremamente alta.

Referencias

1. Foulds HJ, Bredin SS, Charlesworth SA, Ivey AC, Warburton DE. Exercise volume and intensity: a dose-response relationship with health benefits. *Eur J Appl Physiol* 2014; 114 (8): 1563-71.
2. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, Minson CT, Nigg CR, Salem GJ et al. American College of Sports Me- dicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41 (7): 1510-30.
3. Schoeller DA, Taylor PB, Shay K. Analytic requirements for the doubly labelled water method. *Obes Res* 1995; 3 (Suppl. 1):15-20.
4. Taylor HL, Jacobs DR, Schucker B, Knudsen J, Leon AS, De Backer G. A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *J. Chronic Dis* 1978; 31: 741-4.
5. Hill JO, Trowbridge FL. Childhood obesity: future directions and research priorities. *Pediatrics* 1998; 101 (3 Pt 2): 570-4.
6. Rowland, TW. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign: IL, Human Kinetics, 1996, pp. 73-96.
7. Ruiz Tendero G. Salinero Martín JJ. Aznar S. Accelerometry-based actimetry as technology applied to health care. *Handbook of Research on Information Technology Management and Clinical Data Administration in Healthcare. 2009;* IGI Global, Reino Unido. pp. 838-51.
8. Ara I, Casajús Mallén JA, Vicente-Rodríguez G. Valoración de la actividad física. En: Casajús Mallén JA, Vicente-Rodríguez G (coord). Ejercicio físico y salud en poblaciones especiales. Colección CSD, Imprenta Nacional del BOE. 2011, pp. 63-77.
9. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B, Hatano Y, Inoue S, Matsudo SM, Mutrie N, Oppert JM, Rowe DA, Schmidt MD, Schofield GM, Spence JC, Teixeira PJ, Tully MA, Blair SN. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011; 8: 79.
10. Adams MA, Johnson WD, Tudor-Locke C. Step/day translation of the moderate-to-vigorous physical activity guide- line for children and adolescents. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2013; 10: 49.
11. Bates H. Daily physical activity for children and youth: a review and synthesis of the literature. 2006. Editorial????
12. Aznar S, Naylor PJ, Silva P, Pérez M, Angulo T, Laguna M, Lara MT, López-Chicharro J. Patterns of physical activity in Spanish children: a descriptive pilot study. *Child Health Care and Development* 2011; 37 (3): 322-8.
13. Ruiz JR, Ortega FB, Martínez-Gómez D, Labayen I, Mo-reno LA, De Bourdeaudhuij I, Manios Y, Gonzalez-Gross M, Mauro B, Molnar D, Widhalm K, Marcos A, Beghin L, Castillo MJ, Sjöström M; HELENA Study Group. Ob-jectively measured physical activity and sedentary time in 41. European adolescents: the HELENA study. *Am J Epidemiol* 2011; 174 (2): 173-84.
14. Arvidsson D, Slinde F, Larsson S, Hulthen L. Energy cost of physical activities in children: validation of SenseWear Arm-band. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39 (11): 2076-84.
15. Calahorro F, Torres-Luque G, López-Fernández I, Santos-Lozano A, Garatachea N, Álvarez E. Actividad física y acelerometría; orientaciones metodológicas, recomendaciones y patrones. *Nutr Hosp* 2015; 31 (1): 115-28.
16. Corder K, Brage S, Wareham NJ, Ekelund U. Comparison of PAEE from combined and separate heart rate and movement models in children. *Med Sci Sports Exerc 2*005; 37 (10): 1761-7.
17. Masse LC, Fuemmeler BF, Anderson CB, Matthews CE, Trost SG, Catellier DJ et al. Accelerometer data reduction: a comparison of four reduction algorithms on select outcome variables. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37 (11 Suppl.): S544-54.
18. Brage S, Brage N, Franks PW, Ekelund U, Wareham NJ. Re- liability and validity of the combined heart rate and movement sensor Actiheart. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59 (4): 561-70.
19. Murphy SL. Review of physical activity measurement using accelerometers in older adults: considerations for research design and conduct. *Prev Med* 2009; 48 (2): 108-14.
20. Laguna M. Ruiz JR, Lara MT, Aznar S. Recommended levels of physical activity to avoid adiposity in children. EYHS. *International Journal of Pediatric Obesity* 2013; 8 (1): 62-9.
21. Warren JM, Ekelund U, Besson H, Mezzani A, Geladas N, Vanhees L. Assessment of physical activity -a review of me- thodologies with reference to epidemiological research: a re- port of the exercise physiology section of the European Asso- ciation of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2010; 17 (2): 127-39.
22. Taylor HL, Jacobs DR, Jr., Schucker B, Knudsen J, Leon AS, Debacker G. A questionnaire for the assessment of leisure time physical activities. *J Chronic Dis* 1978; 31 (12): 741-55.
23. Domene PA, Easton C. Combined triaxial accelerometry and heart rate telemetry for the physiological characterization of Latin dance in non-professional adults. *J Dance Med Sci* 2014; 18 (1): 29-36.
24. Helmerhorst HJ, Brage S, Warren J, Besson H, Ekelund U. A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012; 9: 103.
25. Dannecker KL, Sazonova NA, Melanson EL, Sazonov ES, Browning RC. A comparison of energy expenditure estimation of several physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45 (11): 2105-12.
26. Hongu, N, Orr, BJ, Roe, DJ, Reed, RG, and Going, SB. Global positioning system watches for estimating energy expenditure. *J Strength Cond Res* 2013; 27 (11): 3216-20.
27. St-Onge M, Mignault D, Allison DB et al. Evaluation of a portable device to measure daily energy expenditure in free-living adults. *Am J Clin Nutr* 2007; 85 (3): 742-9.
28. Calabro M, Lee JM, Saint-Maurice PF, Yoo H, Welk GJ. Vali- dity of physical activity monitors for assessing lower intensity activity in adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2014; 11 (1): 119.
29. Dannecker KL, Sazonova NA, Melanson EL, Sazonov ES, Browning RC. A comparison of energy expenditure estimation of several physical activity monitors. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45 (11): 2105-12.
30. Takacs J, Pollock CL, Guenther JR, Bahar M, Napier C, Hunt MA. Validation of the Fitbit One activity monitor device during treadmill walking. *J Sci Med Sport* 2014; 17 (5): 496-500.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):225-234
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5069

Valoración del estado nutricional y del gasto energético en deportistas

Juan Mielgo-Ayuso[1,2], Beatriz Maroto-Sánchez[1,2], Raquel Luzardo-Socorro[1,2], Gonzalo Palacios[1,2,3], Nieves Palacios[4], Marcela González-Gross[1,2,4]

[1]Grupo de Investigación ImFINE. Universidad Politécnica de Madrid. España. [2]Departamento de Salud y Rendimiento Humano. Facultad de Actividad Física y Deporte - INEF. Universidad Politécnica de Madrid. [3]CIBERobn. Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición CB12/03/30038). Instituto de Salud Carlos III. España. [4]Centro de Medicina del Deporte. Consejo Superior de Deporte. España.

Resumen

El ejercicio físico continuo conduce al atleta a mantener un equilibrio inestable entre la ingesta dietética, el gasto de energía y las exigencias adicionales de un alto grado de actividad física. Por lo tanto, una evaluación precisa del estado nutricional es esencial para optimizar el rendimiento, ya que afecta a la salud, la composición corporal, y la recuperación del atleta. Aspectos específicos como tipo de deporte, especialidad o posición de juego, programa de entrenamiento y calendario de competiciones, la categoría, objetivos específicos, que difieran de la población en general, deben ser tenidos en cuenta. La evaluación bioquímica nos puede dar una idea general del estado nutricional, del perfil lipídico, del funcionamiento de hígado o riñón, de si la dieta es demasiado alta en proteínas o grasas, así como las posibles deficiencias nutricionales y la necesidad de suplementación. La cineantropometría deportiva tiene gran utilidad ya que permite la evaluación de la masa corporal, altura, longitud, diámetro, perímetro y pliegues cutáneos, donde la información se procesa mediante la aplicación de diferentes ecuaciones, obteniendo información sobre el somatotipo, la composición corporal y la proporcionalidad de las distintas partes del cuerpo. Para poder dar una orientación nutricional adecuada, las necesidades de energía de los atletas deben ser conocidas. Si la medición objetiva no es posible, existen tablas que incluyen los requerimientos de energía teóricamente establecidos para diferentes deportes. La evaluación dietética debe incluir información sobre el consumo de alimentos y nutrientes para establecer la relación entre la dieta, el estado de salud y el rendimiento del atleta. Por otro lado, un estado adecuado de hidratación en los atletas es esencial para mantener un rendimiento óptimo. Se debe valorar específicamente la ingesta de líquidos por parte del deportista. La deshidratación puede causar efectos nocivos en la salud de los atletas. Como no existe un método "gold standard", la gravidez y el color de la orina son los métodos más extendidos para analizar el estado de hidratación. Hay consenso en que la combinación de diferentes métodos asegura una captura efectiva de datos para la valoración nutricional del deportista que permitirá proceder a la intervención dietética y nutricional.

Palabras clave: *Antioxidantes. Cineantropometría. Hidratación. Dieta. Deporte.*

Correspondencia: Marcela González-Gross.
ImFINE Research Group.
Departamento de Salud y Rendimiento Humano.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF.
Universidad Politécnica de Madrid.
C/ Martín Fierro 7.
28040 Madrid. España.
E-mail: marcela.gonzalez.gross@upm.es

EVALUATION OF NUTRITIONAL STATUS AND ENERGY EXPENDITURE IN ATHLETES

Abstract

Continuous physical exercise leads the athlete to maintain an unstable balance between dietary intake, energy expenditure and the additional demands of a high amount of physical activity. Thus, an accurate assessment of nutritional status is essential to optimize the performance, since it affects health, body composition, and the recovery of the athlete. Specific aspects like the type of sport, specialty or playing position, training schedule and competition calendar, category, specific objectives, which differ from the general population, must be considered. A biochemical assessment can give us a general idea of the nutritional status, lipid profile, liver or kidney function, if diet is too high in proteins or fats, as well as possible nutritional deficiencies and the need for supplementation. Sport kinanthropometry has great utility that enables the assessment of body mass, height, length, diameter, perimeter and skinfolds, where information is processed by applying different equations, obtaining information on somatotype, body composition, and the proportionality of different parts of the body. To give proper nutritional counselling, energy needs of the athlete must be known. If objective measurement is not possible, there are tables including theoretically established energy requirements of different sports by different procedures. Dietary assessment should include information about food consumption and nutrient intake to establish the relationship between diet, health status and athlete's performance. On the other hand, an adequate hydration status in athletes is essential to maintain adequate performance. Hence, the knowledge of fluid intake by the athlete is a matter of the utmost importance. Dehydration can cause harmful effects on athletes' health. As there is no gold standard, urine gravidity and urine colour are the most extended methods for analyzing hydration status. There is consensus that due to complexity, the combination of different methods assures an effective data collection which will be useful to proceed in dietary and nutritional intervention.

Key words: *Antioxidants. Kinanthropemetry, Hydration. Diet. Sport.*

Abbreviations

BIA: Impedancia bioeléctrica.
ISAK: The International Society of Advancement of Kinanthropometry.
MET: Equivalente metabólico.
GEO: Gravedad específica de la orina.

Introducción

El ejercicio físico cuando se realiza de una manera continuada y con cierta intensidad conduce a que el deportista mantenga un equilibrio inestable entre la ingesta dietética (energía, macro y micro nutrientes) y el gasto de energía de la vida diaria más las demandas adicionales de la actividad física que realiza. Por lo tanto, una evaluación precisa del estado nutricional es esencial para optimizar el rendimiento del deportista, ya que afecta a la salud, composición corporal y la recuperación del atleta[1,2].

Existen diferentes métodos para evaluar el estado nutricional de un individuo. A menudo es útil combinar varios de ellos para obtener una evaluación más completa y precisa. La evaluación aislada de cualquiera de sus componentes no debe entenderse como un resultado de diagnóstico, sino como un método complementario a la evaluación nutricional total[1].

Existen diferentes métodos que son utilizados para una adecuada evaluación nutricional. Esta revisión profundizará en la selección de algunos marcadores bioquímicos, aspectos específicos antropométricos y la evaluación dietética-nutricional y del estado de hidratación utilizados en la evaluación nutricional del deportista. Los datos obtenidos gracias a estos métodos deben ser interpretados, entre otras, según la fase competitiva en la que se encuentra el atleta[1,2]. La complejidad de la información recogida tanto individualmente como en estudios nutricionales requiere de herramientas validadas y de investigadores capacitados y profesionales para facilitar el análisis de la información recogida.

Algunos aspectos que deberían ser familiares en la evaluación nutricional de deportistas y que difiere de la población en general son[1]:

- El tipo de deporte (de fuerza, Resistencia, velocidad o de equipo (acíclico) o algunos estéticos (gimnasia rítmica) y especialmente la posición de juego.
- Los días, horario y tiempo utilizado en entrenamientos y competición.
- La categoría en la que los atletas compiten (amateur o profesional).
- Cuál es el principal objetivo y en qué momento especifico se encuentra (ponerse en forma, una determinada competición). Es importante priorizar acciones.

Asimismo, es también importante conocer el plan de entrenamiento, focalizando en los microciclos y en las cargas diarias[1,2].

Interés

La evaluación nutricional en el deporte es necesaria y beneficiosa tanto para la salud como para el rendimiento deportivo. Uno de los objetivos es hacer adecuadamente una intervención nutricional, la cual podría incluir entre otras[1]:

- Evaluación del balance energético (ingesta calórica-energía utilizada), verificándola mediante el mantenimiento de un peso corporal estable, una buena salud y un óptimo rendimiento físico.
- Adecuación de las recomendaciones nutricionales de acuerdo con el deporte, tipo de entrenamiento y momento de la temporada.
- Organización del calendario de comidas, adaptándolo al entrenamiento y/o competición. En este sentido, el deportista será capaz de optimizar su entrenamiento, consiguiendo el máximo rendimiento y asegurando una correcta recuperación post ejercicio.
- Evaluación y corrección de excesos y deficiencias de nutrientes así como errores relacionados con la nutrición.
- Educación nutricional continuada que facilite la comprensión y su cumplimiento.

Controversia

No hay duda que una dieta adecuada contribuirá a soportar mejor un entrenamiento intenso y continuado, mientras que limitará el riesgo de enfermedad o lesión. Es esencial proporcionar adecuadamente la energía y nutrientes necesarios para estar saludable y rendir bien. Sin embargo, no existe una formula predictiva que cuantifique la energía que un deportista necesita, además de que no hay un consenso si el entrenamiento regular requiere una mayor cantidad de nutrientes. En la misma línea, el uso de uno u otro método en la evaluación dietética proporciona diferentes datos de la evaluación dietética. Las demandas de energía (y nutrientes) fluctuaran a lo largo de una temporada deportiva y entre distintas sesiones de entrenamiento. Monitorizar el peso corporal puede ser una medida ambigua, ya que no es un indicador real del balance energético de los atletas. Mientras un incremento de masa grasa afecta negativamente al rendimiento deportivo e incrementa las demandas energéticas, un incremento de la masa musculoesquelética es visto como un indicador positivo del rendimiento deportivo, ya que contribuye a la producción de potencia durante el ejercicio, así como para aumentar el tamaño y la fuerza tanto en esfuerzos dinámicos como estáticos. Por tanto, medir los pliegues cutáneos durante una temporada puede darnos mucha información acerca de la composición corporal del deportista. El desarrollo de ecuaciones predictivas para la población general puede generar resultados confusos en la composición corporal y en la energía necesaria por

los deportistas. También hay una controversia acerca de la hidratación aceptable sin que se comprometa el rendimiento. Los aspectos relacionados con la salud a veces son olvidados en el deporte de elite.

Limitaciones

Cada deportista es diferente y como tal cada uno tiene diferentes requerimientos de energía y nutrientes dependiendo de múltiples factores como el tamaño corporal, la disciplina deportiva, la carga de entrenamientos, el número de entrenamientos al día, etc. Esto hace que la valoración nutricional sea difícil, por la gran cantidad de variables que hay que tener en cuenta. Además, cada deportista tiene su propia genética y características psicológicas, bioquímicas y biomecánicas que pueden determinar sus necesidades nutritivas[2]. Por tanto, la comparación con las recomendaciones de ingestas dietéticas para la población general será un error. Cada deportista, hombre o mujer, necesitará identificar sus objetivos nutricionales de energía, carbohidratos, proteínas, grasas, vitaminas, minerales y agua con el objetivo de asegurar la salud y tener un óptimo rendimiento deportivo. Ellos pueden monitorizar su composición corporal y marcadores bioquímicos a través de la temporada para tener su propio registro[3].

Estado actual y perspectivas

Evaluación bioquímica

Una evaluación bioquímica del estado nutricional en atletas es esencial[2]. Los marcadores bioquímicos son obtenidos a partir de los análisis clínicos, bien de muestras sanguíneas o de orina. Estos parámetros pueden darnos una idea general del estado nutricional, el perfil lipídico, la función hepática o renal, si la dieta es bastante alta en proteínas o grasas, así como de posibles deficiencias nutricionales. Existe un continuo interés acerca de las vitaminas y los elementos traza nutricionales y metabólicos, como una información adicional del rendimiento deportivo[4]. Concretamente, las vitaminas y los minerales son necesarios para un gran número de procesos metabólicos en el cuerpo, incluyendo numerosas reacciones relacionadas con el ejercicio y la actividad física, como en el metabolismo energético, el de carbohidratos, grasas y proteínas, en el transporte y entrega de oxígeno y en la reparación tisular. Por tanto, es importante examinar si el ejercicio afecta o no a la función de estos elementos[4].

Vitamina C y vitamina E

Las vitaminas C y E son unos de los componentes bioquímicos más estudiados debido a la fuerte relación que tienen con la actividad fisca y el rendimiento. Teniendo en cuenta esto, nos enfocaremos en estas dos vitaminas.

Ha sido ampliamente documentado que las vitaminas C y E muestran numerosos efectos beneficiosos debido entre otros a sus propiedades antioxidantes. Consecuentemente, las vitaminas C y E tienen expectativas de prevenir enfermedades relacionadas con el exceso de radicales libres. En el campo de la medicina del deporte, muchos estudios realizados con las vitaminas C y E han sido conducido originalmente desde el punto de vista de sus efectos en el rendimiento físico. Aunque algunos estudios previos indicaron que la suplementación con vitamina C o E podría mejorar el rendimiento físico, las diferencias en el diseño de los estudios, el tipo de deporte o análisis estadístico pueden explicar las discrepancias que aparecen cuando se comparan los resultados de estos estudios. Sin embargo, algunos estudios recientes podrían mejorar nuestra comprensión del efecto de estas vitaminas en relación a la actividad física.

La vitamina C en los seres humanos actúa como un donante de electrones (agente antioxidante) en ocho enzimas de los cuales tres están involucrados en la hidroxilación del colágeno y dos están implicados en la biosíntesis de carnitina. También se ha demostrado que la vitamina C protege de los lípidos y lipoproteínas de baja densidad en el plasma sanguíneo. También interactúa con otros nutrientes, ayudando en la absorción de hierro y cobre, mantenimiento el glutatión en la forma reducida y en la estabilización de folato. Las recomendaciones dietéticas se fijan en 75 mg/día en mujeres y 90 mg/día en hombres[5].

Paschalis et al han demostrado recientemente que las concentraciones bajas de vitamina C se asocian con un pobre rendimiento físico y un aumento de los marcadores de estrés oxidativo[6]. Esta situación puede revertirse utilizando la suplementación de vitamina C, obteniendo así un mejor rendimiento físico y una reducción del estrés oxidativo. Para ello, estos autores seleccionaron 10 individuos con la vitamina C baja y otros 10 con los valores de vitamina C más altos de un total de 100 varones. Utilizando un diseño cruzado controlado con placebo, los 20 participantes seleccionados realizaron ejercicio aeróbico hasta la extenuación antes y después de la suplementación de vitamina C durante 30 días. Los resultados fueron obtenidos mediante el uso de carbonilos F2-isoprostanes y proteínas como marcadores de estrés oxidativo.

En cambio, niveles muy altos de ingesta de vitamina C, superiores a 1.000 mg/día parecen ser perjudiciales para aumentar la resistencia física como se mostraron Paulsen y colaboradores[7]. Estos investigadores analizaron 54 mujeres y hombres jóvenes y sanos durante 11 semanas. Los participantes fueron divididos en dos grupos, el primero con una ingesta de 1.000 mg/día de vitamina C junto a 235 mg/día de vitamina E por día (igual que la cantidad encontrada en diferentes suplementos), y el segundo grupo recibió un placebo. Todos los participantes fueron requeridos para llevar a cabo una programa de resistencia que constaba de tres a cuatro sesiones de

entrenamiento cada semana, principalmente correr. También se sometieron a pruebas de aptitud física, biopsias del músculo y muestras de sangre tomadas al comenzar y al final del estudio. Los resultados del estudio revelaron que los marcadores para la producción de nuevas mitocondrias musculares aumentaron sólo en los participantes que recibieron placebo. Debido a que las vitaminas C y E son antioxidantes, altas dosis de ellas parecen inhibir en cierta medida la acción de los radicales libres y bloquear el proceso positivo del proceso de estrés oxidativo del entrenamiento, por ejemplo, en el desarrollo de la resistencia muscular.

Oligoelementos: hierro, zinc, cromo y selenio

Los elementos traza u oligoelementos, como el hierro, zinc, selenio y cromo son ingeridos en pequeñas cantidades y son fundamentales para regular el metabolismo del cuerpo, incluyendo la utilización energética y el rendimiento del trabajo.

El hierro es el mineral más estudiado en los deportistas debido a su implicación en varios mecanismos fisiológicos relacionados con el rendimiento físico y la resistencia. Una deficiencia en sus depósitos puede llevar a una anemia por deficiencia de hierro, estado en el cual el rendimiento atlético puede ser comprometido[8]. Los mecanismos que causan anemia por deficiencia de hierro en los deportistas incluyen hemólisis, deficiencia de origen alimenticio debido a una baja ingesta de hierro no-hemo, como en las dietas vegetarianas o por posibles interferencias de alimentos, así como por el aumento de un estrés oxidativo[8]. Para evitar una deficiencia de hierro, una recomendación es controlar el estado de hierro regularmente. Las pruebas confirman que los atletas deben incluir alimentos ricos en hierro en su dieta como la carne magra y cereales de desayuno enriquecidos con hierro, entre otros[9]. Los vegetales ricos en hierro, tales como cereales integrales, espinacas y legumbres deben combinarse con fuentes de hierro animales o fuentes de vitamina C (por ejemplo un vaso de zumo de naranja consumida junto a los cereales de desayuno) que mejora la absorción de hierro. No obstante, el hecho de una ingesta adecuada de hierro, no asegura que pueda aparecen algún tipo de carencia en los depósitos de hierro en algún momento de la temporada, especialmente en mujeres[8].

El zinc es necesario por su papel catalítico o estructural en más de 200 enzimas de mamíferos. Las enzimas que contienen zinc participan en muchas vías de replicación celular y en el metabolismo de macronutrientes. Además, algunas enzimas que contienen zinc, como la anhidrasa carbónica y lactato deshidrogenasa, participan en el metabolismo intermediario durante el ejercicio. Otros enzimas que contienen cinc, como el superóxido dismutasa, presenta un papel protector como antioxidante endógeno contra el daño de los radicales libres. El selenio, otro oligoelemento importante, es esencial para diferentes vías metabólicas importantes, incluyendo el estrés oxidativo, como componente de la enzima glutatión peroxidasa. Finalmente, los mamíferos necesitan cromo para mantener equilibrado el metabolismo de la glucosa y así el cromo puede facilitar la acción de la insulina y por lo tanto tiene propiedades insulinogenicas indirectas. Las propiedades bioquímicas de los oligoelementos se han sido descritas ampliamente por numerosos autores, incluyendo Lukasky[10].

No existen datos definitivos sobre las concentraciones adecuadas de oligoelementos para personas que realizan una actividad física regular. Un posible enfoque para estudiar estos elementos bajo un cierto estrés físico es evaluar sus fluctuaciones durante ejercicios. Una estudio reciente[11] realizado para investigar el efecto de la frecuencia de nado en las concentraciones séricas de algunos elementos traza, como el cromo, zinc y selenio. Tres grupos de nadadores masculinos de diferente nivel se incluyeron en el estudio, los nadadores élite (n 14), nadadores aficionados (n 11) e individuos sedentarios (n 10). Los nadadores elite y aficionados siguieron un programa de entrenamiento de tres semanas. Al final del período de estudio, todos los voluntarios tuvieron que realizar una prueba de natación controlada, y se recolectaron muestras de sangre al principio, inmediatamente después y 1 h después de la actividad. Los autores observaron que los cambios en los niveles de magnesio, calcio, cobre, cinc y selenio exhibieron un patrón común en todos los grupos de estudio, con altas concentraciones séricas inmediatamente post-test. Asimismo, observaron una disminución de los niveles de cobre, zinc y selenio 1 h después de la prueba en los nadadores de élite. De todos modos, más estudios deben llevarse a cabo sobre la relación entre los oligoelementos y el rendimiento físico con el fin de comprender mejor los mecanismos y las consecuencias de esta posible asociación.

Evaluación antropométrica

La antropometría deportiva tiene gran utilidad como medio para la evaluación de las características morfológicas puntuales, así como para su control a lo largo de una temporada deportiva. La técnica antropometría nos permite medir el peso corporal, altura, longitudes, diámetros, perímetros y pliegues cutáneos. La información es procesada mediante la aplicación de diferentes ecuaciones, obteniendo información del somatotipo, composición corporal, y la proporcionalidad de las diferentes partes del cuerpo[12].

Las medidas antropométricas suelen realizadas siguiendo el protocolo de "The International Society of Advancement of Kinanthropometry" (ISAK)[12]. Este protocolo recomienda que las medidas deben ser obtenidas en el lado derecho, contrario a las recomendaciones de la OMS que recomienda en el lado izquierdo. El material antropométrico usado es: (a) tallímetro, con una precisión de 1 mm y un rango (130-210 cm); (b) bascula con una precisión de 0,1 kg y un rango (2-130 kg); (c) cinta métrica metálica, estrecha e inextensible con una preci-

Tabla I
Ecuaciones utilizadas en el cálculo de la masa grasa y masa músculo-esquelética

MASA GRASA

Ecuación de Faulkner:
Derivada de la ecuación de Yuhasz después de estudiar un equipo de nadadores.
% Masa grasa (hombres) = 0,153* (TS + SBS + SPS + AS) + 5,783
% Masa grasa (mujeres) = 0,213* (TS + SBS + SPS + AS) + 7,9
Masa grasa (kg) = (% masa grasa*masa corporal (kg))/100

Ecuación de Carter:
Derivada de la ecuación de Yuhasz, y aplicada a un equipo de atletas Olímpicos (Estudios publicados en el Proyecto Antropométrico de los Juegos Olímpicos de Montreal).
% Masa grasa (hombres) = 0,1051* (TS + SBS + SPS + AS + MTS + CS) + 2,58
% Masa grasa (mujeres) = 0,1548* (TS + SBS + SPS + AS + MTS + CS) + 3,58
Masa grasa (kg) = (% masa grasa*masa corporal (kg))/100

Ecuación de Jackson & Pollock:
Muestra: 403 hombres 18-61 años.
Los resultados permiten obtener la densidad y en consecuencia el porcentaje graso corporal calculado según la ecuación de Siri:
(% Masa grasa = (495/BD) – 450).
BD hombres = 1,17615 - 0,02394 * log ∑7S - 0,00022 * (A) - 0,0075 * (AP) + 0.02120 * (FP)
BD mujeres = 1,112 – 0,00043499 * (∑7S) + 0,0000055* (∑7S) 2 - 0,00028826 * (A)

Ecuación de Withers:
Los resultados permiten obtener la densidad y en consecuencia el porcentaje graso corporal calculado según la ecuación de Siri:
(% Masa grasa = (495/BD) – 450).
BD hombres = 1,078865 – 0,000419* (AS + MTS + CS + CHS) + 0,000948 * (NP) – 0,000266 * (A) – 0,000564 * (S-MP)
BD mujeres = 1,14075 – 0,04959 * (AS + MTS + CS + CHS) + 0,00044*(A) – 0,000612 (WP)+ 0,000284 (H) – 0,000505 (HP) + 0,000331 (CHP)

MASA MUSCULOESQUELÉTICA

Ecuación de Lee:
Muestra: 324 (244 no obesos y 80 obesos). Válida para hombres y para mujeres.
MME (kg) = H*(0,00744 * AGC 2 + 0,00088 * MTC^2 + 0,00441*CGC^2) + (2,4 * Sexo) -0,048 * Edad + Raza + 7,8.
% MME: MME (kg)* 100/peso corporal (kg)
AGC= Circunferencia del brazo relajado - (3,1416 * (pliegue tricipital/10)).
MTC= Circunferencia media del muslo - (3,1416 * (MTS /10)).
CGC= Circunferencia de la pierna - (3,1416 * (CS/10)).

TS: Pliegue tricipital; SBS: Pliegue subescapular; SPS: Pliegue supraspinal; AS: Pliegue abdominal; MTS: Pliegue anterior del muslo; CS: Pliegue de la pierna mm; BD: Densidad corporal; IS: Pliegue ileocrestal; CHS: Pliegue pectoral; MAS: Pliegue axilar; AP: Perímetro abdominal; FP: Perímetro del antebrazo; NP: Perímetro del cuello; S-M P: Perímetro supramaleolar; WP: Perímetro de la cintura; HP: Perímetro de la cadera; CHP: Perímetro pectoral *mesoesternal*; H: Talla (cm); A: Edad (años); ∑7S: Sumatorio de 7 pliegues cutáneos (TS + SBS + IS + AS + MTS + CHS + MAS); AGC: Perímetro del brazo relajado corregido; MTC: Perímetro medio del muslo corregido; CGC: Perímetro de la pierna corregido; Sexo: Mujer = 0; Hombre =1; Edad (años); Raza: Asiática = -2; Afro-Americana = 1.1; Caucásica e hispana = 0; Perímetro en cm; y pliegues cutáneos en mm.

Tabla II
Ecuaciones para predecir componentes del somatotipo

Componente	*Ecuación*
Endomorfo *	-0,7182 + 0,1451*X – 0,00068*X2 + 0,0000014*X3
Mesomorfo**	(0,858*HB + 0,601*FB + 0,188*AGR + 0,161*CGC)- (Talla*0,131) + 4,5
Ectomorfo***	- Si HRW ≥ 40,75 → = (0,732*HRW) -28,58. - Si HRW entre 38,25-40,75 = (0,463*HRW)-17,63. - Si HRW ≤ 38,25 → = 0,1.

*X= suma de los pliegues del triceps, subscapular y supraspinal (mm) x (170.18/Talla (cm)).
**HB= Diámetro del húmero (cm); FB= Diámetro del fémur (cm); AGC: Perímetro del brazo relajado corregido; CGC: Perímetro de la pierna corregido; Talla en cm.
***Requiere el cálculo de la talla (cm) dividido entre la raíz cúbica de la masa corporal (kg) (HWR).

sión de 1 mm; (d) un calibre de diámetros pequeños, con una precisión de 1 mm; (e) Calibre de diámetros grandes, con una precisión de 1mm; (f) plicómetro, con una precisión de 0,2 mm (precisión 2 mm); (g) material suplementario (lápiz para marcar la piel, plantilla para la recogida de datos y software para procesar los datos).

Una vez obtenidos todos los datos, la masa grasa y la masa muscular de los deportistas es estimada mediante diferentes ecuaciones[12] (tabla I). En el mismo sentido, los diferentes componentes del somatotipo son calculados, los cuales son definidos como el estudio de la morfología de los individuos[12] (tabla II).

Tabla III
Ecuaciones para predecir la tasa metabólica en reposo (RMR) de uso frecuente en deportistas

Instituto de Medicina, 2000: Hombres= 662 – 9.53 + PA x [15.91 x masa corporal(kg) + 539.6 x talla(m)] Mujeres= 354 – 6,91 + PA x [9,36 x body mass(kg) + 726 x height (m)] PA (Actividad física): **1.0–1.39**: Actividades sedentarias y diarias como caminar, tareas domésticas, etc. **1.4–1.56**: Baja actividad, tareas diarias y 30-60 minutos/día de actividad moderada como caminar 5-7km/hora. **1.6–1.89**: Activo y actividades diarias, más de 60 minutos/día de actividad moderada. **1.9–2.5**: Muy activo, actividades diarias, con 60 minutos/día de actividad moderada; más de 60 minutos/día de actividad vigorosa o 120 minutos/día de actividad moderada.
Cunningham, 1980: RMR = 500 + 22 x masa magra (kg) Mayor predicción de RMR en deportistas de ambos sexos que practican entrenamiento de resistencia, basado en masa magra (libre de grasa).
De Lorenzo, 1999: RMR hombres = -857 + 9.0 x masa corporal (kg) + 11.7 x (-talla (cm)). 51 hombres deportistas que realizan entrenamiento intensive de water polo, judo y karate.

Los diferentes valores de masa grasa, masa musculoesqueletal y el somatotipo pueden ser comprados con valores de referencia para cada categoría deportiva o con valores de anteriores evaluaciones del mismo deportista para guiar la decisión nutricional o el entrenamiento[12].

Evaluación de la energía requerida

Para dar un apropiado consenso nutricional, las necesidades energéticas del deportista deben ser conocidas. Aparte de medios autoregistrados y objetivos[13, 14], existen tablas que establecen las necesidades energéticas teóricas de diferentes deportes mediante diferentes procedimeintos[15], como ecuaciones predictivas o tablas basadas en equivalentes metabólicos (MET).

Ecuaciones de predicción de las necesidades energéticas (tabla III): La estimación de la energía requerida se basa en el uso de ecuaciones predictivas que calculan el metabolismo de reposo y la energía de la actividad física diaria[16]. La más usada entre los deportistas es:

Equivalente metabólico o MET: El método más usado y recomendado es el registro de 24 horas de MET[17]. Un MET es definido como el número de calorías consumidas por minuto en una actividad, relacionada con el metabolismo basal de reposo (1 MET = 1 kcal/kg/h = 3,5 ml/kg/min de O_2). Los datos obtenidos de los MET son válidos para adultos de 40 a 64 años. Sin embargo, en ancianos suele ser menor, mientras que en jóvenes es mayor[18].

La limitación del cálculo de la energía requerida por la realización de actividad física por este método es la gran variabilidad individual en relación al nivel de condición física, habilidades, coordinación, eficiencia, condiciones ambientales, intensidad o naturaleza del esfuerzo[17].

Evaluación dietética y nutricional

La evaluación dietética es una importante herramienta para conocer el estado nutricional de los deportistas, especialmente en relación al rendimiento deportivo y a la salud[19]. Nosotros tenemos que asumir que un estado de ingesta balanceado es una parte integral en cualquier programa deportivo[19]. Por tanto, la información acerca del consumo de alimentos y nutrientes para establecer la relación entre la dieta u el estado de salud y el rendimiento deportivo de los deportistas es necesario[20].

Un estudio reveló que el 80% de las encuestas de evaluación relaciona el conocimiento y la ingesta de alimentos, por lo que estas deben ser supervisadas por un dietista-nutricionista[19]. Para realizar una buena evaluación dietética, no sin dificultad, depende de:

- La memoria del deportista.
- La dificultad que el deportista tiene de estimar el tamaño de las raciones.
- La posible sobre o infravaloración de la ingesta de alimentos.
- La posible inducción que el dietista-nutricionista puede hacer sobre el deportista al que entrevista.
- La conversión de alimentos a energía y nutrientes y el uso de las tablas de composición de alimentos.
- Sin embargo, existen estrategias que reducen el error implícito en la evaluación nutricional, incluyendo:
  - Usar una combinación de métodos cuantitativos y cualitativos (historia dietética, recuerdo de 24 horas, cuestionario de frecuencia de consume de alimentos).
  - Reforzar métodos y técnicas con la historia dietética, preguntando acerca de aspectos generales que ayuden al atleta a rellenar con más detalle todos los alimentos consumidos en un día para reducir el error (recuerdo de 24 horas de múltiples pasos).
  - Usar fotos o modelos de alimentos que puedan ayudar al deportista a estimar la ración de alimentos.

Después de obtener los recuerdos, los datos deben ser transferidos a una base de datos para calcular la energía,

macro y micronutrientes con los que comparar con las referencias respecto a la energía, carbohidratos, proteínas, lípidos, micronutrientes y agua ingerida

Debido a la heterogeneidad de los métodos utilizados para evaluar la ingesta de alimentos en los atletas y la población en general, es difícil llevar a cabo un meta-análisis que indique la efectividad de estos métodos de evaluación nutricional[21]. Por tanto, la combinación de diferentes metodologías[22] es lo que nos dará una mayor precisión cuando evaluamos la ingesta de alimentos, especialmente cuando se utilizan determinadas herramientas de estimaciones dietéticas online que hoy en día permiten validar la ingesta de nutrientes[23].

Evaluación del agua corporal y la ingesta de líquidos

Un adecuado estado de hidratación tanto en deportistas jóvenes como en mayores, es esencial para mantener un adecuado rendimiento durante las actividades deportivas[24]. La deshidratación puede causar efectos nocivos para la salud de los deportistas, por lo tanto es de gran importancia que el deportista tenga conocimiento de la ingesta de líquidos que realiza.

Hidratación y deshidratación en el ejercicio

El estado de normal de hidratación, a menudo llamado euhidratación, es importante para la salud y el bienestar. Incluso pequeñas pérdidas de agua corporales pueden tener un efecto negativo sobre la fuerza muscular, la resistencia y el consumo máximo de oxígeno. El estado de hidratación normal es el estado en el que el individuo sano mantiene el equilibrio hídrico, el cual depende de la diferencia entre las entradas y las pérdidas de agua[25].

En condiciones normales, la entrada de agua en el organismo procede de la ingesta de líquidos (alrededor de 2.300 mL/día), así como de la producción de agua a través de las reacciones del metabolismo celular (200 mL/día). En cuanto a las fuentes de salida de agua, la principal salida se produce en forma de orina (1.500 mL/día), seguido de la transpiración cutánea (350 mL/día), ventilación pulmonar (350 mL/día), sudor (150 mL/día) y las heces (159 mL/día)[25]. Durante el ejercicio, debido a que las pérdidas por sudor aumentan, la ingesta de líquidos también debe aumentarse[2].

Un ligero estado de deshidratación, lo que corresponde a una pérdida de agua de tan solo un 1%-2% del peso corporal, afectaría negativamente tanto al rendimiento físico como mental. La deshidratación puede tener un efecto negativo en el sistema cardiovascular y termorregulador, además de comprometer a los sistemas metabólico, endocrino y excretor, resultando por lo tanto en una disminución del rendimiento y de la función cognitiva.

Durante el ejercicio, la tasa metabólica de producción de calor y la temperatura corporal aumentarán si la pérdida de calor no se eleva como debería. Como consecuencia del equilibrio homeostático térmico e hídrico el rendimiento deportivo puede verse reducido con el calor además de suponer riesgos para la salud. Es por esto, que los deportistas deben tener en cuenta beber lo suficiente con el fin de reducir la disminución del rendimiento. Cuando el ejercicio intenso se combina con altas temperaturas o la pérdida de calor está limitada, la temperatura central puede aumentar en torno a 2-3ºC y esto podría dar lugar a enfermedades relacionadas con el calor y el esfuerzo[26].

Las pérdidas por sudor están compuestas por agua (99%), electrolitos (principalmente sodio y cloro), nitrógeno y nutrientes. Durante el ejercicio, además se pueden perder también pequeñas cantidades de magnesio, calcio, hierro, cobre y zinc. La concentración media de sal en sudor es de 2,6 g (45 mEq) por cada 1-1,45 L de sudor producido durante el ejercicio. Por lo que un excesivo sudor durante el ejercicio puede reducir los niveles de sodio y cloro en un 5-7%, y de potasio un 1%, por lo tanto, deben ser repuestos con el fin de evitar un déficit.

La tasa de sudoración depende de varios factores como las condiciones medioambientales (temperatura y humedad); la genética, y el acondicionamiento deportivo del deportista. Además, hay una gran variación interpersonal en la sudoración, incluso cuando se realiza el mismo ejercicio o ejercicio similar en las mimas condiciones o cuando los deportistas se someten al mismo estrés por calor[26]. La tasa de sudoración puede calcularse de la siguiente manera:

1. Peso perdido: peso total corporal antes del ejercicio (kg) - peso total corporal después del ejercicio (kg).
2. Sudoración: Peso perdido + cantidad total de líquido ingerido durante el entrenamiento + orina total producida durante el ejercicio (mL).
3. Tasa de sudoración: (sudoración/duración del ejercicio).

La reposición de líquidos a través del suministro de agua, bebidas específicas y líquidos basadas en solutos, principalmente carbohidratos y electrolitos, ayudan a mantener la hidratación además de la salud y el rendimiento en el deportista. El agua normalmente es el líquido más elegido entre la mayor parte de los deportistas que realizan ejercicio de manera regular, ya que su efecto ayuda a contrarrestar muchos de los efectos negativos de la deshidratación. Sin embargo, en los últimos 50 años, las investigaciones han confirmado los beneficios de las bebidas deportivas específicas.

Una bebida deportiva adecuada debe cumplir las siguientes funciones: tener buena palatabilidad, reponer los líquidos y electrolitos, mejorar la absorción, proporcionar sustratos energéticos, y la capacidad de mantener el volumen sanguíneo.

Composición y características de las bebidas deportivas[2]:

- Concentración de hidratos de carbono (5-8%). La ingesta de carbohidratos en una concentración

adecuada ha demostrado ser beneficiosa para mantener la intensidad durante ejercicios de alta intensidad de una hora o más de duración, lo que permite mantener el nivel de glucosa adecuado en la sangre y retrasar el punto de fatiga.
- Temperatura de la bebida: 10° a 15° C.
- Osmolaridad (180-400 mEq / L).
- Contenido de electrolitos (especialmente Na +) (20 a 30 mEq/L).
- Sabor: debe tener un sabor agradable para fomentar la hidratación voluntaria y la rehidratación.

Es importante conseguir un equilibrio adecuado entre la ingesta y la pérdida de líquidos en los deportistas o lo que es lo mismo, un estado óptimo de hidratación antes, durante y después del ejercicio.

Es bien sabido que los atletas no deberían comenzar la competición en un estado de déficit de líquidos[26] ya que este déficit puede aumentar el estrés fisiológico y reducir el rendimiento. Además, no solo es necesario mantener la hidratación después de comenzar la actividad, sino también antes de comenzarla. Hay varios protocolos que permiten alcanzar o lograr en la medida de lo posible un estado de euhidratación antes, durante y después de la actividad.

Métodos de evaluación de hidratación

No existe un acuerdo universal sobre cuál es el método óptimo para medir el estado de hidratación para aplicarlo universalmente. En los últimos años muchos autores han descrito en detalle varias opciones para medir el estado de hidratación[26].

El estado de hidratación puede ser determinado a través de una variedad de métodos, pero muchos de ellos tienen limitaciones potenciales. Sin embargo, hay algunos autores que sugieren que el "gold standard" es la combinación de varios de ellos[26].

Cambios en el peso corporal

Los cambios el peso corporal, además de cualquier medida de cambio en el agua corporal, se suelen utilizar en los estudios de investigación para cuantificar los cambios en el estado de hidratación[27]. En el deporte, en la mayoría de los casos, el uso de la medida del peso corporal en combinación con alguna medida de concentración de orina en la primera micción de la mañana permite gran sensibilidad para detectar desajustes diarios de hidratación normal. Los métodos son simples, de bajo costo y discriminan de manera precisa el estado de euhidratación del estado de deshidratación, por lo tanto se pueden utilizar como un único método para la evaluación.

Las mediciones deben ser realizadas con los sujetos desnudos o con ropa ligera y seca, siendo esta idéntica antes y después de ambas medidas. El test del peso corporal debe ser registrado antes y después del ejercicio. Es conveniente que los sujetos orinen y defequen antes de ser evaluados[28].

Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA)

El contenido de agua total corporal puede ser estimado mediante el método BIA. A lo largo de los últimos años, este método no invasivo ha atraído gran atención; sin embargo, debido a la falta de precisión y a la gran variedad de factores que pueden influir en los resultados, como la temperatura de la piel o la postura entre otros, hacen que este no sea un buen método para medir el estado de hidratación[18].

Sangre

Los cambios en el volumen sanguíneo y su composición reflejan cambios en el estado de hidratación (tabla IV). El volumen sanguíneo y la osmolalidad plasmática son las principales variables que se regulan homeostáticamente, pero ambas pueden variar ya que son muy sensibles al ejercicio, la ingesta de alimentos o líquidos o los cambios en la postura, entre otros factores. Los análisis de sangre para conocer el estado de hidratación deberán incluir la concentración de hemoglobina y hematocrito, la concentración de sodio y la osmolalidad. Por otro lado, parece ser que cuando se producen cambios agudos en el agua total corporal, los cambios en la osmolalidad plasmática, que estimulan la regulación endocrina de la reabsorción de agua y electrolitos en el riñón puede ser tardía[29].

Orina

Las muestras de orina para la evaluación del estado de hidratación se deben recoger en la primera micción de la mañana o bien puede ser recogida inmediatamente antes del entrenamiento o competitión[28]. El tiempo de recogida puede verse afectado por varios factores y esto debe tenerse en cuenta en la interpretación de los resultados. Los análisis de orina para la evaluación del estado de hidratación pueden incluir:

Osmolalidad: La medición de la osmolalidad requiere el uso de un instrumento caro y capacidad técnica. La forma de medición más común es el punto de depresión de congelación, pero también se utilizan los equipos que utilizan el análisis de la presión de vapor. Los valores de osmolalidad de la orina > 900 mOsmol/Kg reflejan un déficit de agua corporal de aproximadamente el 2% de la masa corporal[25]. El Colegio Americano de Medicina del Deporte[25] considera un buen índice de hidratación cuando la osmolalidad urinaria es ≤ 700 mOsmol/Kg o una gravedad específica en orina < 1.020 g/mL.

Gravedad específica de la orina (GEO): La GEO es un indicador del estado de hidratación preciso y rápido. Los rangos normales están entre 1,013 a 1,029. Una GEO de

Tabla IV
Indicadores séricos y rangos de referencia de euhidratación

Indicador sérico	*Rangos de referencia*
Hemoglobina:	
• Hombres	14,0-17,0 g/dL
• Mujeres	11,5-16,0 g/dL
Hematocrito:	
• Hombres	42-54%
• Mujeres	38-46%
Sodio sérico	132-142 mmol/L
Osmolalidad sérica	280-300 mOsmol/kg

≥ 1,030 sugiere deshidratación y de 1,001-1,012 puede indicar un exceso de hidratación. La GEO indica mejor el consumo reciente de líquidos que el estado general de hidratación crónico[30].

Color: el color de la orina se determina por la cantidad de uro-cromo resultante de la degradación de la hemoglobina en la muestra. Las investigaciones han demostrado relaciones lineales entre color de la orina y la gravedad específica, y entre el color de la orina y la conductividad. Por lo tanto, el color de la orina es una forma aceptable para estimar el estado de hidratación en los marcos deportivo o de investigación cuando no es necesaria una alta precisión o cuando se necesite el análisis mediante la auto-evaluación. Armstrong y cols. (1998) investigaron la relación lineal entre el color de la orina y el la gravedad específica y la conductividad, y desarrolló una escala de ocho colores. Los colores más claros indican una hidratación adecuada, mientras que los colores más oscuros indican la necesidad de consumo de líquidos. Sin embargo, la alimentación, los suplementos y los medicamentos pueden afectar el peso corporal y el color de la orina, por lo que estos factores deben ser tenidos en cuenta a la hora de utilizar este método. Este método es universalmente aceptado para ser utilizado en el campo deportivo o de otro tipo para estimar el estado de hidratación cuando no se necesita una alta precisión[31].

Saliva

La osmolalidad de la saliva aumenta en casos de deshidratación aguda (pérdida del 4% de la masa corporal) inducida por el ejercicio en calor, pero hay una gran variabilidad en la respuesta de cada individuo. La osmolalidad de la saliva también puede verse afectada por un breve enjuague bucal con agua lo que hace que sea un marcador poco fiable del estado de hidratación.

Cuestionarios

Los cuestionarios son una herramienta cualitativa que puede proporcionar información importante acerca de la cantidad y tipo de líquidos que se ingieren, además se pueden administrar con rapidez para obtener información del deportista. El cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos es una herramienta que se utiliza comúnmente para evaluar la ingesta de alimentos y bebidas; sin embargo, el agua no está contenida como una bebida en muchos de ellos.

Aunque hay gran variedad de medidas para estimar el estado de hidratación, todos tienen limitaciones. En la actualidad, no existe consenso sobre qué método debe utilizarse por encima de otro en el entorno deportivo, aunque la osmolalidad del plasma y el agua total corporal son actualmente las mejores medidas de evaluación del estado de hidratación en el campo científico de las necesidades hídricas[26]. Generalmente, el uso de la medida de cambio en el peso corporal combinado con algún parámetro de concentración en orina como la gravedad específica o la osmolalidad en una muestra recogida durante la primera orina de la mañana permite una buena sensibilidad para detectar cambios significativos en el equilibrio hídrico (peso corporal > 2%) en el entrenamiento o competición de deportistas[32].

Conclusión

Debido al alto gasto calórico de una actividad física intensa, que afecta a aspectos fisiológicos, metabólicos y nutricionales y de composición corporal, los deportistas se diferencian de la población en general. La evaluación del estado nutricional en los deportistas debe considerar aspectos específicos como el tipo de deporte, especialidad o posición de juego, el programa de entrenamiento y calendario de competición, la categoría y los objetivos específicos. Debido a su complejidad, hay un consenso en que la combinación de diferentes métodos asegura una recogida de datos efectivos que será útil para continuar en la intervención dietética y nutricional. Combinando una evaluación bioquímica, cineantropometría, dietética-nutricional y de hidratación en los deportistas es esencial para la obtención de datos fiables.

Referencias

1. Driskell JA, Wolinsky I. Nutritional Assessment of Athletes. Boca Raton, Fla: CRC Press, 2011.
2. Gonzalez Gross M. Implicaciones nutricionales en el ejercicio. In: Chicharro JL, Fernández-Vaquero A eds. Fisiología Del Ejercicio. Madrid: Editorial Panamericana, 2006; 240-78.
3. Burke L, Maughan R, Shirreffs S. The 2007 IAAF consensus conference on nutrition for athletics. 2007; .
4. Wolinsky I, Driskell JA. Sports Nutrition: Vitamins and Trace Elements. CRC Press, 2005.
5. Monsen ER. Dietary reference intakes for the antioxidant nutrients: Vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. *J Am Diet Assoc* 2000; 100: 637-40.
6. Paschalis V, Theodorou AA, Kyparos A et al. Low vitamin C values are linked with decreased physical performance and increased oxidative stress: Reversal by vitamin C supplementation. *Eur J Nutr* 2014.
7. Paulsen G, Hamarsland H, Cumming KT et al. Vitamin C and E supplementation alters protein signalling after a strength training session, but not muscle growth during 10 weeks of training. *J Physiol* 2014; 592: 5391-408.
8. Mielgo-Ayuso J, Urdampilleta A, Martinez-Sanz JM et al. Dietary iron intake and deficiency in elite women volleyball players. *Nutr Hosp* 2012; 27: 1592-7.

9. Ahmadi A, Enayatizadeh N, Akbarzadeh M et al. Iron status in female athletes participating in team ball-sports. *Pak J Biol Sci* 2010; 13: 93-6.
10. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: Effects on physical performance. *Nutrition* 2004; 20: 632-44.
11. Döker S, Hazar M, Uslu M et al. Influence of training frequency on serum concentrations of some essential trace elements and electrolytes in male swimmers. *Biol Trace Elem Res* 2014; 158: 15-21.
12. Norton K, Olds T. Anthropometrica: A Textbook of Body Measurement for Sports and Health Courses. Sidney: University of New South Wales, 2004.
13. Aparicio-Ugarriza R, Mielgo-Ayuso J, Benito PJ et al. Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. *Nutr Hosp* 2015; 31 (suppl. 3): 219-26.
14. Ara I, Aparicio-Ugarriza R, Morales-Barco D et al. Physical activity assessment in the general population; validated self-report methods. *Nutr Hosp* 2015; 31 (suppl. 3): 211-8.
15. Burke L. Nutrición en el deporte: un enfoque práctico. Madrid: Médica panamericana, 2009.
16. Manore M, Thompson J. Sport Nutrition for Health and Performance. Champaign, IL: Human Kinetics, 2000.
17. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: S498-504.
18. Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington DC: National Academies Press, 2005.
19. Wierniuk A, Wlodarek D. Assessment of physical activity, energy expenditure and energy intakes of young men practicing aerobic sports. *Rocz Panstw Zakl Hig* 2014; 65: 353-7.
20. Martínez JA, Portillo Baquedano MdP, Navas Carretero S. Fundamentos de nutrición y dietética: bases metodológicas y aplicaciones. Madrid etc.: Médica Panamericana, 2011.
21. Spronk I, Kullen C, Burdon C et al. Relationship between nutrition knowledge and dietary intake. *Br J Nutr* 2014; 111: 1713-26.
22. Rumbold P, St Clair Gibson A, Stevenson E et al. Agreement between two methods of dietary data collection in female adolescent netball players. *Appetite* 2011; 57: 443-7.
23. Forster H, Fallaize R, Gallagher C et al. Online dietary intake estimation: The Food4Me food frequency questionnaire. *J Med Internet Res* 2014; 16: e150.
24. Gonzalez-Gross M, Gutierrez A, Mesa JL et al. Nutrition in the sport practice: Adaptation of the food guide pyramid to the characteristics of athletes diet. *Arch Latinoam Nutr* 2001; 51: 321-31.
25. Institute of Medicine. Water. In: Anonymous Dietary Reference Intakes for Water, Sodium, Cholride, Potassium and Sulfate. Washington, D.C: National Academy Press, 2005; 73-185.
26. American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM et al. American college of sports medicine position stand. exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 377-90.
27. Shirreffs S. Hydration in sport and exercise: Water, sports drinks and other drinks. *Nutr Bull* 2009; 34: 374-9.
28. Maughan R, Shirreffs S. Development of hydration strategies to optimize performance for athletes in high intensity sports and in sports with repeated intense efforts. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 59-69.
29. Popowski LA, Oppliger RA, Patrick Lambert G et al. Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 747-53.
30. Cheuvront SN, Sawka MN. Sports science exchange 97 Volume 18 (2005) number 2 hydration assessment of athletes. *Sports Science.* 2005; 18: 97.
31. Armstrong LE, Soto JA, Hacker FT,Jr et al. Urinary indices during dehydration, exercise, and rehydration. *Int J Sport Nutr* 1998; 8: 345-55.
32. Riebl SK, Davy BM. The hydration equation: Update on water balance and cognitive performance. *ACSM's Health & Fitness Journal* 2013; 17: 21-8.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):235-242
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5070

Biomarcadores de la actividad física y del deporte

Gonzalo Palacios[1,2], Raquel Pedrero-Chamizo[1], Nieves Palacios[3], Beatriz Maroto-Sánchez[1], Susana Aznar[4], Marcela González-Gross[1,2]; en representación del grupo de investigación EXERNET

[1]Grupo de Investigación ImFINE. Universidad Politécnica de Madrid. [2]CIBERobn. Fisiopatología de la Obesidad y la Nutrición CB12/03/30038). Instituto de Salud Carlos III. 3Consejo Superior de Deportes (CSD). Madrid. [4]Grupo de Investigación PAFS. Universidad de Castilla-La Mancha. España.

Resumen

Tradicionalmente, los biomarcadores han sido de interés en las ciencias del deporte para medir el rendimiento, el progreso en el entrenamiento y para identificar el sobreentrenamiento. Durante los últimos años, cada vez hay mayor interés en evaluar los efectos relacionados con la salud que se producen en el organismo debidos a una actividad física regular y al deporte. El valor o la concentración de un biomarcador depende de muchos factores, como el grado de entrenamiento, el grado de fatiga y del tipo, la intensidad y la duración del ejercicio, aparte de la edad y del sexo. La mayor parte de los biomarcadores se miden en sangre, orina y saliva. Una de las principales limitaciones que presentan los biomarcadores bioquímicos es la falta de valores de referencia adaptados específicamente para deportistas y personas físicamente activas. Las concentraciones pueden variar considerablemente de los valores de referencia normales. Por lo tanto, es importante adaptar los valores de referencia siempre y cuando sea posible y controlar a cada sujeto regularmente, con el fin de establecer su propia escala de referencia. Otros biomarcadores útiles son la composición corporal (específicamente masa muscular, masa grasa, peso), la condición física (capacidad cardiorrespiratoria, fuerza, agilidad, flexibilidad), frecuencia cardíaca y presión arterial. Dependiendo de la finalidad, será conveniente analizar uno o varios biomarcadores. Para esta revisión, profundizaremos en los biomarcadores que se emplean para evaluar condición física, fatiga crónica, sobreentrenamiento, riesgo cardiovascular, estrés oxidativo e inflamación.

Palabras clave: *Condición física. Salud. Rendimiento. Biomarcador.*

BIOMARKERS OF PHYSICAL ACTIVITY AND EXERCISE

Abstract

Traditionally, biomarkers have been of interest in sports in order to measure performance, progress in training and for identifying overtraining. During the last years, growing interest is set on biomarkers aiming at evaluating health-related aspects which can be modulated by regular physical activity and sport. The value or concentration of a biomarker depends on many factors, as the training status of the subject, the degree of fatigue and the type, intensity and duration of exercise, apart from age and sex. Most of the biomarkers are measured in blood, urine and saliva. One of the main limitations for biochemical biomarkers is that reference values for blood concentration of biomarkers specifically adapted to physically active people and athletes are lacking. Concentrations can differ widely from normal reference ranges. Therefore, it is important to adapt reference values as much as possible and to control each subject regularly, in order to establish his/her own reference scale. Other useful biomarkers are body composition (specifically muscle mass, fat mass, weight), physical fitness (cardiovascular capacity, strength, agility, flexibility),heart rate and blood pressure. Depending on the aim, one or several biomarkers should be measured. It may differ if it is for research purpose, for the follow up of training or to prevent risks. For this review, we will get deeper into the biomarkers used to identify the degree of physical fitness, chronic stress, overtraining, cardiovascular risk, oxidative stress and inflammation.

Key words: *Physical fitness. Health. Performance. Biomarker.*

Introducción

Un biomarcador (marcador biológico) es un producto o sustancia medible del organismo que se utiliza como indicador del estado biológico para determinar objetivamente procesos fisiológicos o patológicos en el organismo, que ocurren en la salud, enfermedad o en diferentes situaciones. En el ámbito deportivo, los biomarcadores son parámetros fundamentales que nos permiten evaluar el impacto que tiene el ejercicio físico sobre los diferentes tejidos y órganos[1]. De esta manera, se pueden estimar parámetros de evaluación del grado de daño muscular, de hidratación/deshidratación, de inflamación, de daño oxidativo etc., que facilitan la evaluación de la respuesta del organismo de los deportistas a las diferentes cargas de ejercicio o entrenamiento que se estén llevando a cabo. La concentración de un biomarcador depende del grado de fatiga y del tipo y duración del ejercicio. En el caso de los biomarcadores de fatiga muscular son diferentes para ejercicios de 20s (demanda de energía anaeróbica de hasta el 90%), en comparación con el ejercicio que dura de 20s a 1 min (energía aeróbica y anaeróbica) o ejercicios que duran más de 1 min (energía aeróbica de más del 50%). La intensidad del ejercicio también puede influir en la concentra-

Correspondencia: Marcela González-Gross.
ImFINE Research Group.
Departamento de Salud y Rendimiento Humano.
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte-INEF.
Universidad Politécnica de Madrid.
C/ Martín Fierro 7.
28040 Madrid. España.
E-mail: marcela.gonzalez.gross@upm.es

ción del biomarcador. La mayoría de los biomarcadores se miden en sangre, orina y saliva. En deportes de élite se prefiere trabajar con procedimientos de extracción no invasivos y por ello se utilizan la orina y la saliva como tipo de muestra. Otros biomarcadores de gran utilidad son los de composición corporal (especialmente masa muscular, masa grasa, peso), condición física (capacidad cardiovascular, fuerza, agilidad, flexibilidad), frecuencia cardiaca y presión arterial. Dependiendo del objetivo, se deberán analizar uno o una combinación de varios biomarcadores.

Interés

Tradicionalmente, los biomarcadores han sido de un alto interés a la hora de medir el rendimiento, el progreso del entrenamiento o la existencia de sobreentrenamiento en deportistas[2]. En estos últimos años, este interés por los biomarcadores se ha ampliado a la evaluación de la condición física y a sus aspectos relacionados con la salud[3]. Actualmente las autoridades sanitarias promueven la realización de ejercicio físico, y por ello es importante que una persona no entrenada pueda conocer la respuesta fisiológica a dicho ejercicio por parte de su organismo. En esta revisión nos centraremos en algunos de los biomarcadores comúnmente utilizados para evaluar la condición física y para alertarnos de un posible estrés físico continuo, sobreentrenamiento, riesgo de eventos cardiovasculares adversos, estrés oxidativo intenso o inflamación prolongada.

Controversia

Existe una cierta controversia respecto a si los marcadores bioquímicos son realmente útiles para el seguimiento del progreso en el entrenamiento y en a la adaptación a este. De hecho, algunos entrenadores no aplican el análisis de biomarcadores a la hora de preparar la temporada de entrenamientos[2]. Menos controversia existe en cuanto a la utilidad de los biomarcadores para identificar situaciones de riesgo como pueden ser el sobreentrenamiento, deficiencias de nutrientes, etc. Por desgracia, no existe un único biomarcador estándar para el seguimiento de la mayoría de los procesos fisiopatológicos del ejercicio y por ello el análisis de varios de ellos es necesario.

Limitaciones

No existen valores de referencia de biomarcadores en sangre adaptados específicamente a sujetos físicamente activos y atletas. Tanto es así que en la mayoría de los casos se utilizan intervalos de referencia establecidos por el fabricante del ensayo correspondiente y que han sido obtenidos a partir de adultos sanos. En nuestra opinión, esto puede suponer una errónea clasificación del sujeto y una malinterpretación de los resultados del análisis bioquímico. Por ello llevamos tiempo trabajando para establecer unos rangos de referencia que se adecuen a atletas de diferentes deportes. Hay que tener en mente que ciertas concentraciones de biomarcadores pueden ser normales para sujetos entrenados o deportistas de élite, y sin embargo ser patológicos en personas sedentarias o no entrenadas. Por tanto, es importante establecer rangos de referencia adaptados al ejercicio y realizar un seguimiento analítico de cada individuo para establecer sus propios valores de normalidad.

Marcadores de condición física

La condición física es un conjunto de atributos que posee o alcanza una persona y que están relacionados con la capacidad de dicha persona para realizar las diferentes actividades físicas diarias o práctica de ejercicio sin experimentar fatiga. La condición física no es sólo un parámetro predictor de morbilidad y mortalidad en relación a las enfermedades cardiovasculares[4], sino que está considerada hoy en día como marcador fundamental de salud ya que su medición abarca la mayor parte de las funciones del organismo (locomotor, cardiorrespiratoria, hematocirculatorio, psiconeurológico y endocrino-metabólico), las cuales participan en el desempeño de la actividad física diaria y del ejercicio[3]. La condición física está en parte determinada genéticamente, pero también puede estar muy influenciada por factores ambientales, como el ejercicio físico, sedentarismo, estilos de vida perjudiciales, etc.

Las componentes de la condición física se pueden diferenciar entre las relacionadas directamente con la salud de las relacionadas con el rendimiento físico, siendo estas primeras más importantes de cara a la salud pública que las segundas[5]. Según Bouchard et al.[1], las componentes relacionadas con la salud de un individuo incluye la componente cardiorrespiratoria (potencia aeróbica máxima o función cardíaca), una componente muscular (fuerza, potencia o resistencia muscular), una componente motor (agilidad, equilibrio o coordinación), una componente morfológica (composición corporal, densidad ósea o flexibilidad) y una componente metabólica (tolerancia a la glucosa, metabolismo de lípidos y lipoproteínas u oxidación de sustratos característicos)[6]. Hay numerosas pruebas para medir la condición física que van desde las técnicas sencillas de autoevaluación con una prueba de campo hasta las pruebas de laboratorio más sofisticadas. Uno puede optar por emplear una medida diferente en función de los objetivos específicos de la investigación y de las limitaciones del presupuesto.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera el máximo consumo de oxígeno (VO2máx) como el mejor indicador del estado cardiorrespiratorio[7] y se puede estimar mediante una prueba máxima o sub-máxima. Con respecto a la componente muscular, la prueba de fuerza de manos es la prueba de fuerza más utilizada para evaluar la condición física y su medida sirve como predictor de morbilidad y mortalidad[8]. La agilidad, el equilibrio, la velocidad o la coordinación están incluidos en la componente motor. La agilidad es una combinación de velocidad,

potencia, equilibrio y coordinación[3]. Para la medida del equilibrio estático, el equilibrio sobre una sola pierna con los ojos cerrados o abiertos es una buena alternativa. La flexibilidad es una componente morfológica. En la figura 1 se muestran algunas de las pruebas físicas que se pueden realizar para determinar varias de estas componentes.

Por otro lado, se requieren valores de referencia para todas las franjas de edad para su uso en práctica clínica. Algunos estudios importantes (desde el punto de vista del número de sujetos) van en esa dirección y han permitido establecer intervalos de referencia para adolescentes españoles (estudio AVENA) y europeos (estudio

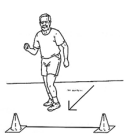
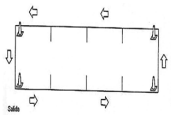
Prueba	Capacidad valorada	Descripción
Equilibrio monopodal	Equilibrio estático	Tiempo (segundos) durante el cual el participante mantiene el equilibrio sobre un solo pie. El tiempo máximo de la prueba será de 60 seg.
Chair stand	Fuerza en el miembro inferior	Número de repeticiones que el participante se levanta y se siente en una silla (repeticiones completas) durante 30 segundos, con los brazos cruzados en el pecho
Arm curl	Fuerza en el miembro superior	Número de repeticiones realizando flexiones y extensiones de codo durante 30 segundos sosteniendo una mancuerna
Chair sit-and-reach	Flexibilidad en miembro inferior	Sentado en el borde de una silla, extender una pierna y tratar de alcanzar la punta del pie. Se mide la distancia (cm) desde los dedos de la mano hasta la punta del pie
Back scratch	Flexibilidad en miembro superior	Una mano sobre el hombro y la otra en la parte media de la espalda tratar de unirse. Se mide la distancia (cm) entre los dedos de ambas manos
8-foot-and-go	Agilidad/equilibrio dinámico	Tiempo mínimo necesario para levantarse de una silla, rodear un cono situado a 2,45 metros, rodearle, y volver a sentarse en la silla
30 m andando 	Velocidad al caminar	Tiempo mínimo requerido en caminar 30 metros
Caminar 6 min. 	Capacidad aeróbica	Metros totales caminados durante 6 minutos alrededor de un recorrido marcado de 46 metros

Fig. 1.—Algunas de las pruebas utilizadas para evaluar la condición física (modificado de referencia 9).

HELENA)[3], mientras que los trabajos de Rikli y Jones lo han hecho para mayores americanos y el estudio EXERNET[9] para mayores españoles.

Marcadores de fatiga y estrés crónico

Cortisol

El cortisol es una hormona esteroide sintetizada a partir del colesterol por las enzimas del citocromo P450 situado en la corteza suprarrenal. Su concentración sigue un ritmo circadiano: a medianoche los niveles de cortisol en sangre son muy bajos (a veces incluso indetectables) y aumentan a lo largo de la noche hasta alcanzar un máximo por la mañana. Este ritmo está regulado por el principal oscilador circadiano en el núcleo supraquiasmático que se encuentra en el hipotálamo[10]. El cortisol contrarresta el efecto de la insulina favoreciendo altos niveles de glucosa en sangre mediante estimulación de la gluconeogenesis, la vía metabólica por la cual se sintetiza glucosa a partir del oxalacetato. La presencia de cortisol activa la expresión de las enzimas esenciales para la gluconeogenesis, facilitando el aumento de producción de glucosa. Por otro lado, también estimula la síntesis de glucógeno en el hígado, lo que hace que disminuyan los niveles netos de azúcar en la sangre. Por lo tanto, el cortisol regula minuciosamente el nivel de glucosa que circula a través del torrente sanguíneo: cuando el nivel de azúcar en la sangre se va agotando (por ejemplo durante el ayuno) el cortisol asegura una concentración basal de glucosa mediante activación de la gluconeogenesis[11].

El cortisol muestra otras funciones metabólicas. Entre otros, permite una correcta regulación del pH del líquido extracelular. Cuando las células pierden demasiado sodio, se acelera la tasa de excreción de potasio. Por lo tanto, el cortisol regula la acción celular de las bombas de sodio-potasio para llegar a un equilibrio de iones después de un evento desestabilizador[11]. El efecto atenuante del cortisol sobre la respuesta inmunitaria también ha sido bien documentado. Los linfocitos T son activados por citocinas (interleucinas) a través de vías de señalización. El cortisol impide que los receptores en los linfocitos T reconozcan las interleucinas, reduciendo la proliferación de estas células y por tanto frenando la inflamación. Del mismo modo reduce la inflamación debido a la inhibición de la secreción de histamina. La capacidad del cortisol en disminuir la respuesta inmune puede hacer que las personas que sufren de estrés crónico sean más vulnerables a infecciones[12]. Si bien es importante que las glándulas suprarrenales secreten más cortisol en respuesta a estrés psíquico o físico, también es fundamental que los niveles de cortisol vuelvan a los valores basales una vez termine el evento traumático. Por desgracia, en el caso de algunos atletas, la respuesta al estrés debido a un ejercicio intenso está activada tan a menudo, que las vías metabólicas no siempre tienen la oportunidad de volver a una situación normal. Esto puede conducir a problemas de salud, como pueden ser el estrés y la fatiga crónicos.

Un tipo de muestra muy utilizado para medir el cortisol es la saliva. Los niveles de cortisol en saliva post-ejercicio, comparado con los niveles pre-ejercicio, son significativamente diferentes en función de la intensidad de dicho ejercicio[13,14]. Por ejemplo, inmediatamente después de un ejercicio de resistencia de alta intensidad, el cortisol en saliva muestra una elevación significativa de 97% respecto a los valores basales, mientras que no se observa ninguna diferencia cuando la intensidad del ejercicio es muy baja[15]. Además de la intensidad, otro factor que puede afectar a la respuesta del cortisol en saliva es el nivel de entrenamiento del sujeto[16]. Atletas altamente entrenados muestran una correlación inversa significativa con el rendimiento neuromuscular. Kraemer et al. [17] a través de su estudio sobre los niveles de cortisol en jugadores de fútbol, han mostrarlo que atletas que al inicio de la temporada tenían niveles altos de cortisol mostraban una mayor tendencia a empeorar en su rendimiento a lo largo de toda la temporada. Se han hallado resultados similares en corredores de larga distancia[18]. Sin embargo, cuando la correlación fue evaluada durante un período de tiempo más corto, una notable tendencia positiva fue observada entre los corredores con mayores concentraciones de cortisol en saliva y los que presentaban mejor rendimiento muscular. Se necesitan pues más estudios para poder explicar estas tendencias opuestas dependiendo del tiempo de medida.

Testosterona

La testosterona es una hormona esteroide del grupo andrógeno que facilita el incremento de la masa y la fuerza muscular, aumenta la combatividad y agresividad de los deportistas y permite una mayor disminución de la grasa muscular. Los valores considerados normales, son de 300-1,000 ng/dL en los hombres y de 15-70 ng/dL en mujeres. Un aumento desproporcionado de la respuesta fisiológica al estrés, induce un incremento de la secreción de cortisol que podría a su vez inhibir la producción de testosterona. La relación cortisol/testosterona es un índice utilizado para medir la fatiga crónica en el deportista[16].

Marcadores de sobreentrenamiento

Lactato

Los músculos siempre producen lactato, incluso en reposo (0,8-1,5 mmol/L), pero su concentración va en aumento en paralelo con la intensidad del ejercicio. A una cierta intensidad el lactato aumenta de forma exponencial hasta alcanzar lo que se denomina umbral de lactato, el cual se produce a una concentración en sangre de lactato de 4.0 mmol/L (media). La fatiga aparece rápidamente si se está por encima del límite de umbral de lactato, mientras que los esfuerzos realizados por debajo de este límite pueden ser sostenidos durante horas cuando los atletas están muy bien entrenados. Este entrenamiento permite también subir el umbral de lactato hasta el nivel más alto posible desde el punto de vista de las características genéticas de cada sujeto. Sin

embargo, realizar gran parte del entrenamiento al límite del umbral de lactato o por encima de él puede traer consigo un sobreentrenamiento. Así, la medición de lactato en sangre se utiliza para determinar no sólo el umbral de lactato, sino también la correcta intensidad del ejercicio y el tiempo necesario para la recuperación. Esta es una prueba utilizada comúnmente, tanto por investigadores como por entrenadores. Puede ser considerada como el actual "estándar de oro" para decidir la intensidad del ejercicio y para determinar si el entrenamiento está produciendo el efecto fisiológico deseado.

Brevemente, la contracción muscular se inicia con un impulso eléctrico del cerebro, que se transmite a las células musculares por medio de la acetilcolina liberada en las sinapsis de la neurona motora. Esto produce un cambio en el potencial de la membrana debido a la fuga de los iones de potasio al espacio extracelular, lo que permite a su vez que los iones de calcio sean liberados del retículo endoplasmático y finalmente se desencadene la contracción de la fibra muscular. Pero en el transcurso de ejercicios de alta intensidad o prolongados en el tiempo, los iones de potasio salen continuamente fuera de la célula del músculo al espacio extracelular, causando un efecto despolarizante de la membrana, ya que la diferencia de carga entre el interior y el exterior de la célula disminuye. Como consecuencia de ello, las corrientes eléctricas tienen una mayor dificultad para actuar haciendo que las contracciones musculares sean más débiles. Estudios recientes han demostrado que, lejos de causar fatiga muscular en el ejercicio, la producción de lactato previene la fatiga, contrarrestando los efectos de despolarización producida por la salida de iones potasio[19].

Creatina fosfoquinasa (CK)

La CK aumenta durante el ejercicio físico por ruptura de las fibras musculares estriadas. Su elevación es proporcional a la intensidad y duración del ejercicio, pero existe una adaptación en el entrenamiento, que facilita que en personas entrenadas se eleve menos que en sedentarias. Valores elevados respecto al basal, indican trauma o sobreentrenamiento y su concentración puede ser utilizada para monitorizar la vuelta a la actividad normal de atletas que hayan sufrido una lesión muscular anterior[20] (tabla I).

Tabla I
Estado de entrenamiento en función de los niveles de CK

Concentración de CK	*Interpretación*
200 UI	Adaptación al entrenamiento
200-250 UI	Niveles elevados de entrenamiento
> 300 UI	Posible sobreentrenamiento y daño muscular

Creatinina

La creatinina es un producto final del metabolismo muscular. Se origina a partir de la degradación de la creatina muscular que a su vez se produce por hidrólisis del fosfato de creatina, por acción de la CK. La eliminación de creatinina en el cuerpo humano tiene lugar casi exclusivamente a través de la filtración glomerular, siendo un importante índice de función renal. Su excreción renal, a diferencia de la urea, no depende de la diuresis. A demás es prácticamente constante en cada individuo con casi independencia de la dieta, siendo la masa muscular el factor más condicionante. Comúnmente, la creatinina se mide para evaluar si la función renal es adecuada o si por el contrario existe insuficiencia de dicho órgano. Sin embargo, en los deportistas, no se han definido nunca valores específicos sino que se utilizan los mismos rangos de normalidad que para la población normal, que van por ejemplo de 0,7 a 1,3 mg/dl para hombres adultos. Los deportistas, al tener una carga de entrenamiento elevada y diferente según el momento de la temporada, pueden presentar modificaciones en los niveles de creatinina debido a cambios en la homeostasis del organismo, lo que puede dar lugar a errores en los parámetros bioquímicos y hematológicos[2]. Por ello, en deportistas, lo más común en un caso de creatinina elevada suele ser el resultado un alto grado de entrenamiento o incluso de un sobreentrenamiento puntual, más que de una situación de patología renal. Por tanto, un valor de creatinina nunca debe tomarse de manera absoluta, puesto que un deportista joven puede presentar hasta 1,4 mg/dl sin padecer enfermedad renal, mientras que una mujer con 1,2 mg/dl sí que puede encontrarse en una situación patológica. Por ello, la interpretación de la creatinina deber realizarse individualmente, teniendo en cuenta el sexo, edad y peso del paciente.

Amoniaco

En los deportistas, la acumulación de amoniaco en sangre depende de la intensidad del ejercicio. Durante la práctica de ejercicio físico, los dos principales mecanismos por los que se acumula amoniaco son la resíntesis de ATP a partir de la degradación de fosfocreatina y la desaminación de aminoácidos. El aumento de amoniaco está relacionado con las fibras rápidas; por ello un análisis de amoniaco puede servir como marcador del tipo de fibras reclutadas para ese ejercicio así como marcador del esfuerzo muscular intenso. El rango normal de amoniaco es de 15 a 45 mg/dL. Así, valores elevados de amoniaco en sangre nos indican una respuesta fisiológica propia de un sprinter (metabolismo puramente anaeróbico), mientras que un índice más bajo correspondería a corredores de medias o largas distancias (metabolismo predominantemente aeróbico)[21].

Lactato deshidrogenasa (LDH)

La lactato deshidrogenasa, o LDH es una enzima catalizadora que se encuentra en muchos tejidos del cuerpo, pero su presencia es mayor en el corazón, hígado, riño-

nes, músculos, glóbulos rojos, cerebro y pulmones. Participa en el metabolismo energético anaerobio, reduciendo el piruvato procedente de la glucolisis a lactato. Cuando existe daño muscular o lo que es lo mismo, destrucción de fibras musculares, los niveles de LDH en suero aumentan considerablemente. Además, la LDH tiene una gran variedad de isoenzimas que son específicas de diferentes tejidos, lo que aporta más información sobre la procedencia del daño muscular[20].

Ácido úrico

Es el producto terminal del metabolismo de las purinas y aumenta después del ejercicio intenso. Su concentración debe ser estable durante la temporada de competición. La elevación de sus niveles puede deberse a un entrenamiento intenso, condiciones de demanda energética elevada, pequeñas roturas musculares como consecuencia de un sobreentrenamiento o aumento de la ingesta de determinados alimentos como la avena, u otros suplementos y preparados destinados a la ganancia de masa muscular. Sin embargo, la medición del ácido úrico en el control del entrenamiento no es una necesidad especial[21].

Marcadores de riesgo cardiovascular

Homocisteína (Hcy)

La homocisteína (Hcy) es un aminoácido con un grupo sulfhidrilo derivado de la metionina. En el ciclo de la metionina esta se convierte en S-adenosil metionina y Hcy. La hiperhomocisteinemia (altos niveles de Hcy en sangre) puede ser clasificada en tres estadíos en función de la concentración de Hcy: moderada (para concentraciones entre 16 y 30 μm/L), intermedia (31-100 μm/L) y grave (para concentraciones superiores a 100 μm/L). La hiperhomocisteinemia puede estar causada por trastornos en el metabolismo de la Hcy, principalmente cuando existe deficiencia de vitamina B_{12}, vitamina B_6 o folato, puesto que estas coenzimas tienen un papel fundamental en la regulación enzimática[22]. Pero también puede estar provocada por otros factores independientes de la dieta como son trastornos genéticos en el metabolismo de la metionina y la homocisteína, incluyendo los polimorfismos de genes asociados a la cistationina beta-sintetasa, la metionina sintetasa y la metilentetrahidrofolato reductasa (MTHFR) [21]. Niveles elevados de Hcy están asociados al riesgo de enfermedades cardiovasculares y neurodegenerativas que afectan al sistema nervioso central, tales como la epilepsia, enfermedad de Alzheimer y demencia[23].

Son varios los mecanismos propuestos para explicar la toxicidad de la Hcy. En esta revisión sólo se describen los dos principales. El primero de ellos está en relación con el estrés oxidativo. La oxidación del grupo tiol terminal de la Hcy cuando esta está unida a otra proteína (puente disulfuro) o a otra molécula de Hcy, produce un aumento de la producción de especies reactivas. Estos radicales libres inducen la posterior oxidación de proteínas, lípidos y ácidos nucleicos[24] que pueden producir disfunción endotelial y daño de la pared vascular, seguido de activación plaquetaria y formación de trombos. La homocisteinilación representa el segundo mecanismo principal de la toxicidad de la Hcy y consiste en la modificación de la estructura de una proteína debido al puente disulfuro. Esta modificación va en aumento en paralelo con el incremento de las concentraciones de Hcy en sangre y puede provocar la activación del sistema inmune, respuesta inflamatoria autoinmune, toxicidad celular y muerte celular[22].

Puesto que la actividad física contribuye a reducir los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y la Hcy está estrechamente asociada a este riesgo, teóricamente la Hcy se podría utilizar como biomarcador de salud cardiovascular a la hora de realizar alguna la actividad física. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta ahora en diversos estudios que han intentado asociar ejercicio con descensos de las concentraciones de Hcy han sido contradictorios y a veces no concluyentes. Esto puede deberse a los diferentes tipos de ejercicio, intensidad, duración, entrenamiento, etc. utilizados en cada uno de los estudios. Por ejemplo, un estudio reciente llevado a cabo por Iglesias-Gutierrez et al.[25] ha mostrado que durante un ejercicio intenso existe un incremento de los niveles en sangre de Hcy, pero que estos vuelven a recuperar su valor basal 19 horas después del ejercicio. Debido a este largo periodo de tiempo para alcanzar nuevamente los niveles iniciales de Hcy, las diferencias en tiempo entre el momento de la recogida de la muestra y el del fin del ejercicio podrían explicar estas discrepancias. Por tanto, un punto importante a considerar es la máxima concentración de Hcy alcanzada durante el ejercicio y cuánto tiempo persiste en sangre esta concentración. En este mismo estudio, los autores no observaron ninguna concentración por encima de 15 μmol/L, el límite superior del rango normal de Hcy. Sin embargo, esto no significa que el aumento transitorio observado en Hcy no carezca de relevancia fisiológica ya que un meta-análisis ha mostrado que un incremento promedio de Hcy de 1,9 μmol/L se asociaba a un 16% de mayor riesgo de enfermedad isquémica de corazón[26]. Pero este aumento de riesgo de enfermedad cardiovascular observada por Wald et al.[26] se referían a una elevación sostenida de Hcy a lo largo del tiempo, mientras que Iglesias-Gutierrez et al.[25] describían una elevación de Hcy como respuesta a un ejercicio agudo.

Una revisión reciente describe los efectos de la actividad física sobre las concentraciones de Hcy, subrayando que una alta actividad física diaria puede ayudar a controlar los niveles de Hcy y así reducir el riesgo de las enfermedades cardiovasculares[27]. Sin embargo, un ejercicio intenso y agudo tiende a aumentar las concentraciones de Hcy[28]. El efecto de entrenamiento aeróbico es más controvertido: el entrenamiento de resistencia parece reducir la concentración de Hcy mientras la aumenta un entrenamiento intensivo. Está claro que son necesarios estudios adicionales para poder determinar de los efectos del tipo de ejercicio sobre los valores en sangre de Hcy.

Troponina cardiaca

Son complejos proteínicos que regulan la función contráctil del músculo. Están presentes en el músculo estriado y en el músculo cardiaco. El aumento de los niveles de las isoformas cardíacas (TnI y TnT) indica que ha habido un daño muscular cardíaco. Son un parámetro de gran utilidad en clínica. Sin embargo, el aumento tras un ejercicio intenso o prolongado, pero con ausencia de secuelas clínicas cardiacas, sugiere un aumento por microlesiones musculares.

Marcadores de estrés oxidativo

Malondialdehído (MDA) y proteínas carbonilo (PC)

El MDA se forma por la peroxidación lipídica de ácidos grasos insaturados y es un marcador de la degradación oxidativa de la membrana celular. Por su parte, las proteínas carbonilo son el resultado de la oxidación de la albúmina u otras proteínas séricas. MDA y PC son marcadores de daño oxidativo. Los límites de referencia para PC son 0,30-0,36 nmol/mg[29]. PC y MDA son menores en personas entrenadas. Su aumento se traduce como un exceso de estrés del organismo por aumento en las cargas de entrenamiento. Sin embargo, tras la adaptación al entrenamiento de los deportistas sus valores disminuyen.

Superóxido dismutasa (SOD) y glutatión peroxidasa (GSH)

La SOD y la GSH son enzimas antioxidantes, moduladas por la actividad física. El entrenamiento de resistencia de intensidad moderada mejora la actividad de estas enzimas[29].

Especies reactivas del oxígeno (ERO)

En relación a las ERO, existe una creciente evidencia de que la presencia continua de altas concentraciones de estos radicales libres es capaz de inducir la expresión de enzimas antioxidantes y otros mecanismos de defensa. En este contexto, los radicales libres pueden ser vistos más como beneficiosos que como perjudiciales, ya que actúan como señales para mejorar las defensas cuando las células están expuestas a altos niveles de estrés oxidativo. Esto se debe en gran parte a la actividad de enzimas antioxidantes endógenas como son glutatión peroxidasa, manganeso superóxido dismutasa (MnSOD), o -glutamilcisteína sintetasa. Una de las principales conclusiones que se pueden extraer de los más recientes estudios es que el ejercicio en sí es un antioxidante, ya que el entrenamiento aumenta la expresión de enzimas antioxidantes que a su vez mantiene disminuidas las concentraciones de ERO, siempre y cuando un ejercicio extremo no provoque el desequilibrio entre agentes oxidantes y antioxidantes[29].

Marcadores de inflamación

Proteína C-reactiva (PCR)

La proteína C reactiva se origina en el hígado y su nivel se eleva cuando hay inflamación en el organismo. Existen multitud de estímulos que pueden provocar un aumento de la PCR como infección, trauma, cirugía, condiciones inflamatorias crónicas, etc. En el ámbito del deporte, una actividad física intensa puede provocar un aumento de la PCR. Sin embargo, el entrenamiento continuado provoca una reducción de los niveles basales de PCR por diferentes mecanismos y como consecuencia de procesos que subyacen a la adaptación al entrenamiento (mejora de la función endotelial, disminución de la producción de citocinas inflamatorias, efectos antioxidantes, aumento de la sensibilidad a la insulina). Niveles elevados de PCR después de un entrenamiento pueden ser indicativos de una mala adaptación a este o a un sobreentrenamiento, probablemente debido a procesos de estrés oxidativo (inflamación). Por lo general, una vez que el sujeto está adaptado al entrenamiento los valores de PCR se normaliza[30].

Interlucina-6 (IL-6)

IL-6 es una molécula antiinflamatoria e implicada en la regulación de la respuesta inflamatoria aguda. Posee receptores específicos a nivel del tejido adiposo, el músculo esquelético y el hígado. En el tejido adiposo incrementa la lipólisis y mejora la sensibilidad a la insulina, en el hígado aumenta la glucogenolisis y en el músculo esquelético mejora considerablemente la sensibilidad a la insulina y la glucogénesis. Las sesiones de ejercicio intenso aumentan las concentraciones plasmáticas de IL-6 hasta 100 veces, lo cual asociado a su acción sobre el tejido adiposo, el hígado y el músculo, aporta aún más al efecto beneficioso del ejercicio[30].

Leucocitos

Los leucocitos son células del sistema inmune que se forman en la médula ósea y en el tejido linfoide. Después de ser sintetizados son transportados por la sangre a diferentes partes del organismo, donde ejercen sus funciones. El valor fundamental de los leucocitos estriba en que son transportados específicamente a zonas donde hay inflamación, proporcionando así una defensa rápida y enérgica contra cualquier posible agente infeccioso. El ejercicio provoca una leucocitosis transitoria, cuya magnitud está relacionada directamente con la intensidad del mismo, es más pronunciada en respuesta a ejercicios máximos, e inversamente con el nivel de forma física ya que es más acusada en sujetos sin entrenar que en sujetos entrenados. El valor de leucocitos aumenta hasta cuatro veces y puede mantenerse hasta 24 horas después del ejercicio. Por otra parte, el ejercicio no tiene efecto a largo plazo sobre las cifras de leucocitos en

reposo que, por lo tanto, son normales en los individuos entrenados.

Conclusiones

Los biomarcadores son una herramienta útil para la evaluar y monitorizar la fatiga muscular. No obstante, existe controversia respecto a que parámetros son más relevantes para este propósito. Los más investigados y aplicados a la fatiga muscular son el lactato sérico y la IL-6. Asimismo el amoniaco, leucocitos y parámetros de estrés oxidativo, están ganando más importancia. Lo biomarcadores de fatiga muscular podrían ser una herramienta de pronóstico para identificar a sujetos que tienen mayor riesgo de ver disminuida su fuerza, aunque no se sabe si bajando estos biomarcadores puede ser una intervención que prevenga o mejore la pérdida de la fuerza muscular durante el ejercicio. El ejercicio físico, en particular, tiene una importante influencia en los biomarcadores inflamatorios más ampliamente utilizados, incluyendo la PCR y la IL-6. Por último reseñar que la medida de los componentes de la condición física debería ser incluida con el fin de monitorizar el progreso y adaptación al entrenamiento ya que la condición física está considerada como uno de los principales marcadores de la salud.

Agradecimientos

El grupo de Investigación EXERNET ha sido financiado por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (DEP2005-00046/ACTI).

Referencias

1. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T. Physical activity; fitness and health: International proceedings and consensus statement. Champaign III: Human Kinetics; 1994.
2. Calderón Montero FJ, Benito Peinado PJ, Melendez Ortega A, González-Gross M. Control biológico del entrenamiento de resistencia. *Rev Int Cienc Deporte* 2006; 2: 65-87.
3. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32 (1): 1-11.
4. Dhoble A, Lahr BD, Allison TG, Kopecky SL. Cardiopulmonary fitness and heart rate recovery as predictors of mortality in a referral population. *J Am Heart Assoc* 2014; 3(2).
5. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep* 1985; 100 (2): 126-31.
6. Vanhees L, Lefevre J, Philippaerts R, Martens M, Huygens W, Troosters T, Beunen G. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2005; 12 (2): 102-14.
7. Shephard RJ, Allen C, Benade AJ, Davies CT, Di Prampero PE, Hedman R et al. The maximum oxygen intake. An international reference standard of cardio-respiratory fitness. *Bull World Health Organ* 1968; 38 (5): 757-64.
8. Stenholm S, Mehta NK, Elo IT, Heliövaara M, Koskinen S, Aromaa A. Obesity and muscle strength as long-term determinants of all-cause mortality—a 33-year follow-up of the Mini-Finland Health Examination Survey. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38 (8): 1126-32.
9. Pedrero-Chamizo R, Gómez-Cabello A, Delgado S, Rodríguez-Llarena S, Rodríguez-Marroyo JA, Cabanillas E, Meléndez A, Vicente-Rodríguez G, Aznar S, Villa G, Espino L, Gusi N, Casajus JA, Ara I, González-Gross M; on behalf of EXERNET Study Group. Physical fitness levels among independent non-institutionalized Spanish elderly: The elderly EXERNET multi-center study. *Arch Gerontol Geriatr* 2012; 55 (2): 406-16.
10. Chan S, Debono M. Replication of cortisol circadian rhythm: new advances in hydrocortisone replacement therapy. *Ther Adv Endocrinol Metab* 2010; 1: 129-38.
11. Giordano R, Guaraldi F, Berardelli R, Karamouzis I, D'Angelo V, Marinazzo E et al. Glucose metabolism in patients with subclinical Cushing's syndrome. *Endocrine* 2012; 41: 415-23.
12. Patterson S, Moran P, Epel E, Sinclair E, Kemeny ME, Deeks SG et al. Cortisol patterns are associated with T cell activation in HIV. *PLoS One* 2013; 26: 8:e63429.
13. Garcin M, Fleury A, Billat V. The ratio HLa:RPE as a tool to appreciate overreaching in young high-level middle-distance runners. *Int J Sport Med* 2002; 23: 16-21.
14. Gorostiaga EM, Grandados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exercise* 2006; 38: 357-66.
15. McGuigan MR, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *J Sports Sci Med* 2004; 3: 8-15.
16. Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, Koziris LP,Thrush JT, Fleck SJ. Relationships between serum testosterone, cortisol and weightlifting performance. *J Strength Cond Res* 2000; 14, 338-43.
17. Kraemer WJ, French DN, Paxton NJ, Häkkinen K, Volek JS et al. Changes in exercise performance and hormonal concentrations over a big ten soccer season in starters and nonstarters. *J Strength Cond Res* 2004; 18: 121-8.
18. Balsalobre-Fernández C, Tejero-González CM, del Campo-Vecino J. Relationships between training load, salivary cortisol responses and performance during season training in middle and long distance runners. *PLoS One* 2014; 9(8).
19. Overgaard K, Højfeldt GW, Nielsen OB. Effects of acidification and increased extracellular potassium on dynamic muscle contractions in isolated rat muscles. *J Physiol* 2010; 588: 5065-76.
20. Martín García. Estudio de marcadores bioquímicos de interés en el diagnóstico y pronóstico del síndrome coronario agudo. Doctoral Thesis 2010. Ed: Universidad Complutense de Madrid. ISBN: 978-84-693-4105-6.
21. Testai FD, Gorelick PD. Inherited metabolic disorders and stroke part 2: homocystinuria, organic acidurias, and urea cycle disorders. *Arch Neurol* 2010; 67: 148-53.
22. González-Gross M, Sola R, Castillo MJ, Pietrzik K. Homocisteina y riesgo cardiovascular. *Investigación Clínica* 2002; 5: 219-26.
23. González-Gross M, Marcos A, Pietrzik K. Nutrition and cognitive impairment. *Br J Nutr* 2001; 86 (3): 313-21.
24. Zou CG, Banerjee R. Homocysteine and redox signaling. *Antioxid Redox Signal* 2005; 7: 547-59.
25. Iglesias-Gutiérrez E, Egan B, Díaz-Martínez AE, Peñalvo JL, González-Medina A et al. Transient increase in homocysteine but not hyperhomocysteinemia during acute exercise at different intensities in sedentary individuals. *PLoS One* 2012; 7: 1-8.
26. Wald DS, Morris JK, Wald NJ. Reconciling the evidence on serum homocysteine and ischaemic heart disease: a meta- analysis. *PLoS One* 2011; 6: e164473.
27. de Souza e Silva A, Gonçalves da Mota MP. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic review. *Amino Acids* 2014; 46:1795-804.
28. Maroto-Sánchez B, Valtueña J, Albers U, Benito PJ, González-Gross M. El ejercicio agudo aumenta las concentraciones de homocisteína en varones físicamente activos. *Nutr Hosp* 2013; 28 (2): 325-32.
29. Shi M, Wang X, Yamanaka T, Ogita F, Nakatani K, Takeuchi T. Effects of Anaerobic Exercise and Aerobic Exercise on Biomarkers of Oxidative Stress. Environ. *Health Prev Med* 2007; 12: 202-08.)
30. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C, Keller C, Ostrowski K, Schjerling P. Exercise and cytokines with particular focus on muscle-derived IL-6. *Exerc Immunol Rev* 2001; 7:18-31.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):243-251
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5071

Gasto energético en reposo. Métodos de evaluación y aplicaciones

Raquel Blasco Redondo

[1]*Especialista en Medicina Interna. Centro Regional de Medicina Deportiva de la Junta de Castilla y León. Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid. Valladolid. España.*

Resumen

El gasto energético total diario de un individuo (GETD) representa la energía que el organismo consume. Está constituido por la suma de: tasa metabólica basal (TMB), termogénesis endógena (TE) y gasto energético ligado a la actividad física (GEAF).

La determinación del GETD considerando la actividad física y el estado de salud de una persona, es muy importante para ajustar el cálculo de la necesidad nutricional para cada individuo.

La TMB es la mínima cantidad de energía que un organismo requiere para estar vivo. Constituye del 60 al 70% del GETD en la mayoría de los adultos sedentarios, en tanto, en los individuos físicamente muy activos es de aproximadamente el 50%. Varía dependiendo de la composición corporal, especialmente de la masa corporal magra.

El metabolismo basal expresado como TMB, es diferente a la tasa metabólica en reposo (TMR) o Gasto Energético en Reposo (GER); este último se obtiene cuando la determinación se hace en reposo y en las condiciones descritas para pero no en ayuno, incluyendo por tanto la energía utilizada para el aprovechamiento biológico de los alimentos.

Habitualmente, el GER se determina por medio de diferentes técnicas como la calorimetría indirecta, la bioimpedancia eléctrica, el agua doblemente marcada, las ecuaciones predictivas, entre otras. Estos métodos son utilizados en la práctica clínica y en estudios científicos. Sin embargo, debido a la inconsistencia de los resultados de estas investigaciones, todavía no hay un consenso respecto a su aplicabilidad aunque la evidencia señala que la medición del consumo de oxígeno, es el método de mayor precisión.

Objetivos: Esta revisión tiene como objetivo exponer los componentes del gasto energético en reposo, así como las técnicas para su determinación y estimación, señalando sus ventajas, limitaciones y aplicaciones prácticas.

Resultados: Parte de las técnicas de evaluación del gasto energético descritas en esta revisión, quedan relegadas, por su complejidad y coste al ámbito de la investigación. Durante mucho tiempo la calorimetría indirecta, quedó también restringida a este campo. Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de equipos precisos ligeros y asequibles que permiten que en la actualidad sea un método muy útil en el espacio clínico de la determinación del GER.

Palabras clave: *Gasto energético en reposo. Métodos. Ecuaciones. Calorimetría indirecta. Aplicaciones.*

Correspondencia: Raquel Blasco Redondo.
Centro Regional de Medicina Deportiva de la Junta de Castilla y León .
Avda Real de Burgos, s/n.
47071 Valladolid. España.
E-mail: raquelblasco92@hotmail.com

RESTING ENERGY EXPENDITURE; ASSESSMENT METHODS AND APPLICATIONS

Abstract

The energetic expense daily total of an individual (EEDT) represents the energy that the organism consumes. It is constituted by the sum of: metabolic basal rate (MBR), termogenesis endogenous (TE) and energetic expense linked to the physical activity (EEPA).

The determination of the EEDT considering the physical activity and the state of health of a person, it is very important to fit the calculation of the nutritional need for every individual.

The MBR is the minimal quantity of energy that an organism needs to be alive. It constitutes a from 60 to 70% of the EEPA in the majority of the sedentary adults, while, in the physically very active individuals it is of approximately 50%. It changes depending on the corporal composition, specially on the corporal lean mass.

The basal metabolism expressed as MRB, it is different from the metabolic rate in rest (MRR) or Resting energy expenditure (REE); the latter is obtained when the determination is done in rest and in the conditions described for the MRB but not in fasting, including therefore the energy used for the biological utilization of the food.

Habitually, the REE decides by means of different technologies as the indirect calorimetry, the electrical bioimpedancy, the doubly marked water, the predictive equations, between others. These methods are used in the clinical practice and in scientific studies. Nevertheless, due to the inconsistency of the results of these researches, still there is no a consensus with regard to his applicability though the evidence indicates that the measurement of the consumption of oxygen, it is the method of major precision.

Aims: This review has as aim expose the components of the energetic expense in rest, as well as the technologies for its determination and estimation, indicating its advantages, limitations and practical applications.

Results: Part of the technologies of evaluation of the energetic expense described in this review, they remain relegated, for its complexity and cost to the area of the investigation. For a long time the indirect calorimetry, she remained also restricted to this field. Nevertheless, the technological advances have allowed the development of precise light and attainable equipments that allow that at present it should be a very useful method in the clinical space of the determination of the REE.

Key words: *Resting energy expenditure. Methods. Equations. Indirect calorimetry. Applications.*

Abreviaturas

GETD: Gasto Energético Total Diario.
GER: Gasto Energético en Reposo.
TMB: Tasa metabólica basal.
TE: Termogénesis endógena.
ETA: Efecto térmico de la alimentación.
GEAF: Gasto energético ligado a la actividad física.
MLG: Masa libre de grasa.
DEXA: Absorciometría de doble energía radiológica.
ACT: Agua corporal total.
BIA: Impedancia bioeléctrica.
GE: Gasto energético.
AF: Actividad física.
PAL: Nivel de actividad física (PAL: Physical Activity Level).
QR: Cociente respiratorio.
CI: calorimetría indirecta.
CD: Calorimetría directa.
FC: frecuencia cardíaca.
VO2: consumo de Oxígeno.
EP: ecuaciones predictivas.

Introducción

En todos los aspectos de la fisiología se busca el equilibrio, la homeostasis. En el campo del balance energético no podía ser de otra manera.

Cuando hablamos del balance calórico de un organismo, este responde al equilibrio dinámico entre ambos extremos de la siguiente ecuación:

Aporte energético =	Gasto Energético Total Diario (GETD) +Energía Excretada +Energía almacenada en forma de tejido

En esta aportación vamos a hablar de Gasto Energético en Reposo, (GER) pero antes de comenzar debemos definir una serie de términos.

El gasto energético total diario de un individuo (GETD) representa la energía que el organismo consume; está constituido por la suma de:

1. La tasa metabólica basal (TMB) (que es la resultante de la suma del gasto energético del sueño (GE del sueño) y el coste energético del mantenimiento de la vigilia.
2. La termogénesis endógena (TE) (que incluye el efecto térmico de la alimentación (ETA).
3. Y finalmente el gasto energético ligado a la actividad física (GEAF) (suma de la actividad física espontánea y de la actividad física voluntaria no restringida).

Habitualmente, el gasto energético en reposo (GER) se determina por medio de ecuaciones predictivas, pero la evidencia señala que la medición del consumo de oxígeno, es el método de mayor precisión[1,2].

Otro determinante del GER, es **la composición corporal**, especialmente la masa libre de grasa (MLG); existen diferentes métodos para determinarla, entre ellos la densitometría, la absorciometría de doble energía radiológica –DEXA–, la tomografía, la medición del agua corporal total (ACT), la antropometría y la impedancia bioeléctrica (BIA). El uso de éste último se ha extendido pues no es invasivo, presenta una rápida aplicación, bajo costo, y seguridad. Sin embargo, en la práctica, el método más usado para determinar la composición corporal, por su facilidad de aplicación, bajo costo, y alta precisión es la antropometría, el cual ha sido ampliamente validado con otros de mayor precisión como los isotópicos y los densitométricos.

Por último, la TE representa cerca del 10% del GETD y la GEAF representa entre el 25-75% del GETD (amplio abanico dependiendo de la actividad física del individuo).

Gasto energético en reposo. Definición. Relación con GETD, TE y GAF

Gasto energético en reposo. Relación con el gasto energético total diario

Como ya hemos visto antes, el gasto energético total diario (GETD), comprende el gasto energético basal (GEB), también denominado tasa metabólica basal (TMB), el GEAF y la TE.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el GETD como "el nivel de energía necesario para mantener el equilibrio entre el consumo y el gasto energético, cuando el individuo presenta peso, composición corporal y actividad física compatibles con un buen estado de salud, debiéndose hacer ajustes para individuos con diferentes estados fisiológicos como crecimiento, gestación, lactancia y envejecimiento"[3].

Gasto energético en reposo. Relación con la tasa metabólica basal

La TMB es la mínima cantidad de energía que un organismo requiere para estar vivo y representa del 60-70% del total del gasto energético (TGE), en la mayoría de los adultos sedentarios, (aunque a lo largo de la exposición iremos aclarando estos términos)

La TMB representa, por tanto la integración de la actividad mínima de todos los tejidos del cuerpo en condiciones de equilibrio, se expresa como producción de calor o consumo de oxígeno por unidad de tamaño corporal (MET).

Un MET es el consumo energético de un individuo en estado de reposo, lo cual equivale aproximadamente a 1 kcal por kg de peso y hora, es decir, 4,184 kJ por kg de peso y hora[2].

Mitchell, definió la TMB como la "tasa mínima de gasto energético compatible con la vida". Constituye del 60 al 70% del GE diario en la mayoría de los adultos

sedentarios, en tanto, en los individuos físicamente muy activos es de aproximadamente el 50%; varía dependiendo de la composición corporal, especialmente de la masa corporal magra[1,4].

Margus-Levy en 1899 introdujo el término metabolismo basal y estableció que su medición debería efectuarse en las siguientes condiciones:

Sujeto totalmente descansado antes y durante las mediciones, acostado, en estado de vigilia, en ayuno de 10-12 horas, en condiciones controladas de temperatura (22-26 C°), en ausencia de infección y libre de estrés emocional[5,6].

El metabolismo basal expresado como TMB, es diferente a la tasa metabólica en reposo (TMR) o al GER; este último se obtiene cuando la determinación se hace en reposo y en las condiciones descritas para la TMB pero no en ayuno, incluyendo por tanto la energía utilizada para el aprovechamiento biológico de los alimentos.

Por tanto el GER es la TMB tomada no en ayunas.

Estas mediciones, difieren en menos del 10% y ambos términos se tienden a utilizar indistintamente, aunque en la actualidad se utiliza más la denominación de GER[7].

Existen varias características fisiológicas que hacen que el GER varíe de unas personas a otras, las principales son el tamaño, la composición corporal, la edad, el sexo y la producción de hormonas[8].

Gasto energético en reposo. Relación con la Termogénesis Endógena (TE) y el efecto térmico de la alimentación (ETA)

El coste energético inherente a la capacidad de regular la temperatura corporal y mantenerla estable en condicionas ambientales desfavorables representa, en general una pequeña fracción del gasto energético total. No obstante, unido a él, debe también considerarse la termogénesis producida durante los procesos de digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los macronutrientes.

El efecto térmico de la alimentación (ETA) se refiere al aumento del gasto energético (GE) producido después del consumo de alimentos, y corresponde a la energía necesaria para la digestión, absorción, transporte, metabolismo y almacenamiento de los macronutrientes.

La intensidad y la duración del ETA están determinadas por la cantidad y composición de los alimentos consumidos.

El incremento en el GE varía de 5-10% para carbohidratos, 0-5% para grasas, y de 20- 30% para proteínas. El consumo de una dieta mixta produce un incremento en el GE equivalente al 10% de la energía contenida en los alimentos[9].

Los dos componentes del ETA son la termogénesis obligatoria y la facultativa. La primera es modulada por factores como la actividad del sistema nervioso simpático y la tolerancia a la glucosa; representa las dos terceras partes del efecto térmico de los alimentos.

El componente facultativo corresponde a la tercera parte del ETA y está relacionado con las fases cefálicas y posprandial de la alimentación;

De hecho se ha sugerido la necesidad de distinguir entre los efectos a corto y largo plazo de la alimentación, eligiendo el término de termogénesis postprandial para referirse a las horas siguientes a la ingesta de alimentos y reservando el término "termogénesis inducida por la alimentación" solamente para designar el componente a largo plazo, el cual depende del efecto mantenido de la ingesta de niveles por encima o por debajo de las necesidades energéticas.

Este componente facultativo presenta una actividad mayor en algunos tejidos como el músculo esquelético debido a la activación del sistema nervioso simpático y de los receptores beta-adrenérgicos, los cuales estimulan el metabolismo celular[10,11].

Gasto energético en reposo. Relación con el GEAF

El Gasto ligado a la actividad física (GEAF) puede subdividirse a su vez en:

- Un gasto energético destinado a mantener las necesidades físicas espontáneas (que parece ser un rasgo notablemente familiar).
- Un gasto derivado de la actividad física voluntaria, determinado principalmente por la intensidad y la duración de la actividad realizada y por el propio peso corporal del individuo.

De hecho, esta clasificación está conforme a la realizada por La FAO-WHO-UNU (2001)[12] quienes consideran dos tipos de actividad física (AF): las actividades obligatorias relacionadas con el trabajo, el estudio y la atención del hogar y las actividades discrecionales referidas a la actividad física regular, la recreación y la interacción social, consideradas importantes porque mantienen la salud, proporcionan bienestar y mejoran la calidad de vida.

El GEAF varía entre el 25 y el 75% del GETD. El periodo de la vida de mayor disminución brusca del GEAF es entre la adolescencia y el adulto joven. Durante esta etapa, la actividad total (min/semana) y el tiempo de actividad recreativa habitual (MET/semana) disminuye marcadamente en hombres (31%) y en mujeres (83%). Los estudios de GEAF y de GETD durante este periodo reflejan cambios importantes en los hábitos de vida, sociodemográficos y biológicos, factores que pueden estar asociados con un incremento del riesgo de obesidad y de comorbilidades[13].

El GEAF es muy variable entre individuos y puede cambiar día a día. En personas sedentarias, cerca de dos terceras partes del GET se emplean en el metabolismo basal, mientras que sólo una tercera parte se gasta en GEAF. En individuos muy activos, el GETD puede elevarse hasta el doble de la TMB; el gasto puede ser aún mayor en algunos atletas y en quienes realizan trabajos pesados.

El nivel de actividad física (PAL Physical Activity Level) se describe como la proporción entre el GET y la TMB y se usa para determinar la cantidad e intensidad de la AF habitual de un individuo[13].

Tabla I

Criterio	*Adultos sanos*
Ayuno	Mínimo de 4 a 5 horas después de una comida liviana, en quienes no es apropiado un ayuno prolongado
Ingestión de alcohol	Abstención mínima de 2 horas
Uso de nicotina	Abstención mínima de 2 horas
Ingestión de cafeína	Abstención mínima de 4 horas
Período de reposo	10-20 minutos antes de la prueba
Restricción de actividad física	Abstención de ejercicio aeróbico moderado o de ejercicio anaeróbico mínimo2 horas antes de la prueba y de 14 horas, en personas que practiquen ejercicio vigoroso de resistencia
Condiciones ambientales	Temperatura entre 20 a 25°C, condiciones confortables
Dispositivos para la recolección	Adherencia rigurosa para prevenir escapes de los gases Estado de equilibrio (Steady-state) Descartar los 5 minutos iniciales; luego alcanzar un periodo de 5 minutos con condiciones e intervalos 10% CV para la producción de oxígeno (VO2) y de dióxido de carbono (VCO2)
Número mediciones/24 horas	Lo ideal es alcanzar el estado de equilibrio en una medición, si no es posible, 2 o 3 mediciones no consecutivas mejoran la precisión
Variación en la repetición	3-5% en las realizadas dentro de las primeras 24 horas y alrededor del 10% de mediciones después de semanas o meses
Cociente respiratorio (QR)	QR < 0,7 o > 1,0 sugiere incumplimiento del protocolo o imprecisión en la medición de gases

Hasta hace muy pocos años el GEAF era el gasto más difícil de determinar. En la actualidad, la utilización de isótopos estables permite estudiar el gasto energético diario en condiciones de vida habituales y durante largos períodos de tiempo, a partir de lo cual y en combinación con otros métodos, es posible deducir el compartimiento ligado a la actividad física.

Si no se disponen de estos métodos analíticos, existen diversas tablas que permiten estimar un valor de gasto energético para distintas actividades físicas[12].

Gasto energético en reposo. Medición. Condiciones

El GER puede ser estimado o medido; la medición es más precisa que la estimación, siempre y cuando se controlen los factores que pueden introducir modificaciones, como son la energía inducida por la alimentación, el consumo de alcohol, el uso de nicotina, la AF, la temperatura ambiental, la posición del individuo durante la prueba y el tiempo de medición.

Las recomendaciones establecidas por la Asociación Americana de Dietistas para mejorar la precisión de esta medición aparecen en la tabla I (tomada de [14]).

Gasto energético en reposo. Técnicas y métodos de medición

Los componentes del GE, es decir el metabolismo basal y el gasto que requiere cualquier AF, se pueden determinar por calorimetría, la cual puede ser directa o indirecta[7]. Además de la calorimetría, existen otros métodos para determinar el GER y el requerimiento de energía: las ecuaciones predictivas, la impedancia bioeléctrica y el agua doblemente marcada[1].

Los siguientes son los métodos más utilizados:

– *Calorimetría directa.* El GETD puede determinarse por la medición de la cantidad de calor producida por el organismo. Este procedimiento se realiza en cámaras herméticas con paredes aislantes, en donde se confina al sujeto y se registra el calor almacenado y el perdido por radiación, convección y evaporación; se precisa un mínimo de seis horas para estabilizar el sistema; el método más conocido es la cámara de Atwater, en la cual el calor producido es absorbido por el agua que pasa a través de ésta y cuantificado mediante termosensores o termómetros que registran la temperatura a la entrada y a la salida en un tiempo determinado.

Como se puede deducir, es un método complejo y difícil de realizar en la práctica, por tanto su uso ha sido de carácter investigativo o para valorar métodos indirectos[7].

– *Calorimetría indirecta.* Bajo el supuesto de que la energía química de un sustrato se obtiene en el organismo tras su completa oxidación con el consiguiente consumo de oxígeno y liberación de dióxido de carbono y agua, es posible estimar la cantidad de calor total producido en el organismo a partir de la determinación del volumen de ambos gases.

No obstante, si bien este supuesto es cierto para los hidratos de carbono y las grasas, no se cumple para las proteínas.

Durante los procesos de oxidación proteica la fracción nitrogenada no se oxida completamente siendo en parte

eliminada en forma de nitrógeno ureico todavía energético. Considerando que el nitrógeno corresponde a 16% de un pool teórico de proteínas, se admite que la pérdida urinaria de 1 gr de nitrógeno corresponde a la energía producida durante la oxidación de 6,25 g de proteína.

Por lo tanto, a partir de las medidas de los gases consumidos y liberados durante los procesos oxidativos, se pueden estimar el gasto energético basal o de reposo, en estos términos esta basada la calorimetría indirecta (CI).

La CI pues es un método no invasivo que permite estimar la producción de energía equivalente a la TMB[15] y la tasa de oxidación de los sustratos energéticos. La denominación de indirecta señala que el gasto metabólico se determina por medio de los equivalentes calóricos del oxigeno (O2) consumido y del dióxido de carbono (CO2) producido, cuyas cantidades difieren según el sustrato energético que esté siendo utilizado.

La producción de energía corresponde a la conversión de la energía química contenida en los nutrientes en energía química almacenada como ATP y, en la energía disipada como calor, durante el proceso de oxidación. Si se admite que todo el O2 consumido se utiliza para oxidar los sustratos energéticos (proteínas, carbohidratos y lípidos) y, que todo el CO2 producido se elimina por la respiración, es posible calcular la energía total producida por los nutrientes[1].

La CI se basa en el principio del intercambio de gases; la respiración en un calorímetro produce depleción de O2 y acumulación de CO2 en la cámara de aire.

La cantidad de O2 consumido y de CO2 producido se determina multiplicando la frecuencia de ventilación, típicamente de 1 L/seg, por el cambio en la concentración del gas. El GE se calcula usando el consumo de O2, la producción de CO2.

El cociente respiratorio es un componente importante en la determinación de la CI y se define como la relación que existe entre la producción de CO2 y el consumo de O2; tiene un valor de *1,0 para la oxidación de carbohidratos, de 0,81 para la proteína y de 0,71 para la grasa*[16].

En la actualidad, se comercializan dos tipos de calorímetros indirectos cuya diferencia radica en el método de obtención y almacenamiento del aire respirado: Los basados en sistemas de circuito cerrado y en sistemas de circuito abierto.

– *CI en circuito cerrado.* Este método es en la actualidad especialmente adecuado para el estudio de pequeños animales, no es útil en el estudio humano, ya que a pesar de no requerir analizadores de oxígeno ni de dióxido de carbono, no permite períodos de monitorización superiores a 20 minutos.

– CI en circuito abierto. Este método consiste en la circulación de aire de flujo y composición conocidos (O2 14,978%, CO2: 5,004% y N2 79,987%) y en la determinación del decremento de oxígeno y aumento de CO2 en el aire espirado por el paciente En este sistema el CO2 producido es absorbido dentro del sistema, y se adiciona O2 para mantener constante el volumen del gas.

A pesar del elevado coste de los sistemas infrarrojos y para magnéticos necesarios para la respiración de los gases espirados y de las posibles fugas que pueden producirse durante su recogida, los calorímetros más usados se basan en este sistema, puesto que ofrecen una elevada precisión y permiten realizar la medidas metabólica a medio plazo.

Existen diferentes métodos de CI abierto en función del sistema de recogida del aire espirado. entre ellos la bolsa de Douglas, Oxilog, capota ventilada, calorímetro de canopy y de cuerpo entero.

En el método con máscara, el paciente se conecta a una mascarilla bucal, mientras que en el método de cámara de cuerpo entero, requiere una infraestructura mucho más compleja.

Existen pocos estudios que comparan calorimetría con circuito abierto y cerrado, sin embargo, se menciona que el circuito cerrado sobreestima el GER[5].

Me interesa destacar aquí una serie de limitaciones de la técnica que deben considerarse en la estimación del gasto. Aparte de la variabilidad de la precisión de los propios sistemas de medida incorporados a los equipos, todas las situaciones fisiológicas capaces de alterar en algún sentido el intercambio gaseoso del organismo, pueden alterar la estimación del gasto metabólico. Como por ejemplo: cambios en el equilibrio acido-base, estado de hiper o hipoventilación, modificaciones en el pool de CO2, debidas a pérdidas cutáneas (uso de vasodilatadores) o incluso reacciones propias del metabolismo intermediario deben de considerarse en el momento de evaluar el estado metabólico del individuo.

Impedancia bioeléctrica (BIA)

Es un método que estima los compartimientos corporales, incluida la cantidad de líquido en los espacios intra y extracelulares. Esta técnica se basa en la resistencia al paso de la corriente alterna. El tejido magro es altamente conductor debido a la gran cantidad de agua y electrolitos que contiene, por tanto ofrece baja resistencia; por el contrario la grasa, la piel y el hueso son medios de baja conductividad y por ende de alta resistencia. En la actualidad se dispone de básculas que tienen incorporadas en su software las ecuaciones para determinar la TMB[1,2]. Sin embargo la dispersión de los resultados es importante.

Métodos de no reposo

A pesar de que nos estamos refiriendo a la medición del GER. Existen métodos de evaluación de No reposo que nos pueden resultar útiles para ello.

CI en cámara corporal total

En la que el individuo puede permanecer durante días en condiciones de semirreposo. Esta es una técnica teóricamente muy simple, pero muy especializada, requiere

una estructura compleja y el uso de costosos instrumentos de medición. Con todo, la gran limitación radica en que presenta un ambiente artificial y por lo tanto, no comparable con las condiciones de vida libre.

Calorimetría directa CD

Una diferencia crucial entre este método y la CI en cámara es que en este caso se requiere calcular todo el calor que entra o sale de la cámara, lo que complica metodológicamente la técnica. Es potencialmente el método más preciso, en condiciones estrictamente controladas, lo que lo convierte en uno de los métodos de referencia para validar otros métodos de medición del GETD y del GER. Sin embargo, el enorme costo económico y la compleja estructura que requiere lo relegan al campo de la investigación.

Registro de la frecuencia cardíaca

Esta técnica se basa en el hecho de que la frecuencia cardíaca (FC) aumenta con la actividad física y que este incremento se relaciona estrechamente con le consumo de oxígeno dentro de un intervalo razonable.

La colocación de un sistema de registro continuo de la FC, permitiría, al menos en teoría, la estimación del gasto energético a partir del consumo de oxígeno, durante períodos de tiempo prolongados, en los cuales el individuo podría realizar sus actividades habituales.

Para ello, es preciso establecer individualmente la recta de regresión existente entre FC y VO2 Esta primera estimación se haría determinando simultáneamente la FCy el VO2 mediante CI en reposo y también durante la realización de ejercicios de intensidad variable.

El problema básico es que la relación lineal de ambas variables, se pierde con niveles bajos de FC (en los que suelen estar la mayoría de los individuos que realizan actividades moderadas) a este punto donde se pierde la linealidad, se denomina FCFlex.

Por ello, en lugar de predecir la media del gasto energético a partir de la media de la FC, se prefieren sistemas de recolección de FC minuto a minuto.

A partir de aquí el GETD se calcula suponiendo el GEB para los períodos de sueño, el GEBx1,35 para períodos de vigilia con FC por debajo de FCFlex y aplicando la recta de calibración para todos los demás períodos.

Entre las ventajas: Bajo coste, sencillez y la posibilidad de determinar GETD en condiciones reales.

Inconvenientes: Proceder a calibraciones individuales, asegurar el contacto constante de los electrodos y conocer que los cambios en las condiciones ambientales pueden incidir de forma notable.

Agua doblemente marcada

Administración vía oral de una dosis de agua doblemente marcada con dos isótopos estables deuterio y O y posterior cuantificación por espectometría de masas del enriquecimiento isotópico de cualquier fluidos (saliva orina, heces…) recogido en un tiempo superior a siete días.

El Deuterio se distribuye exclusivamente por el agua, pero el O por el agua y los bicarbonatos. La diferente eliminación de los dos isótopos no permite hallar la eliminación del CO2 y por ende estimar el GETD. La precisión es superior a la de CI en cámara en un 4%[17].

Pero el elevado coste y la dificultad en la interpretación de los resultados relegan su uso, de momento a la investigación.

Método de dilución del bicarbonato

Similar a la anterior pero a través de la infusión previa con bicarbonato marcado. Este método requiere diversos supuestos y correcciones, y dado que para la determinación final se refiere a la producción de CO2 y VO2, es necesario considerar el cociente respiratorio medio, similar a la técnica previa.

Métodos estimativos

Ecuaciones predictivas. La determinación de la necesidad de energía es un componente básico en la planeación de la alimentación debido a que el balance entre consumo y GE tiene implicaciones importantes para la salud. En la práctica, es común utilizar ecuaciones de referencia para estimar el GEB y aplicar el método factorial para determinar el requerimiento energético diario.

Las ecuaciones predictivas (EP) usualmente han sido desarrolladas con personas sanas y están basadas en análisis de regresión que incluye peso, altura, sexo y edad como variables independientes y en la medición del GER por CI como variable dependiente; por ejemplo, la ecuación de la FAO/WHO/UNU 1985 tiene en cuenta el sexo, los grupos de edad y el peso. Otros autores tienen en cuenta el índice de masa corporal (IMC)[18].

Las principales EP que se han elaborado para la estimación de la TMB son:

– *Ecuación de Harris y Benedict.* La publicación original data de 1919, los estudios realizados por estos autores se basaron en mediciones de GMB de 136 hombres y 103 mujeres en el Laboratorio de Nutrición de Carnegie en Boston; se usaron métodos estadísticos rigurosos que dieron como resultado las siguientes ecuaciones[19]:

Hombres GMB =
66.4730 + 13.7516 x P + 5.0033 x T –6.7759 x E
Mujeres GMB =
665.0955 + 9.5634 x P + 1.8496 x T– 4.6756 x E

P = peso en Kg, T = talla en cm, E = edad en años.

– *Ecuación de Quenouille.* Quenouille y cols. en 1951fueron los primeros en elaborar un estudio con base

en determinaciones de la TMB; los datos de Quenouille incluyeron personas que habitaban en el trópico y se orientaron a examinar el papel de la etnicidad y del clima sobre la TMB, sin embargo, la ecuación no ha sido muy utilizada.

Estos datos fueron incluidos posteriormente en las bases de información de Shofield y Oxford[20].

TMB (Kcal/día) = 2.975 x T + 8.90 x P + 11.7 x SC + 3.0 h - 4.0 t + 293.8

T = altura en centímetros, P = peso en kilogramos, SC = superficie corporal de DuBois, h = Humedad y t = temperatura.

– *Ecuaciones de Shofield (FAO/WHO/UNU) 1985.* El Comité de Expertos de la FAO/WHO/UNU en 1985, desarrolló una serie de EP para estimar el requerimiento energético con base en algunas premisas: el requerimiento energético se debe fundamentar en la medición del GE y no en la ingesta; el organismo tiene la capacidad para adaptarse a ingestas bajas y, el requerimiento se refiere a grupos y no a individuos.

Este Comité adoptó el método factorial y propuso la aplicación de múltiplos de la TMB; en las ecuaciones. Consideraron edad, sexo y peso corporal.

Se utilizaron como base principalmente los datos de los estudios de Shofield, sin embargo, estos presentaban limitaciones tales como: pocos datos sobre lactantes, adolescentes y adultos mayores; carencia de datos de personas provenientes de países en desarrollo; poca variabilidad étnica y geográfica (se incluyó un número desproporcionado de italianos, 47%) y baja inclusión de individuos de regiones tropicales[21].

Los niveles de AF y los factores que se consideraron para calcular el GET fueron: Género y actividad[21,22].

Género	*Actividad leve*	*Actividad moderada*	*Actividad pesada*
Hombre	1,55	1,76	2,10
Mujer	1,56	1,64	1,82

– *Ecuaciones de Oxford.* Entre 1980 y 2000, un grupo de expertos seleccionó estudios de medición del GE que incluyeron los siguientes aspectos:

Tabla II
Ecuaciones de Oxford para estimar Tasa Metabólica Basal (TMB) según edad y con inclusión de variables de peso y talla

Género	*Edad/años*	*TMB (kcal/día)*
Hombres	10-18	15,6 x P + 266 x T + 299
	18-30	14,4 x P + 313 x T + 113
	30-60	11,4 x P + 541 x T – 137
	> 60	11,4 x P+ 541 x T – 256
Mujeres	10-18	9,40 x P + 249 x T + 462
	18-30	10,4 x P + 615 x T – 282
	30-60	8,18 x P + 502 x T- 11,6

Edad, peso y género; descripción de las condiciones experimentales y del equipo usado para la medición del GMB; mediciones en sujetos sanos, en estado postabsortivo y sin AF previa y, descripción de la etnia y de la localización geográfica. De la base de datos se excluyeron a todos los sujetos italianos de los estudios de Shofield y se incluyeron datos de habitantes de los trópicos. A partir de estas variables se generó una base de datos denominada de Oxford, la cual tomó en cuenta 10552 valores de TMB.

Con las ecuaciones desarrolladas (tabla II) los valores de la TMB, en mayores de 18 años fueron más bajos que los obtenidos con las ecuaciones de la FAO/WHO/UNU de 1985[5].

La comparación entre las ecuaciones de Oxford teniendo en cuenta el peso corporal y las de la FAO/WHO/UNU 1985 para estimación de TMB se muestra en la tabla III.

– *Ecuaciones de FAO/WHO/UNU (2001).* Se desarrollaron a partir de la base de datos de Shofield utilizada en la estimación de la TMB (1985); se consideraron tres niveles de AF y se optó por rangos para cada categoría; además, se adoptó el término de estilo de vida más que el de ocupación laboral para definir el nivel de AF[23,24]:

Sedentario o estilo de vida con actividad leve:	1,40-1,69
Activo o estilo de vida moderadamente activo:	1,70-1,79
Vigoroso o estilo de vida vigorosamente activo:	2,0-2,4

Tabla III
Comparación entre las ecuaciones de Oxford y las de la FAO/WHO/UNU 1985 para estimación de TMB P: peso en Kg. Fuente[5]: Henry CJK. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. Public Health Nutrition 2005; 8 (7A): 1133-1152

Género	*Edad/años*	*OxfordTMB (Kcal/día)*	*FAO/WHO/UNU 1985 TMB (Kcal/día)*
Hombres	10-18	18,4 x P + 581	17,686 x P + 658,2
	18-30	16,0 x P + 545	15,057 x P + 692,2
	30-60	14,2 x P + 593	11,472 x P + 873,1
	> 60	13,5 x P + 514	11,711 x P + 587,7
Mujeres	10-18	11,1 x P + 761	13,384 x P + 692,6
	18-30	13,1 x P + 558	14,818 x P + 486,6
	30-60	9,74 x P + 694	8,126 x P + 845,6

Históricamente, los nutricionistas dietistas han utilizado las EP para estimar el GER, pero los estudios de validación han encontrado que estas ecuaciones pueden sobrestimar o subestimar el requerimiento energético; en algunos, el error reportado es del 20% y en otros, la imprecisión es del orden de 200 Kcal, que aunque leve, es importante, ya que puede promover la ganancia de peso en adultos.

– Ecuación de Cunningham. En la cual la variable que se emplea es el peso de la masa libre de grasa (previamente obtenida por alguno de los métodos de medición de la composición corporal preferentemente por cineantropometría).

Gasto metabólico basal (kcal/día) =
Masa libre de grasa (grs) x 21,6+370

La ecuación de Harris y Benedict es la más antigua y la más utilizada; los estudios sugieren que esta ecuación sobrestima la TMB entre el 10 y el 15%, especialmente en personas de bajo peso.

La de la FAO/WHO/UNU, validada por Muller (2004) también sobreestima el GER en algunas comunidades.

La ecuación de Schofield y la de la FAO/WHO/ UNU no tienen en cuenta la talla porque consideran que no contribuye a la estimación del GER en individuos sanos (menos del 0,1% del valor del GER preestablecido), están basadas únicamente en el peso. Sin embargo, el Instituto de Medicina de los Estados Unidos afirma que la inclusión de esta variable puede reducir levemente el error de predicción[18].

Actualmente, se considera que el clima es una variable condicionante, porque puede influir en la TMB; las personas que viven en clima cálido tienden a tener una TMB más baja que quienes viven en clima frío, aún después de ajustar por tamaño y composición corporal; por lo tanto, es posible que el cambio climático y las migraciones a otras zonas geográficas afecten, al menos parcialmente, la TMB.

Aplicación clínica y práctica

Parte de las técnicas de evaluación del gasto energético descritas anteriormente, quedan relegadas, por su complejidad y coste al ámbito de la investigación. Durante mucho tiempo la calorimetría indirecta, quedó también restringida a este campo, mientras que en la clínica se preferían ecuaciones de predicción basadas en mediciones simples como el peso y la talla.

Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de equipos precisos ligeros y asequibles que han ido hallando su ligar en el espacio clínico

La calorimetría indirecta tiene un innegable interés práctico en el estudio de numerosas situaciones clínicas como la obesidad, la malnutrición, traumatismos, sepsis, fracaso renal y hepático, cáncer, fracaso multiorgánico, infecciones graves como el VIH, el cálculo de requerimientos energéticos de pacientes críticos y, en el campo que me ocupa, de personas con un intenso desgaste físico y atletas de diferentes modalidades deportivas.

Resumen

Parte de las técnicas de evaluación del gasto energético descritas en esta revisión, quedan relegadas, por su complejidad y coste al ámbito de la investigación. Durante mucho tiempo la calorimetría indirecta, quedó también restringida a este campo. Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de equipos precisos ligeros y asequibles que permiten que en la actualidad sea un método muy útil en el espacio clínico de la determinación del GER, en amplios grupos de población, sana, con diferentes tipos de patología y también sometida a un intenso desgaste físico como los atletas de diferentes modalidades deportivas.

Referencias

1. Esteves de Oliveira FC, de Mello Cruz AC, GonçalvesOliveira C, Rodrigues Ferreira Cruz AC, Mayumi Nakajima V, Bressan J. Gasto energético de adultos brasileños saludables: una comparación de métodos. *Nutr Hosp* 2008; 23: 554-61.
2. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr, Montoye HJ, Sallis JF et al. Compendium of physical activities: energy costs of human movement. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 71-80.
3. World Health Organization (WHO). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization. 1998.
4. Levine JA. Measurement of energy expediture. *Public Health Nutr* 2005; 8: 1123-32.
5. Henry CJK. Basal metabolic rate studies in humans: measurement and development of new equations. *Public Health Nutr* 2005; 8: 1133-52.
6. Aleman-Mateo H, Salazar G, Hernández-Triana M, Valencia ME. Total energy expenditure, resting metabolic rate and physical activity level in free-living rural elderly men and women from Cuba, Chile and Mexico. *Eur J Clin Nutr* 2006; 60: 1258-65.
7. Mataix J, Martínez JA. Balance de energía corporal. En: Nutrición y alimentación humana. Mataix J Ed. Oceano/Ergon.Barcelona. 2006: 703-22.
8. Mahan LK, Escott-Stump S. Dietoterapia de Krause.Edit. Elsevier Masson. 12 a. ed. Barcelona 2009: 22-37.
9. *Eur J of Clin Nutr* 2006; 60: 538-44. Food and Nutrition Board. Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohidrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids (Macronutrients). Washington: National Academy Press; 2005. (Reporte en Internet) (Consultado en Octubre 2010). Disponible en: http://www.nap.edu/catalog/10490.htlm
10. Stob NR, Bell C,Baak MA, Seal DR. Thermic effect of food and -adrenergic thermogenic responsiveness in habitually exercising and sedentary healthy adult humans. *J Appl Physiol* 2007; 103: 616-22.
11 . Watanabe T, Nomura M, Nakayasu K, Kawano T, Ito S, Nakaya Y. Relations between thermic effect of food, insulin resistance and autonomic nervous activity. J Med Invest. 2006;53:153-58.
12 FAO/WHO/UNU Energy and proteins requeriments. WHO Tech. Rep. Ser 724. Gèneve: World Health organization. 1985
13 Wickel EE, Eisenmann JC. Within- and betwennindividual variability in estimated energy expenditure and habitual physical activity among young adults. Eur J of Clin Nutr. 2006; 60:538-44.
14 Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L. Best Practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. Am J Diet Assoc. 2006; 106:881-903.

15 Lawrence C, Ugrasbul F Prediction of daily energy expenditure during a feeding trial using measurements of resting energy expenditure, fat-free mass, or Harris-Benedict equations. Am J Clin Nutr. 2004; 80:876-80
16 Patiño JF Determinación del gasto energético en el paciente quirúrgico. En: Metabolismo Nutrición y Schock. Ed Panamericana. Bogotá. 2006:181-93
17 Ravussin E, Rising R Daily Energy expenditure in humans: Measurements in a respiratory chamber and by doubly labelled water. En: Kinney JM, Tucker HN eds Energy metabolism: Tissue determinants and cellular corollaries. NY Raven Press, 1992; 81-96
18 Weijs PJM, Kruizenga HM, Dijk AE, Meij BS, Langius JAE, Knol DL, Strack RJM et al. Validation of predictive equations for resting energy expediture in adult outpatients and inpatients. Clin Nutr. 2008; 27:150-57
19 Harris JA, Benedict FG. A Biometric Study of the Basal Metabolism in Man. Washington, DC: Carnegie Institution of Washington; 1919. Publication No. 279
20. Melzer K, Karsegard VL, Genton L, Kossovsky MP, Kayser B, Pichard C. Comparison of equations for estimating resting metabolic rate in healthy subjects over 70 years of age. Clin Nutr. 2007; 26:498-505.
21. Lorenzo DA, Tagliabue A, Andreoli A, Testolin G, Comelli M, Deurenberg P. Measured and predicted resting metabolic rate in Italian males and females, aged 18 ± 59 y. European Journal of Clinical Nutrition. 2001; 55: 208-214.
22. Ferro-Luzzi A. The conceptual framework for estimating food energy Requirement Public Health Nutrition. 2005; 8:940-52.
23. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements.1985. 220 p.
24. FAO/WHO/UNU. Human energy requirements. 2005. 96 p.

SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ASPECTOS COMPLEMENTARIOS EN LOS ESTUDIOS NUTRICIONALES

"Reunión de consenso sobre la metodología de las encuestas alimentarias, tipificación de la actividad física y estilos de vida saludables"

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):255-262
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5072

Metodología para la estimación del consumo de tabaco, alcohol y otras drogas

Susana Belmonte Cortés, Carmen Serrano Zarceño, Susana Granado de la Orden

Subdirección General de Promoción de la Salud y Prevención. Dirección General de Atención Primaria. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. España.

Resumen

El objetivo de este trabajo es revisar los métodos utilizados para la estimación del consumo de tabaco, alcohol y otras drogas. Analizar las ventajas de utilizar unos u otros métodos, así como las dificultades y problemas metodológicos más frecuentes en la medición y clasificación de cada uno de estos indicadores.

Se recogen las principales fuentes de información disponibles a nivel Europeo, Nacional y en la Comunidad de Madrid para estimar los aspectos más relevantes del consumo de este tipo de sustancias.

Palabras clave: *Consumo de alcohol. Consumo de tabaco. Uso de drogas. Cuestionarios.*

METHODOLOGY FOR THE ESTIMATION OF USE OF TOBACCO, ALCOHOL AND OTHER DRUGS

Abstract

The objective of this article is to revise the methods used for the assessment of the use of tobacco, alcohol and other drugs. Analysing the advantages of using one method or the other, as well as the most frequent methodological difficulties and problems in medication and classification of each one of these indicators.

The main sources of information available from European, National and Madrid Autonomous Community levels have been consulted to estimate the most relevant aspects of these forms of substance abuse.

Key words: *Alcohol drinking. Tobacco use. Substance abuse. Questionnaire.*

Introducción

Uno de los elementos primordiales para la planificación y adopción de medidas de Salud Pública es disponer de información precisa sobre el estado de salud de la población y sobre indicadores de gran influencia sobre esta.

Para obtener esta información es posible recurrir a distintas fuentes. Algunas de ellas, estadísticas basadas en registros que si bien tienen un carácter de exhaustividad, no cubren todos los aspectos de salud y no pueden relacionarse en muchos casos ni con variables sociodemográficas ni con otros determinantes del estado de salud. En otros casos es posible obtener la información mediante encuestas.

A nivel Europeo, se emplea actualmente una Encuesta de Salud para recabar esta información. Sin embargo, no existe uniformidad en la forma de realizar las encuestas y esto conlleva dificultades de comparabilidad entre los datos de los distintos países de nuestro entorno, y crea dificultades para proveer indicadores conjuntos para la planificación de las políticas comunes de la Unión Europea (UE)[1,2].

En España además de contar con diversos estudios relativamente aislados, se dispone de algunas encuestas de ámbito poblacional y de aplicación sistemática y mantenida a lo largo del tiempo que permiten aproximaciones al conocimiento de la situación. Sin embargo, cada una presenta características propias que condicionan la validez de los datos obtenidos, su disponibilidad y la interpretación de sus resultados.

En la Comunidad de Madrid, desde 1995 se dispone del Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo Asociados a Enfermedades no Transmisibles (SIVFRENT) como herramienta para conocer la distribución y la evolución de los factores de riesgo relacionados con el comportamiento y las prácticas preventivas. Su información sirve para elaborar las políticas de intervención en Salud Pública y evaluar su impacto en la población[3,4].

Existen similitudes y diferencias entre los tres tipos de sustancias: alcohol, tabaco y otras drogas. Como se verá más adelante, para los casos de las sustancias legales, alcohol y tabaco, se dispone de registros de producción legal mediante los cuales, pese a las limitaciones metodológicas que se comentarán en cada apartado, se puede obtener un indicador de consumo *per cápita*, que no puede obtenerse para el caso de las drogas ilegales al no disponer de este tipo de registros.

Indicadores de consumo de tabaco y alcohol

Las intervenciones sanitarias han de basarse en el conocimiento de la realidad. Para poder monitorizar conductas de fuerte influencia en la salud (como la

Correspondencia: Susana Belmonte Cortés.
Subdirección General de Promoción de la Salud y Prevención.
Dirección General de Atención Primaria.
Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
Madrid. España.
E-mail: susana.belmonte@salud.madrid.org

dieta, o el consumo de tabaco, alcohol y otras drogas) es preciso utilizar fuentes de información sistemáticas que proporcionen datos válidos[1].

El tabaquismo es uno de los principales problemas de salud pública de los países desarrollados, es la principal causa de muerte prematura evitable. El consumo de tabaco no solo perjudica a quienes lo consumen sino también a las personas expuestas al humo del tabaco. Por este motivo es interesante conocer tanto la frecuencia de consumo de tabaco, como la exposición al humo del mismo[5].

La estimación del consumo de tabaco en la población, se puede realizar utilizando indicadores *per cápita* o indicadores obtenidos mediante encuestas.

En cuanto al consumo de bebidas alcohólicas, este es actualmente uno de los principales factores relacionados con el estado de salud de los individuos y las poblaciones. Desde una perspectiva de salud pública, disponer de una aproximación cuantitativa del nivel de consumo, su distribución entre los diferentes estratos poblacionales y su tendencia, es una de las principales tareas para planificar las diferentes estrategias de intervención[6,7,8].

Los indicadores relacionados con el consumo de alcohol en la población pueden clasificarse en directos e indirectos. En el primer grupo estarían todos aquellos que miden directamente, por cualquier método, la cantidad y/o la frecuencia del consumo en la población de estudio. Dentro de este grupo de indicadores se encuentran el consumo de alcohol *per cápita* y el procedente de encuestas dirigidas a la población que generalmente emplean instrumentos de medida basados en la autodeclaración del consumo de alcohol[6,9].

Por otro lado, los indicadores indirectos serían todos aquellos dirigidos a estimar aspectos relacionados, en mayor o menor grado, con el consumo de alcohol, pero que en ningún caso se dirigen a observar la cantidad/frecuencia de alcohol consumido por la población objeto de estudio. Algunos ejemplos de este tipo de indicadores indirectos serían: la producción de bebidas alcohólicas, los indicadores del impacto de los problemas relacionados con el alcohol, como mortalidad atribuible al consumo, ingresos hospitalarios por alcoholismo, mortalidad por suicidio u homicidio, etc.[6]

Consumo *per cápita*

Tabaco

La estimación del consumo *per cápita* de tabaco, puede dar buena cuenta de cómo consume tabaco una sociedad cuando las estadísticas de impuestos y venta son exactas[10].

Los datos de las ventas de cajetillas pueden obtenerse del Comisionado para el Mercado de Tabacos[11] y los datos de población española (≥ de 15 ó 16 años, obtenidos del Instituto Nacional de Estadística), de esta forma se puede estimar el número de cigarrillos consumidos por persona y día[12].

Tabla I
Ventajas e inconvenientes de la estimación del consumo per cápita de tabaco y alcohol

Ventajas	*Inconvenientes*
• Menor coste • Indicador de consumo a nivel nacional • Muestra tendencias	• No miden: – Producción ilegal y casera – Consumo turismo – Contrabando • No identifica grupos de riesgo • Problemas relacionados con consumo excesivo • No identifica patrones de consumo

A nivel internacional se utiliza como denominador la población mayor de 15 años, porque se asume que los menores de esta edad, consumen poco del tabaco disponible.

Este indicador puede mostrar las tendencias en el tiempo, es decir, aumentos y disminuciones en las tasas globales de uso, sin embargo, no aporta ninguna información en relación a los hábitos de consumo de diferentes grupos de población. De esta forma, el indicador puede mantenerse estable si disminuye por ejemplo el número de varones consumidores proporcionalmente al aumento en el número de mujeres usuarias. O puede mostrar tendencia a la disminución a pesar de que el índice de fumadores adolescentes muestre un aumento importante[10] (tabla I).

Una limitación del consumo *per cápita* de tabaco es que no incluye las ventas ilegales, las ventas a población turista ni el contrabando de tabaco. Sin embargo es un método menos costoso que las encuestas, ya que se nutre de datos estadísticos disponibles de forma rutinaria.

Alcohol

Con respecto al alcohol, el consumo por persona y año *(per cápita)* es un indicador poblacional directo muy utilizado para comparar diferencias geográficas y/o temporales en morbimortalidad, realizar comparaciones internacionales, estudiar series temporales o efectuar estudios ecológicos, permitiendo aproximar su magnitud y evolución[6,7,9,13,14].

Existe suficiente evidencia epidemiológica para afirmar que este indicador está fuertemente relacionado con la distribución de bebidas alcohólicas en la población y, concretamente, con la proporción de bebedores excesivos que existen en ella y con la frecuencia de problemas relacionados con el alcohol. Por ello, el seguimiento de la tendencia temporal del consumo *per cápita* de alcohol global es una herramienta útil para conocer la proporción de bebedores de riesgo en la población[6, 9,13].

Su cálculo se basa en los datos sobre producción, importación, exportación y venta de bebidas alcohólicas disponibles mediante estadísticas gubernamentales (impuestos o tasas), datos de productores de bebidas alcohólicas, y estimaciones de la Organización de las

Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO)[7].

Se expresa en litros de etanol puro (global o desglosado por tipo de bebida), asignando un contenido alcohólico estándar para cada tipo. Generalmente se trabaja con 3 grupos de bebidas, para cada una de los cuales se realiza la estimación: la cerveza, el vino y las bebidas espirituosas, asumiendo graduaciones medias. Puede añadirse un cuarto grupo de vinos de alta gradación. Una vez obtenidos los volúmenes de alcohol puro consumidos, se calcula la cantidad media consumida en el año por individuo. Su estimación precisa requeriría considerar en el denominador la población en edad de consumo de alcohol, eliminando la fracción de no bebedores. Sin embargo para comparaciones internacionales se suele utilizar como denominador la población mayor o igual a 15 años, asumiendo así las limitaciones del dato[6,7].

El consumo *per cápita* de alcohol es un indicador con muchas ventajas, aunque también posee limitaciones (tabla I). En cuanto a las primeras, se encuentra su menor coste respecto a los métodos de encuesta, al estar basado en información rutinariamente recogida en muchos países con una metodología similar, por ello, su uso está generalizado como indicador del consumo de alcohol a nivel nacional[6].

Los inconvenientes de este indicador, se podrían clasificar en dos categorías: lo que no miden, lo que no pueden medir. Con respecto a la primera, las estimaciones de consumo de alcohol *per cápita* se derivan generalmente de los datos sobre la venta, la fabricación, el comercio y los impuestos de las bebidas alcohólicas. Como tal, no tiene en cuenta la producción ilegal y casera de alcohol, el consumo debido al turismo ni el alcohol pasado de contrabando.

En cuanto a la segunda categoría, este tipo de indicador asume que todo el alcohol disponible es consumido por la población diana en el período de tiempo objeto de estudio (generalmente un año). Por tanto no permite identificar grupos de riesgo poblacionales, problemas relacionados con consumos excesivos, ni identifica los patrones de consumo de la población[6,7,13].

A nivel internacional la Organización Mundial de la Salud (OMS) publica anualmente el consumo *per cápita* de múltiples países. En España, también disponemos de otras fuentes de información como el Panel de Consumo Alimentario, que desde 1987 publica datos sobre compras de bebidas alcohólicas en muestras representativas de hogares, establecimientos de restauración e instituciones (cantidad, precio y gasto). El Instituto Nacional de Estadística (INE) realiza anualmente la Encuesta de Presupuestos Familiares que incluye datos sobre bebidas alcohólicas consumidas en hogares (litros y coste) así como la Encuesta Industrial de Productos sobre la producción nacional de bebidas alcohólicas. Todas ellas recogen litros totales de bebida que deben convertirse a etanol puro para estimar el consumo *per cápita*[15,16,17].

Encuestas de salud poblacionales

Tabaco

Los cuestionarios son el método más utilizado para monitorizar la prevalencia de consumo de tabaco y el número de cigarrillos fumados en la población general.

Para estudiar las consecuencias del hábito tabáquico, puede resultar útil saber la forma de uso. Por ello, el cuestionario utilizado debe contener preguntas que recojan información sobre las formas de presentación del tabaco consumido (cigarrillos, puros, tabaco para pipas, tabaco de liar).

En la identificación del patrón de consumo de tabaco, los indicadores más comunes son la frecuencia y la cantidad consumida. La Organización Mundial de la Salud (1998)[10] propone las siguientes categorías para los patrones de consumo de tabaco: *no fumadores*, *exfumadores* y *fumadores actuales*, de acuerdo con las siguientes definiciones que se muestran en la figura 1.

Además, cuando se estudia poblaciones o grupos de población con baja incidencia, es recomendable distinguir a los fumadores diarios que se encuentran en etapa

No fumadores	*Personas que nunca han fumado*
Exfumadores:	
– Ocasionales	Personas que fumaron en el pasado más de 100 cigarrillos, pero que nunca lo hicieron diario.
– Diarios	Personas que fumaron en el pasado más de 100 cigarrillos en su vida y lo hicieron a diario.
Fumadores ocasionales:	
– Fumadores en reducción	Personas que llegaron a fumar diario pero que no lo hacen ya.
– Experimentadores	Fumadores que han fumado menos de 100 cigarrillos en su vida y que en la actualidad fuman ocasionalmente.
– Fumadores continuos	Personas que nunca han fumado diario, que han fumado al menos 100 cigarros en su vida y que en la actualidad fuman ocasionalmente.
Fumador diario	Personas que fuman todos los días

Fuente: Medina-Mora, 2003.

Fig. 1.—Patrones de consumo de tabaco.

Tabla II
Ventajas e inconvenientes de las encuestas poblacionales para estimación del consumo de alcohol

Ventajas	*Inconvenientes*
• Identifica quienes consumen alcohol • Permite comparación entre subpoblaciones • Detecta grupos de riesgo elevado • Útil en planificación y evaluación de políticas sanitarias • Describe hábitos, actitudes y conocimientos • Instrumento para vigilancia y monitorización	• Dificultades metodológicas: selección de la muestra, elección instrumento medida y de indicadores • Necesita importantes recursos para su realización

experimental, es decir que no han fumado todavía más de 100 cigarros.

También es importante conocer el número de cigarros que se fuma o se fumó en el pasado y el tiempo de exposición al tabaco. Además hay que considerar categoría adicional que es la de *fumador pasivo* que se define como aquel individuo expuesto al humo de tabaco en su medio ambiente, todo ello permite evaluar riesgos para problemas de salud[10].

Aunque los cuestionarios son muy utilizados y presentan una relativa validez no están exentos de problemas como pueden ser la declaración incorrecta (deliberada o no) por parte de la persona entrevistada y la consiguiente mala clasificación del consumo de cigarrillos. Además, la baja aceptación social de los hábitos no saludables, como es el consumo de tabaco, es un posible factor de infradeclaración en las encuestas de salud.

Algunos estudios muestran cierta variabilidad del consumo de cigarrillos fumados según las encuestas de salud y los datos de ventas de tabaco, mostrando una infradeclaración del número de cigarrillos fumados en las encuestas de salud por entrevista en comparación con los datos oficiales de ventas[12].

Alcohol

Está internacionalmente admitido que la mejor forma de aproximarse al conocimiento sobre el consumo de bebidas alcohólicas y sus factores determinantes en la población son las encuestas de base poblacional. Estas proporcionan información desagregada sobre el consumo de alcohol de una muestra, estimando indicadores como la edad de inicio, la frecuencia de consumo de alcohol, la proporción de bebedores y no bebedores, el consumo promedio o los patrones de ingesta de alcohol[7,9].

Las encuestas permiten detectar grupos de riesgo poblacionales y establecer asociaciones más sólidas entre patrones de bebida, factores sociodemográficos y efectos en salud. Realizadas periódicamente, también son útiles para planificar y evaluar la efectividad de políticas de salud implementadas[7].

El método por encuesta tiene ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas de las encuestas se encuentra el hecho de que indican quiénes son los que beben. Los datos de ingesta per cápita, no recogen el número de personas que se abstienen totalmente del alcohol, por lo tanto no pueden distinguir los cambios que resultan de los aumentos o disminuciones en la proporción de abstemios de los que reflejan volúmenes variables de consumo en los bebedores (tabla II).

Una segunda ventaja de los datos de encuesta es que permiten la comparación del consumo entre diversas subpoblaciones de interés. Además, la encuesta, al estar dirigida al individuo, recoge una información de carácter sociodemográfico, cuyo uso puede ser de gran utilidad para la detección de grupos de riesgo elevado o grupos de interés especial para la intervención, constituyendo un instrumento de gran utilidad para la planificación y evaluación de las políticas sanitarias[6,13].

Una tercera ventaja de los datos de las encuestas es que permite explorar múltiples aspectos relacionados con el alcohol, pueden describir tanto los hábitos de bebida (frecuencia y cantidad de consumo, lugar de consumo, tipo de bebida) como las actitudes y conocimientos sobre el alcohol y sus consecuencias o los problemas relacionados con el consumo excesivo. Una persona que toma una bebida por día tiene el mismo volumen de ingesta que quien toma siete de una sola vez por semana; sin embargo, las consecuencias de estos dos modelos de bebida pueden ser muy diferentes[6,13].

Además, las encuestas realizadas de forma periódica, pueden ser un instrumento de extraordinaria utilidad para la vigilancia y monitorización del consumo de alcohol en la población.

Entre los inconvenientes se encuentran las limitaciones relacionadas, fundamentalmente, con la metodología.

En primer lugar con respecto a la muestra existe la dificultad de seleccionar muestras poblacionales representativas de la población. Otro problema sería definir la edad mínima de la población diana sobre la que se va a estudiar el consumo de alcohol ya que el límite legal de venta de bebidas alcohólicas podría ser una referencia, sin embargo el consumo en los jóvenes es cada vez más frecuente[6].

Una segunda dificultad metodológica es la elección de un buen instrumento de medida suficientemente preciso para estimar la ingesta de alcohol. Es necesario igualmente el uso de indicadores para caracterizar el tipo de consumo, por ello es importante establecer definiciones consensuadas para clasificar de forma homogénea o comparable estas distintas formas[7,18].

Otra dificultad de las encuestas son los importantes recursos que requiere para su realización. A esto se añaden los problemas de estudio propios de un hábito socialmente muy arraigado pero con importantes con-

notaciones negativas que hacen aún más complejo obtener información válida sobre el consumo de alcohol, frecuentemente infraestimado[6,7,18].

En las encuestas para determinar el consumo de alcohol, existen dos grandes métodos para recoger información por autodeclaración del individuo: o se le pregunta sobre las características de su consumo habitual, o se le pide que declare el consumo diario durante un período de tiempo reciente.

Respecto al primer método, consistente en realizar 2 preguntas al encuestado: *¿con qué frecuencia usted consume bebidas alcohólicas?* y *¿qué cantidad usted consume usualmente?* Estos datos, convenientemente tratados, proporcionan una medida del volumen de alcohol habitualmente consumido[6,9].

Este tipo de instrumentos de medida, denominados índices cantidad frecuencia (C/F), informan sobre las dos dimensiones del consumo, la frecuencia y la cantidad, siendo necesario tener en cuenta ambas a la hora de estudiar el patrón de consumo. Los índices C/F constituyen una medida global del consumo del individuo. Su uso se limita a aquellas situaciones en las que se dispone de espacio muy limitado en una encuesta nacional sobre temas más generales[6,13].

Existe otra modalidad de preguntar que es la denominada frecuencia y cantidad graduada (FCG), en este caso se pregunta a los sujetos con qué frecuencia consume determinadas cantidades de bebidas alcohólicas en un día, comenzando generalmente con cantidades grandes y disminuyendo a cantidades menores para alentar la información completa. Este es un método eficaz en función de los costos, y puede conseguir la mayor parte de la información esencial con 8 preguntas.

Con el segundo método de autodeclaración del consumo de alcohol (el consumo diario durante un período de tiempo), los encuestados deben ir declarando diariamente su consumo durante un período de tiempo determinado y concreto, mostrando la cantidad de bebidas alcohólicas consumidas en cada uno de los últimos días[6,9,13].

Existe una opinión bastante generalizada en relación a que la medición del alcohol por encuesta produce cierta infraestimación del nivel de consumo, aunque otros estudios detectan el fenómeno contrario. Algunas de las razones que se han dado para explicar dicha infradeclaración han sido una cierta infrarrepresentación de los bebedores excesivos en las muestras estudiadas, al excluirse generalmente a las poblaciones marginales e institucionalizadas, o una sobrerrepresentación de la población que bebe en el hogar, donde los consumos parecen ser peor recordados que los realizados en otros lugares. Otras razones comúnmente aludidas han sido el conocido sesgo de memoria y cierta infradeclaración deliberada[6].

Con respecto a la unidad de medida del alcohol ingerido, normalmente se recoge el volumen ingerido por el individuo en copas puesto que esta unidad de medida resulta más comprensible entre los consumidores. Para ello, los investigadores deben definir una copa para los diferentes tipos de bebidas, basados en la cantidad de gramos de alcohol que contienen[9].

La diversa tipología y presentación de las bebidas que contienen alcohol, y la irregularidad de los patrones de consumo a lo largo del tiempo, exige el uso de cuestionarios muy extensos para estimar la ingesta semanal, más aún en la adolescencia. Lo cierto es que no se dispone de una metodología común que asegure que las medidas de ingesta de alcohol sean comparables y suficientemente válidas, un problema repetidamente señalado por diversos autores que han invocado la necesidad de estandarizar mejor la medida del consumo de alcohol[1].

Tipos de entrevistas

En cuanto a la forma de recolectar la información, las formas más comunes son las entrevistas telefónicas, las entrevistas personales y los cuestionarios autoadministrados.

La ventaja de utilizar cuestionarios autoadministrados es que se obtiene información de aspectos que las personas se puedan sentir avergonzadas de decir a un entrevistador. La desventaja es que se necesitan tener un alto nivel educacional. Una opción que resulta bastante interesante es una combinación entre ellas, donde las entrevistas tengan secciones autoadministradas para las partes de mayor conflicto[9].

En cuanto a la modalidad de entrevista, ésta puede realizarse frente a frente o por teléfono. La entrevista telefónica es una opción sólo en países donde prácticamente todos los hogares tienen teléfono. En esos casos, los costos de las entrevistas por teléfono son sustancialmente inferiores a los de las entrevistas personales[4,13].

A veces en una entrevista personal se incluye una parte autoadministrada, para que el entrevistador recoja información que quizá al entrevistado le incomode dar verbalmente. Esta opción requiere un nivel relativamente alto de alfabetismo en todos los sectores de la población incluidos en la muestra de la encuesta. Sin embargo, parece que los cuestionarios confidenciales aportan información más extensa sobre la conducta alcohólica que las entrevistas personales[13].

La utilización de encuestas telefónicas se ha incrementado notablemente en las últimas décadas debido, sobre todo, a la buena relación coste-eficacia y a la posibilidad de disponer rápidamente de la información recogida.

Diferentes estudios han comparado las entrevistas telefónicas con las realizadas «cara a cara» y, en general, los resultados muestran estimaciones muy similares, con una tendencia a la reducción de las diferencias entre ambos métodos en los trabajos más recientes.

En un estudio realizado en la Comunidad de Madrid, se muestra que la prevalencia de diversos factores de riesgo para la salud relacionados con el comportamiento y las prácticas preventivas es similar cuando los datos se obtienen por encuesta con entrevista telefónica domiciliaria y con entrevista «cara a cara» en el domicilio. Sin

embargo, la reducción de los costes económicos, además de la mayor flexibilidad y rapidez de ejecución, hace de esta metodología una técnica eficiente para su utilización en sistemas de vigilancia, en ámbitos geográficos con una elevada cobertura telefónica. Obteniéndose además, una buena reproducibilidad del cuestionario, con estimaciones consistentemente elevadas en la prevalencia por grupos cuando se aplica repetidamente a los mismos individuos, y también describe una buena concordancia individual. Estos resultados concuerdan con los observados en otros estudios, que utilizan también el método de encuestas continuas basadas en la metodología telefónica como fuente de información en los sistemas de vigilancia sobre estos factores[3,4].

Indicadores de consumo de otras drogas

Para conocer el consumo de drogas de comercio ilegal las encuestas son la mejor forma de estimarlo.

En el caso de algunas sustancias de uso más prevalente entre los adolescentes como el cannabis, se hace necesario disponer de indicadores que permitan diferenciar niveles de consumo que suponen un mayor riesgo o reflejen la existencia de un trastorno (como el consumo perjudicial, el abuso o la dependencia)[1].

En el caso de otras drogas, las bajas prevalencias que se observan por lo general en los estudios de población obligan a buscar indicadores más significativos, este es el caso del indicador: *número de veces que se han usado las drogas*, mediante esta pregunta pueden distinguirse los *usuarios experimentales*, (por ejemplo aquellos que solamente probaron la droga de 1 a 5 veces sin continuar usándola después de experimentar sus afectos), *regulares* (quienes han usado más de 5 veces) o *usuarios fuertes* (por ejemplo, los que han usado cada sustancia en más de 50 ocasiones)[10].

Algunas fuentes de información disponibles

De forma práctica, a continuación se comentan algunas fuentes de información disponibles para los tres tipos de sustancias (alcohol, tabaco y otras drogas) a nivel europeo, nacional y de la Comunidad de Madrid, así como los criterios metodológicos que se emplean.

A nivel europeo

Encuesta Europea de Salud en España (EESE)

Esta encuesta está promovida por la Dirección General de Salud y Protección al Consumidor (DGSANCO) de la Comisión Europea y coordinada por la Oficina Europea de Estadística (Eurostat) la primera edición se realizó en 2009 y tiene una periodicidad quinquenal. Se realizó en 18 países de la UE con un cuestionario común europeo sobre personas de 16 años. Su objetivo principal es obtener datos sobre el estado de salud, los estilos de vida y la utilización de los servicios sanitarios, de manera armonizada y comparable a nivel europeo. Esta información permite planificar y evaluar las actuaciones en materia sanitaria, tanto europeas como nacionales[2,7].

El cuestionario consta de cinco módulos. En uno de ellos, sobredeterminantes de la salud, se incluye una parte autoadministrada en la que la persona entrevistada manifiesta sus hábitos hacia el consumo de tabaco, alcohol y drogas.

A nivel nacional

En España, el Ministerio de Sanidad realiza periódicamente diversos estudios poblacionales. *La Encuesta Nacional de Salud* (ENS) que se realiza desde 1987 con una periodicidad irregular en población de 15 años y más. Y, desde la Delegación del Gobierno para el Plan Nacional sobre Drogas se realizan la *Encuesta Domiciliaria sobre Drogas y Alcohol en España* (EDADES) en población de 15 a 64 años y la *Encuesta Estatal sobre Uso de Drogas en Enseñanzas Secundarias* (ESTUDES) en población de 14 a 18 años. Ambas se publican bienalmente desde 1997 y 1994 respectivamente, permitiendo valorar la evolución del consumo de alcohol[19,20,21].

Encuesta Nacional de Salud (ENS)

La Encuesta Nacional de Salud es una investigación dirigida a la población general (de 15 años y mas) que permite obtener información sobre el estado de salud de la población española, y relacionar morbilidad, estilos vida y utilización de servicios sanitarios entre sí y con determinadas características sociodemográficas y geográficas[19].

La información se ha recogido mediante entrevista personal a los adultos (individuos de 16 y más años) y mediante entrevista a la madre, padre o tutor en el caso de los niños (individuos de 0 a15 años).

Las preguntas relacionadas con el hábito tabáquico y el consumo de alcohol están recogidas en el apartado hábitos y estilos de vida, pero exclusivamente en el cuestionario dirigido a la muestra de población adulta (población de 16 y más años), y no se contemplan en el cuestionario de la muestra infantil (población de 0 a 15 años). El método de recogida es entrevista personal asistida por ordenador.

Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES)

Esta encuesta va dirigida a la población general de 15 a 64 años. El cuestionario es administrado en el domicilio de la persona. Una primera parte se realiza mediante entrevista cara-a-cara, y una segunda parte correspondiente a las preguntas relacionadas con el consumo de drogas son autocumplimentadas por el propio entrevis-

tado con objeto de facilitar el anonimato de las respuestas. Las preguntas van encaminadas a conocer la disponibilidad de drogas percibida y el riesgo percibido ante diversas conductas de consumo, las vías de obtención, y de información utilizadas y preferidas, así como la opinión de la población acerca de la importancia de los problemas de drogas y las medidas para reducirlos[20].

Encuesta Estatal sobre Uso de Drogas en Estudiantes de Enseñanzas Secundarias (ESTUDES)

Esta encuesta está dirigida a los estudiantes de 14 a 18 años con el objetivo de conocer la situación y las tendencias de los consumos de drogas, los patrones de consumo, los factores asociados y las opiniones y actitudes ante las drogas de este grupo de población.

Se utiliza cuestionario autocumplimentado y se garantiza el anonimato de los encuestados[21].

A nivel de la Comunidad de Madrid

Se dispone de *El Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo Asociados a Enfermedades no Transmisibles* (SIVFRENT) que se puso en marcha en 1995 para población adulta (SIVFRENT-A) y en 1996 para jóvenes (SIVFRENT-J)[22,23].

Con este sistema se pretende conocer la distribución y la evolución de los factores de riesgo relacionados con el comportamiento y las prácticas preventivas. Su información sirve para elaborar las políticas de intervención en salud pública y evaluar su impacto en la población.

SIVFRENT A

Se basa en una encuesta telefónica realizada anualmente a una muestra de 2000 personas de 18 a 64 años residentes en la Comunidad de Madrid. El cuestionario se compone de un núcleo central de preguntas que se mantiene estable en el tiempo para poder realizar comparaciones, agrupadas en los siguientes apartados: actividad física, alimentación, antropometría, consumo de tabaco, consumo de alcohol, prácticas preventivas, seguridad vial y accidentabilidad (tabla III).

SIVFRENT J

Está dirigido a población juvenil entre 15 y 16 años, mide la prevalencia, distribución y características de los

Tabla III
Características metodológicas y apartados del cuestionario, en relación con alcohol, tabaco y otras drogas, del Sistem de Vigilancia de factores de riesgo de enfermedades no transmisibles (SIVFRENT)

	SIVFRENT-A	*SIVFRENT-J*
Inicio	1995	1996
Población diana	Población de 18-64 años residente en la Comunidad de Madrid	Población de 15-16 años residente en la Comunidad de Madrid
	Diseño muestral	
Marco muestral	Población de 18-64 años residente en la Comunidad de Madrid, con línea telefónica en sus hogares	Población escolarizada en el 4º curso de la ESO en la Comunidad de Madrid
Tamaño muestral	Unas 2.000 entrevistas anuales (Ej. Año 2013 1944)	Unas 2000 entrevistas anuales (Ej. Año 2013 2115: entrevistas distribuidas en 89 aulas de 45 centros escolares)
	Recogida de información	
Método	Cuestionario estructurado compuesto por un núcleo central y varios módulos variables, administrado mediante encuesta telefónica a través del sistema CATI (Computerized Assisted Telephone Interview)	Cuestionario estructurado compuesto por un núcleo central y módulos variables, autoadministrado en el aula.
	Apartados del cuestionario en relación al consumo de tabaco, alcohol y otras drogas	
Consumo de alcohol	Consumo total, consumo de riesgo, binge drinking	
Consumo de tabaco	Consumo actual y pasado; tabaquismo pasivo; intentos de abandono de tabaquismo	
Consumo de drogas de comercio ilegal		Tranquilizantes sin prescripción, hachís, cocaína, heroína, speed o anfetaminas, éxtasis u otras drogas de diseño, alucinógenos

principales factores de riesgo relacionados con el comportamiento. Se basa en la realización de encuestas seriadas con periodicidad anual a una muestra aproximada de 2.000 individuos escolarizados en el 4º curso de la Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) en la Comunidad de Madrid.

El cuestionario se compone de un núcleo central de preguntas que se mantiene estable en el tiempo para poder realizar comparaciones, y un apartado flexible que se va modificando periódicamente en función de las necesidades de salud pública. Se recogen aspectos sobre actividad física, alimentación, conductas relacionadas con los trastornos del comportamiento alimentario, sobrepeso y obesidad, consumo de tabaco, alcohol y drogas de comercio ilegal, relaciones sexuales, accidentabilidad y seguridad vial (tabla III).

Conclusiones

Para la estimación del consumo de alcohol, tabaco y otras drogas, se dispone de fuentes de información valiosas, con ventajas e inconvenientes en función del método utilizado. Es necesario disponer de datos válidos y comparables del estado de salud y sus determinantes como elemento clave de una política sanitaria basada en la evidencia [24].

El método de encuesta aporta información no solo en relación al consumo sino a otros aspectos importantes. No obstante, para poder comparar las diferentes encuestas es necesario homogeneizar los cuestionarios considerar algunos aspectos metodológicos como: la medición del volumen en el caso del alcohol, categorización de los consumos, grupos de edad, etc.

Referencias

1. Valoración de las encuestas a adolescentes sobre consumo de tabaco, alcohol y cannabis en España. Joan R Villalbí; Josep M Suelves; Esteve Saltó; Carmen Cabezas. *Adicciones* 2011; 23 (1): 11-6.
2. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Europea de Salud en España, 2009. [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/EncuestaEuropea/
3. Reproducibilidad de un cuestionario telefónico sobre factores de riesgo asociados al comportamiento y las prácticas preventivas. Iñaki Galán; Fernando Rodríguez-Artalejo y Belén Zorilla. *Gac Sanit* 2004; 18 (2): 118-28.
4. Galán I, Rodríguez-Artalejo F, Zorrilla B. Comparación entre encuestas telefónicas y encuestas «cara a cara» domiciliarias en la estimación de hábitos de salud y prácticas preventivas. *Gac Sanit* 2004; 18 (6): 440-50.
5. La prevalencia del consumo de tabaco en España. Cristina Infante; Jesús Miguel Rubio-Colavida. *Adicciones* 2004; 16 (suppl. 2).
6. Gutiérrez-Fisac JL. Indicadores de consumo de alcohol en España. *Med Clin (Barc)* 1995; 104: 544-50.
7. Aspectos metodológicos en la medición del consumo de alcohol: la importancia de los patrones de consumo. José L Valencia Martín, Mª José González, Iñaki Galán. *Rev Esp Salud Pública* 2014; 88: 433-46.
8. Galán I, González Mª J, Valencia-Martín JL. Patrones de consumo de alcohol en España: un país en transición. *Rev Esp Salud Pública* 2014; 88: 529-40.
9. Chang de la Rosa M, Cañizares Pérez M, Barroso Utra I. Consumo de bebidas alcohólicas: sugerencias para su medición en Cuba. *Rev Cubana Med Gen Integr* 2005; 21 (3-4).
10. Medina-Mora Mª E. Diagnóstico del problema: conceptos básicos. En: Metodología para la elaboración de estudios epidemiológicos a nivel nacional y local y estudios para grupos especiales relacionados con las adicciones. Consejo Nacional Contra las Adicciones. México 2003. ISBN: 970-721-135-0.
11. Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Información sobre el Mercado de Tabacos: ventas de labores de tabaco a expendedurías. (Consultado el 01/09/2014.) Disponible en: http://www.cmtabacos.es/wwwcmt/paginas/ES/mercadoEstadisticas.tmpl
12. Martínez-Sánchez JM, Fu M, Gallus S, Sureda X, La Vecchia C, Fernández E. Variabilidad en el consumo de cigarrillos según la fuente de información en España (1993-2009). *Gac Sanit* 2013; 27 (1): 61–3.
13. Guía Internacional para vigilar el consumo de alcohol y sus consecuencias Sanitarias. Organización Mundial de la Salud 2000.
14. Medina-Mora MªE, Villatoro J, Fleiz C, Cravioto P. Métodos de obtención de información: Encuestas en hogares. En: Metodología para la elaboración de estudios epidemiológicos a nivel nacional y local y estudios para grupos especiales relacionados con las adicciones. Consejo Nacional Contra las Adicciones. México 2003. ISBN: 970-721-135-0.
15. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Panel de consumo alimentario.[Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/servi-cios/
16. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta de Presupuestos Familiares. [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t25/p458&file=inebase
17. Instituto Nacional de Estadística. Encuesta Industrial de Productos. [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=%2Ft05%2Fp049&file=inebase&L=0
18. Encuesta Nacional de Salud. España 2011/12. Serie Informes monográficos no 1. Consumo de alcohol. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid 2013. [Publicación en la Intranet]. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad 2013.NIPO en línea: 680-14-081-9. Disponible en: https://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm
19. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Nacional de Salud de España, 2011/12. [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.msssi.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/
20. Plan Nacional sobre Drogas. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Domiciliaria sobre Alcohol y Drogas en España (EDADES). [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: http://www.pnsd.msc.es/Categoria2/observa/estudios/home.htm
21. Plan Nacional sobre Drogas. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Encuesta Estatal sobre Uso de Drogas en Enseñanzas Secundarias (ESTUDES). [Consultado 1 de Septiembre de 2014]. Disponible en: www.pnsd.msc.es/Categoria2/observa/estudios/home.htm
22. Hábitos de salud en la población adulta de la Comunidad de Madrid, 2012. Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid Nº 7. Volumen 19. Julio 2013.
23. Hábitos de salud en la población juvenil de la Comunidad de Madrid, 2013. Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid Nº 4. Volumen 20. Abril 2014.
24. Requena MªL, Suárez M, Pérez O y Grupo Técnico de Encuestas de Salud de la Subcomisión de Sistemas de Información del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de SaludEncuestas de salud en España: situación actual. *Rev Esp Salud Pública* 2013; 87: 549-73.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):263-269
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5073

Escalas de calidad de vida, dependencia y salud mental de interés en estudios nutricionales de carácter poblacional

Susana Granado de la Orden, Carmen Serrano Zarceño, Susana Belmonte Cortés

Subdirección General de Promoción de la Salud y Prevención. Dirección General de Atención Primaria. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. España.

Resumen

Calidad de vida, dependencia y salud mental **son constructos multidimensionales no observables directamente pero que pueden ser deducidos de manera indirecta a través de indicadores o perfiles generados a partir de cuestionarios. Estos cuestionarios se basan en la validez de la información de percepciones, sentimientos y actitudes que trasmite el encuestado. Por esta razón, esta información es difícil de contrastar y traducir a un sistema de medida.**

El empleo de cuestionarios o escalas de valoración rápida de la calidad de vida, dependencia y salud mental, conlleva un proceso dirigido a identificar precozmente a sujetos con problemas específicos para poder instaurar programas de intervención.

Este trabajo revisa las escalas o cuestionarios más empleados en la determinación de estas variables y su relación con el estado nutricional de la población.

Palabras clave: *Calidad de vida. Cuestionarios. Dependencia. Salud mental. Estado nutricional.*

QUALITY OF LIFE, DEPENDENCY AND MENTAL HEALTH SCALES OF INTEREST TO NUTRITIONAL STUDIES IN THE POPULATION

Abstract

Quality of life, dependency and mental health **are multidimensional constructs that cannot be observed directly yet can be deduced in an indirect manner through indicators or profiles generated from questionnaires. These questionnaires are based on the validity of information transmitted by the respondents about perceptions, feelings and attitudes. For this reason, the information is difficult to contrast with and translate to a measuring system.**

The use of questionnaires or rapid quality of life and mental health evaluation scales involve a process directed towards an early identification of specific problems so as to establish medical treatment.

This work will review the most commonly used scales or questionnaires in determining these variables and their relationship with the nutritional status of the population.

Key words: *Quality of life. Questionnaires. Personal autonomy. Mental health. Nutritional status.*

Introducción

Los avances tecnológicos junto al aumento de la longevidad han producido un cambio en el escenario de la atención sanitaria de manera que enfermedades rápidamente mortales se han convertido en enfermedades crónicas. También han aumentado las situaciones en las que la intervención sanitaria está dirigida a paliar los síntomas y a prevenir complicaciones para recuperar y/o mantener la calidad de vida.

Calidad de vida, dependencia y salud mental son constructos multidimensionales no observables directamente, pero que pueden ser deducidos de manera indirecta a través de indicadores o perfiles generados a partir de cuestionarios. Estos cuestionarios se basan en la validez de la información de percepciones, sentimientos y actitudes que trasmite el encuestado, pero esta información es difícil de contrastar y traducir a un sistema de medida.

Al hablar de cuestionarios hablamos con frecuencia de escalas de evaluación, que son los instrumentos que permiten un escalamiento acumulativo de sus ítems dando puntuaciones globales al final de la evaluación. Su carácter acumulativo las diferencia de los cuestionarios de recogida de datos.

Los cuestionarios requieren una serie de propiedades psicométricas que garanticen su fiabilidad y validez y deben permitir valorar la adecuación de la escala al fenómeno objeto de la medición y la calidad de la medida, especialmente cuando el propósito es extrapolar los resultados obtenidos a la población. Por ello, los cuestionarios deben cumplir una serie de características que son[1-2]:

1. Validez de contenido: tanto el cuestionario como los ítems deben ser adecuados para medir lo que se quiere medir. Para ello el cuestionario debe ser sometido a valoración por parte de investigadores y expertos.

Correspondencia: Carmen Serrano Zarceño.
Subdirección General de Promoción de la Salud y Prevención.
Dirección General de Atención Primaria.
Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid.
Madrid. España.
E-mail: cserranoz@salud.madrid.org

2. Componentes y dimensiones deben estar claramente definidos, para que cada uno contribuya al total de la escala de forma independiente.
3. Fiabilidad y precisión: los cuestionarios deben ser capaces de ofrecer en su empleo repetido resultados veraces y constantes en condiciones similares de utilización.
4. Sensible al cambio: capaz de detectar diferencias en la magnitud del constructo que son cambios en los diferentes individuos y en las respuestas de un mismo individuo a través del tiempo.
5. Ha de ser aceptado por los agentes implicados: entrevistador, entrevistado, investigador, etc., en aspectos tales, como el tiempo que se tarda en administrar el cuestionario, capacidad de lectura y comprensión necesarias para poder contestarlos.

Calidad de vida relacionada con la salud (CVRS)

Las definiciones encontradas en la bibliografía acerca de CVRS derivan de las definiciones de salud y calidad de vida dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que ya en 1948 definió la salud como "un estado de completo bienestar físico, emocional y social y no sólo como la ausencia de enfermedad"[3]. Posteriormente, en 1994 describió la calidad de vida como la "percepción del individuo de su posición en la vida en el contexto de la cultura y sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones"[4]. Por tanto, la evaluación de *Calidad de Vida Relacionada con la Salud* se refiere a la forma en que la enfermedad como productora de dolor, disfunción física y malestar, provoca limitaciones o alteraciones en las conductas cotidianas, actividades sociales, bienestar psicológico y en otros aspectos de la vida diaria de los individuos (fig. 1)[5-6].

Fuente: Fernández-Ballesteros, R; Zamarrón, M.D. y Maciá, A. Calidad de vida en la vejez en distintos contextos. Madrid-España: Instituto Nacional de Servicios Sociales. 1996.

Fig. 1.—Factores que conforman la calidad de vida.

La evaluación de la calidad de vida resulta de gran interés, pero es un concepto difícil de cuantificar objetivamente. Se trata de una medida de resultado centrada en el paciente y representa el impacto que una enfermedad y el tratamiento consiguiente tienen sobre la percepción del paciente de su satisfacción y bienestar físico, psíquico, social y espiritual[7]. La importancia de la CVRS se ha ido incrementando en los últimos años, llegando a ser un objetivo central de la asistencia sanitaria y una medida de resultados en salud "centrada en el paciente".

Para evaluar la CVRS, se debe utilizar un instrumento que evalúe los efectos del estado de salud sobre la vida normal del individuo. Existe la dificultad de intentar cuantificar los efectos sobre la calidad de vida de un grupo poblacional definido con patologías concretas.

Los instrumentos que miden la CVRS son cada vez más utilizados para evaluar procedimientos clínicos, intervenciones terapéuticas y calidad de los cuidados suministrados. Existen diferentes criterios a la hora de clasificar los instrumentos de medida de la CVRS, aunque la más aceptada es la propuesta por Guyatt y cols.[8], que distingue entre instrumentos genéricos e instrumentos específicos para una enfermedad.

Los instrumentos genéricos pueden ser utilizados en distintos tipos de pacientes o poblaciones con la ventaja de que permite comparar el impacto de diferentes enfermedades sobre la CVRS y determinar los efectos del tratamiento en diferentes aspectos de la CVRS. Son aplicables a una gran variedad de afecciones ya que cubren un amplio espectro de dimensiones de la CVRS. Dentro de los perfiles de salud se incluyen dimensiones genéricas como el estado físico, mental y social.

Como desventaja, al no incluir aspectos específicos para la evaluación de una determinada afección pueden ser poco sensibles a los cambios. Los más utilizados son el SF-36, el EuroQol-5D. Normalmente la escala de medida va desde 0 (peor estado de salud imaginable) a 100 (mejor estado de salud imaginable).

Los instrumentos específicos, se centran en aspectos propios de una enfermedad o síndrome concreto y tienen la ventaja de ser más sensibles a aspectos de la calidad de vida determinados por efectos de una enfermedad concreta.

En líneas generales, los cuestionarios específicos de medición de la CVRS son más adecuados que los genéricos para medir cambios en la evolución de los pacientes, en especial los ocasionados por los tratamientos, dado que generalmente los instrumentos específicos incluyen preguntas sobre los signos y síntomas que el paciente, con una determinada enfermedad, sufre en distintos grados. La mayoría de los expertos en evaluación de CVRS recomiendan la utilización de instrumentos específicos para cada enfermedad junto con la administración de algún instrumento genérico. Su mayor desventaja es que no permiten comparaciones entre diferentes afecciones[9].

Las alteraciones del estado nutricional tienen efectos que condicionan de manera importante la calidad de vida del individuo, impidiendo o cuando menos dificul-

tando su desarrollo físico, fisiológico, psicológico y social. Sin embargo, no es fácil encontrar en las publicaciones científicas ninguna aproximación a la medida del impacto que pueden tener estas alteraciones nutricionales sobre la calidad de vida, a no ser las realizadas a partir de cuestionarios genéricos.

La revisión de los instrumentos utilizados con el objetivo de medir el impacto del estado nutricional en la calidad de vida, puso de manifiesto, la dificultad que implica el desarrollo de un instrumento que mida la calidad de vida de los pacientes desnutridos y que además proporcione información de cómo se veía afectada dicha calidad de vida debido a su estado nutricional. Existe la necesidad de disponer de un instrumento que, junto con otros parámetros clásicos, informe del momento más adecuado para iniciar una intervención nutricional o cuando retirarla y además que nos informe si dicha intervención está siendo realmente positiva.

En la bibliografía científica podemos encontrar como una determinada intervención médica aumenta la calidad de vida del paciente, pero en pocas ocasiones, encontramos como esta intervención viene refrendada por una medición de esa calidad de vida[10].

La carencia de instrumentos específicos para conocer el efecto sobre la CVRS, junto a la necesidad de conocer el impacto de un problema concreto, como es el estado nutricional, obligan a la utilización de varios instrumentos concomitantemente, lo que conduce a una falta de operatividad y a una visión probablemente contaminada por otras variables modificadoras de efecto, presentes en el contexto patológico del paciente, que los cuestionarios genéricos recogen de forma predominante[11].

Lo ideal sería disponer de un instrumento que, junto con otros parámetros clásicos, informe del momento más adecuado para iniciar una intervención nutricional o cuando retirarla y además que nos informe si dicha intervención ha resultado válida. En una revisión realizada sobre *Evaluación de la calidad de vida relacionada con el estado nutricional*[12], todos los estudios incluidos en esta revisión y otras publicaciones, ponen de relieve la necesidad de estudiar esta relación con más detalle.

En este sentido, se creó *CaVEN*, cuestionario de calidad de vida relacionada con el estado nutricional, se trata de un cuestionario construido y validado y que mide la calidad de vida percibida en relación con el estado nutricional[13].

En la elaboración de este instrumento específico para medir la calidad de vida en relación al estado nutricional, fueron entrevistados 14 expertos en nutrición y se realizaron 6 grupos focales hasta conseguir saturar el discurso. En la evaluación de las diferentes versiones del cuestionario participaron 17 jueces, expertos en nutrición clínica, validación de cuestionarios y otras áreas de conocimiento. Después de eliminar y/o reformular los ítems ambiguos, incomprensibles, redundantes o inconsistentes desde el punto de vista teórico, resultó un cuestionario de 26 ítems referidos a 6 dimensiones de salud: Percepción de Salud General (8 ítems), Actividad Física (4 ítems), Actividad Laboral (2 ítems), Estado de Ánimo (6 ítems), Relaciones Sociales y Familiares (3 ítems), Dolor y/o Malestar (3 ítems).

CaVEN se diseñó como cuestionario auto administrado y se redactó para que los sujetos pudieran expresar directamente sus sensaciones y percepciones sobre su calidad de vida, referidas al último mes, de acuerdo a una escala tipo Likert de 1-6.

CaVEN mostró reunir las características psicométricas adecuadas para cumplir el cometido propuesto, medir la calidad de vida percibida por los pacientes con diferentes estados de desnutrición. Se puede usar para identificar no solo el nivel de afectación que provocan los diferentes grados de desnutrición sobre la calidad de vida, sino también para evaluar el impacto sobre la calidad de vida de las diferentes intervenciones dirigidas a modificar el estado de nutrición[14].

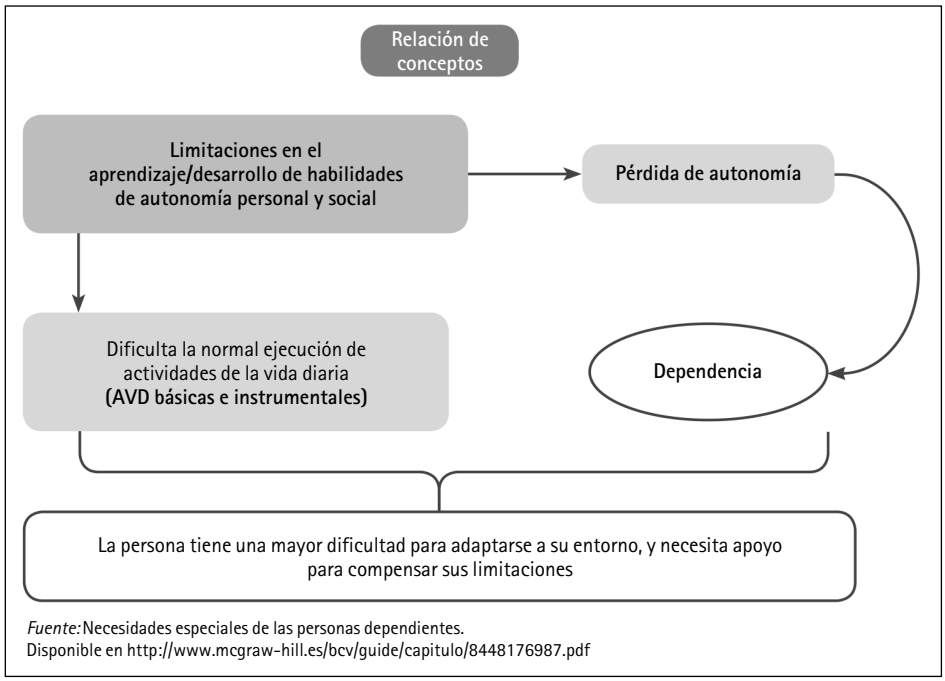
El cuestionario *CaVEN* manifestó su capacidad de medir la afectación de la calidad de vida de los sujetos. El *CaVEN* comparado con los otros cuestionarios utilizados como referentes o *Gold Standard* se ha comportado como un instrumento válido y fiable para medir la Calidad de Vida relacionada con el Estado Nutricional.

Dependencia

Para establecer qué es la dependencia y como se trata de un concepto estrechamente relacionado con la autonomía, es necesario que previamente sean definidos ambos conceptos según las definiciones recogidas en la Ley 39/2006, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las Personas en situación de dependencia[15], en la que se indica que:

1. ***Dependencia:*** *el estado de carácter permanente en que se encuentran las personas que, por razones derivadas de la edad, la enfermedad o la discapacidad, y ligadas a la falta o a la pérdida de autonomía física, mental, intelectual o sensorial, precisan de la atención de otra u otras personas o ayudas importantes para realizar actividades básicas de la vida diaria o, en el caso de las personas con discapacidad intelectual o enfermedad mental, de otros apoyos para su autonomía personal.*
2. ***Autonomía:*** *la capacidad de controlar, afrontar y tomar, por propia iniciativa, decisiones personales acerca de cómo vivir de acuerdo con las normas y preferencias propias así como de desarrollar las actividades básicas de la vida diaria.*
3. ***Actividades Básicas de la Vida Diaria*** *(ABVD): las tareas más elementales de la persona, que le permiten desenvolverse con un mínimo de autonomía e independencia tales como: el cuidado personal, las actividades domésticas básicas, la movilidad esencial, reconocer personas y objetos, orientarse, entender y ejecutar órdenes o tareas sencillas.*

De estas definiciones podemos deducir dos fenómenos claros, por un lado como autonomía y dependencia



Fuente: Necesidades especiales de las personas dependientes. Disponible en http://www.mcgraw-hill.es/bcv/guide/capitulo/8448176987.pdf

Fig. 2.—Esquema que relaciona los conceptos autonomía y dependencia.

son dos conceptos estrechamente relacionados; la pérdida de autonomía implica dependencia ya que como consecuencia de las limitaciones en el desarrollo de habilidades de autonomía personal y social la persona tiene mayor dificultad para adaptase a su entorno y por tanto necesita apoyo para compensar sus limitaciones (fig. 2). Y por otro lado como la edad es una variable fundamental existiendo una indudable relación entre ancianidad y dependencia. Las discapacidades y minusvalías en los ancianos originan una pérdida de la autonomía para realizar actividades de la vida diaria, como la compra o preparación de los alimentos, o para alimentarse por sí mismo, con la consiguiente insatisfacción de las necesidades nutricionales diarias y estado de desnutrición[16]. Está fuera de dudas que existe una importante relación entre la conservación de las habilidades, el grado de dependencia y la nutrición. La falta de autonomía en el desarrollo de las ABVD puede afectar de forma significativa al estado nutricional de los pacientes.

El fenómeno de la dependencia, que a su vez está ligado a otro concepto, que es el de la discapacidad, es un tema de alcance mundial, siendo específicamente relevante en los países desarrollados, dado que también son los más envejecidos[17].

Según la "Encuesta de Discapacidad, Autonomía personal y situaciones de Dependencia", de 2008[18], la tasa de discapacidad en España era de 89,7 discapacitados por cada 1000 habitantes. Este dato nos da una idea del enorme impacto económico de la dependencia, lo que supone un importante problema de Salud Pública que tiene que valorarse desde dos puntos de vista: el sanitario, dado que la discapacidad es consecuencia de una enfermedad o alteración de la salud y requiere asistencia médica y rehabilitación prestada por profesionales sanitarios, y el enfoque social que se centra en la integración de estas personas en la sociedad[19].

La valoración de la discapacidad o dependencia debe centrarse en el estudio de aquellas actividades en las que una persona necesita de otra para su realización, aunque sin perder de vista las deficiencias corporales y el contexto[20]. Por tanto, a medida que queramos obtener mayor sensibilidad y/o especificidad en la valoración de la dependencia, tendremos que ir diferenciando y midiendo los tres componentes; deficiencia, actividades, y ayuda, sin prescindir de ninguno de ellos.

La medición de la dependencia se realiza mediante las escalas de dependencia. Existen multitud de escalas que permiten graduar el grado de dependencia de manera que la OMS, consciente de las dificultades para la valoración y graduación de la dependencia, lleva muchos años desarrollando un instrumento válido, fiable y de interés internacional, que facilite la valoración. Así en la Asamblea Mundial de la Salud del 22 de mayo de 2001 se aprobó la "Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud" (CIF)[21], presenta una escala genérica para graduar la dependencia en 5 isogrupos acorde a su gravedad.

La tabla I representa las escalas de mayor interés para graduar la dependencia en la realización de las actividades de la vida diaria así como otras escalas que permiten obtener información detallada de diversos aspectos relacionados íntimamente con la dependencia. El uso de estas escalas podrá ser de utilidad para explorar otros componentes de la dependencia como el "Contexto con el que interactúa".

No se ha encontrado una escala que relacione específicamente la dependencia y el estado nutricional de una persona por lo que sería necesario diseñar y validar un

Tabla I
Escalas de valoración de la dependencia

Escalas de dependencia	*Objetivo*	*Uso*	*Valoración nutricional*
Índice de Barthel*	Valora capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria	Rehabilitación, geriatría e ingresos residenciales	No
Índice de Katz†	Valora capacidad para realizar actividades básicas de la vida diaria	Rehabilitación, geriatría	No
Índice de Lawton‡	Valora capacidad para realizar actividades instrumentales de la vida diaria	Rehabilitación, geriatría e ingresos residenciales	No
Mini Nutricional Assessment (MNA)§	Evaluación del estado nutricional	Geriatría	Sí
Escala de Norton‖	Valoración riesgo úlceras por decúbito	Población general hospitalizada	No

*Mahoney FI, Barthel D. Functional evaluation: The Barthel Index. *Maryland State Medical Journal* 1965; 14: 56-61.
†Katz S, Ford AB, Moskowitz RW, Jackson BA, Jaffe MW. Studies of illness in the aged. The index of ADL: a standardized measure of biological and psychosocial function. *JAMA* 1963; 185: 914-9.
‡Lawton MP, Brody EM. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. *Gerontologist* 1969; 9: 179-86.
§Guigoz Y. The Mini Nutritional Assessment (MNA(R)) Review of the Literature - What Does It Tell Us? *J Nutr Health Aging* 2006; 10: 466-87.
‖Norton D, McLaren R, Exton-Smith AN. An Investigation of Geriatric Nursing Problems in Hospital. London: Churchill Livingstone; 1962: 193-224.
Norton D. Calculating the risk: reflections on the Norton Scale. *Decubitus* 1989; 2: 24-31 (erratum 1989; 2: 10).

instrumento que valore el estado nutricional en relación con la dependencia.

Salud mental

La dimensión positiva de la salud mental hace referencia al concepto de bienestar y a las habilidades para adaptarse a la adversidad, abarca la auto-estima, el autocontrol, el optimismo y el sentido de la coherencia. La salud mental es la base para el bienestar y el funcionamiento efectivo de un individuo y una comunidad siendo mucho más que la ausencia de enfermedad, ya que tiene un valor en sí misma[22]. El grado de salud mental se relaciona con la capacidad para enfrentarse y superar las adversidades de la vida sin perder el equilibrio emocional.

En España, según la "Encuesta de Discapacidad, Autonomía Personal y Situaciones de Dependencia (EDAD, 2008)"[18], la discapacidad atribuida a las demencias, trastornos mentales y deficiencia intelectual afecta a 719.000 personas mayores de 6 años, el 19% del total de personas con discapacidad.

En el proceso de envejecimiento se observa un deterioro de las funciones cognitivas que puede manifestarse desde su forma más leve (como un simple déficit de memoria no progresiva) hasta la forma más severa de demencia con afectación progresiva e irreversible de las actividades ocupacionales y sociales que pueden afectar a la capacidad de alimentación del individuo. Por tanto, el deterioro cognitivo tiene una relación directa con la alimentación y puede derivar en un estado de malnutrición, hecho que se agrava especialmente en el proceso de envejecimiento[23].

El aumento constatado de la prevalencia del deterioro cognitivo en la población mayor y su repercusión en el nivel de independencia y calidad de vida de los mayores institucionalizados justifica la necesidad de identificar precozmente tal alteración para iniciar, lo antes posible, programas de intervención dirigidos a retrasar la dependencia, potenciar las capacidades residuales y mejorar la calidad de vida de estos ancianos.

Durante la evaluación clínica del deterioro cognitivo se recomienda el uso de test neuropsicológicos e instrumentos de cribado. En la actualidad, se asume que al menos una parte de las personas que tendrán en el futuro una demencia son detectables mediante test neuropsicológicos.

Para valorar la función cognitiva existen diferentes instrumentos en forma de test[24] (tabla II). Ninguno de ellos diagnostica por sí solo una demencia y no pueden considerarse independientemente de la evaluación clínica

Sería conveniente disponer de un instrumento para la valoración del estado nutricional de pacientes de salud mental con el objetivo de conocer como se ve modificado el estado nutricional en función de su estado cognitivo.

Conclusiones

En el hecho alimentario es necesario distinguir dos vertientes distintas: la nutrición, relacionada directamente con los aportes necesarios para mantener o mejorar el estado de salud, y la alimentación, como elemento cultural, socializador, generador de bienestar, respetuoso con las tradiciones y las costumbres. Ambos aspectos conflu-

Tabla II
Escalas de evaluación mental

Escalas de valoración de valoración cognitiva	*Objetivo*	*Uso*	*Ítems explorados*
Mini examen cognoscitivo (MEC)*	Cribado para enfermedades neurodegenerativas que presentan un deterioro cognitivo	Adultos y ancianos	Orientación, fijación, concentración y cálculo, memoria, y lenguaje y construcción
Cuestionario de Pfeiffer (SPMSQ)†	Valora el grado de deterioro cognitivo	Pacientes institucionalizados o no. Muy útil en poblaciones con alta prevalencia de analfabetos.	Memoria a corto y largo plazo, orientación, información sobre hechos cotidianos y capacidad de cálculo
Escala de Depresión Geriátrica GDS de Yesavage‡	Evalúa la depresión en personas de edad avanzada	Ancianos	15 ítems aportan información acerca del estado afectivo

*Folstein MF, Folstein SE, Mchugh PR. Mini Mental State. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinical. *J Psychiatr Res* 1975; 12: 189-98.
Lobo A, Ezquerra J. El Mini-Mental cognoscitivo: un test sencillo y práctico para detectar alteraciones intelectivas en pacientes médicos. Actas Luso-Esp. *Neurol Psyquiatr* 1979; 3: 149-53.
†Pfeiffer E. A short portable mental status questionaire for the assesment of organic brain deficit in elderly patients. *J Am Geriatr Soc* 1975; 23: 433-41.
García-Montalvo JL, Rodríguez L, Ruipérez I. Valoración del cuestionario de Pfeiffer y la escala de incapacidad mental de la Cruz Roja en la detección del deterioro mental en los pacientes externos de un servicio de geriatría. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1992; 27: 129-33.
‡Pérez E, González MA, Moraleda P, Szuker S, González JA. La geriatric depression scale (GDS) como instrumento para la evaluación de la depresión: bases de la misma. Modificaciones introducidas y adaptación a la realidad psicogeriátrica española. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 1990; 25 (3): 173-80.
Yesavage JA, Brink TL, Rose TL, Lum O, Huang V, Aday M et al. Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *J Psychiatr Res* 1982: 17: 37-49.

yen e inciden de manera directa en la calidad de vida de las personas, especialmente si son mayores.

La calidad de vida depende tanto del bienestar físico como psicológico, y ambos factores pueden estar influenciados por el estado nutricional. Existe un creciente conocimiento de que el pobre estado nutricional provoca un impacto negativo sobre la calidad de vida. No se puede olvidar que el estado nutricional es uno de los factores de riesgo de discapacidad más importante y potencialmente modificable.

A pesar de que, por un lado, existen dificultades a la hora de poder medir la calidad de vida y, por otro, se emplean una variedad de métodos para valorar el estado nutricional se ha observado la estrecha asociación entre desnutrición y empeoramiento de la calidad de vida y como tanto el estado funcional como el estado cognitivo están íntimamente relacionados con dicha calidad de vida. Con todo ello, se puede concluir que:

Escala genérica de gravedad de la dependencia	
Grupo 1	No hay dependencia
Grupo 2	Dependencia ligera
Grupo 3	Dependencia moderada
Grupo 4	Dependencia severa
Grupo 5	Dependencia total
Fuente: OMS, 2001	

Fig. 3.—Escala genérica de gravedad de la dependencia.

1) La salud mental, la calidad de vida y la dependencia son elementos en alza en la valoración del estado de salud.
2) Un estado nutricional saludable contribuye, sin ninguna duda, a mejorar el estado funcional y mental del individuo y por ende contribuye a mejorar la calidad de vida del mismo, algo sumamente importante en estos tiempos en que se han aumentado claramente los años de supervivencia.
3) La Salud Pública trata de buscar una medida compuesta que abarque distintas dimensiones objetivas y subjetivas.
4) Las Encuestas de Salud General están tratando de recoger esta información de manera integral.
5) Los instrumentos de medida utilizados son dispares y existe una carencia de instrumentos específicos lo que obliga a la utilización de varios instrumentos concomitantes.
6) Es necesario continuar trabajando en el desarrollo de cuestionarios específicos para evaluar la calidad de vida, la dependencia y la salud mental en relación al estado nutricional del individuo.

Referencias

1. Grau G. Metodología para la validación de cuestionarios. *Medifam* 1995; 5 (6): 351-9.
2. Martín Arribas MC. Diseño y validación de cuestionarios. *Matronas Profesión* 2004; 5 (17): 23-9.
3. World Health Organization. Constitution. En: WHO. Basic Document Geneve WHO 1948.
4. World Health Organization. Quality of life Assessment. An annotated bibliography. Geneva: WHO (MNH/PSF/94.1), 1994.

5. Bergner M. Quality of life, health status and clinical research. *Med Care* 1989; 27 (3 suppl.): 1485-96.
6. Hörnquist JO. Quality of life: concept and assessment. *Scand J Soc Med* 1989; 18 (1): 68-79.
7. Patrick D, Erickson P. Health Policy, Quality of Life: Health Care Evaluation and Resource Allocation. Oxford University Press; New York, 1993.
8. Guyatt GH, Veldhuyzen Van Zanten SJ, Feeny DH, Patrick DL. Measuring quality of life in clinical trials: a taxonomy and review. *CMAJ* 1989; 140: 1441-8.
9. Badía LX, Lizan TL. Estudios de calidad de vida. En: Martín Zurro A, Cano PJF, Atención Primaria. Conceptos, organización y práctica clínica. 5ªed. España: Elsevier; pp. 250-261.
10. Planas M, Alvarez J, García-Peris PA, de la Cuerda C, de Lucas P, Castellà M et al. Nutritional support and quality of life in stable chronic obstructive pulmonary disease (COPD) patients. *Clin Nutr* 2005; 24 (3): 433-41.
11. Cuerda C, Cambor M, Bretón I, García-Peris P. Seguimiento a largo plazo de la nutrición parenteral domiciliaria en un hospital general: complicaciones y calidad de vida. *Nutr Hosp* 2002; 42 (1): 15-21.
12. Wanden-Berghe C, Sanz-Valero J, Escribà-Agüir V, Castelló-Botia I, Guardiola-Wanden-Berghe R. Evaluación de la calidad de vida relacionada con el estado nutricional. *British Journal of Nutrition* 2009; 101 (7): 950-60.
13. Wanden-Berghe C, Martín Rodero H, Guardiola-Wanden-Berghe R, Sanz-Valero J, Galindo-Villardón P. Cuestionario de calidad de vida relacionado con el estado nutricional (CaVEN). *Nutr Hosp* 2012; 27 (6): 1876-85.
14. Wanden-Berghe C, Muñoz J, Cantó C, Domenech MD, Reyes MD, Pérez Moya C et al. Gastrostomía Endoscópica Percutánea (PEG). Diez años de experiencia. *Nutr Hosp* 2010; 25 (6): 949-53.
15. Ley 39/2006, de 14 de diciembre, de Promoción de la Autonomía Personal y Atención a las Personas en situación de dependencia, BOE número 299 de 15 de diciembre 2006.
16. Dapcich V, Medina R. Factores condicionantes del estado nutricional en el anciano. En: Muñoz M, Aranceta J, Guijarro JL, eds. Libro blanco de la Alimentación de los mayores. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2004b, pp. 23-29.
17. Albarrán Lozano I, Alonso González P. La población dependiente en España: Estimación del número y coste global asociado a su cuidado. Estudios de economía 2009; 36 (2): 127-63.
18. INE (2007). Proyecciones de población: resultados nacionales (período 2002- 2060) y resultados por comunidades autónomas y provincias (período 2002-2017), en http://www.ine.es/inebase/cgi/um?M=%2Ft20%2Fp25 1&t0=inebase&tN=&tL (10/9/07).
19. Jiménez, A. y Huete, A. (2002). Epidemiología de la Discapacidad. Madrid. Real Patronato sobre discapacidad.
20. Querejeta González M. Discapacidad/ dependencia. Unificación de criterios. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. IMSERSO, 2003.
21. Organización Mundial de la Salud (2001). Aprobación de la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la discapacidad y de la Salud (CIF). Resolución 54/21. De la 54 Asamblea Mundial de la Salud realizada en 22/05/01).
22. World Health Organization. Mental Health in Europe, Country Reports from the WHO European Network on Mental Health. Copenhagen: World Health Organization; 2001.
23. Gómez Candela C., Reuss Fernández JM. Malnutrición en el anciano. 1ª edición. 2004. Barcelona. Manual de recomendaciones nutricionales en pacientes geriátricos. Novartis Consumer Health SA.
24. Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria. Recomendaciones sobre la demencia. Barcelona: semFYC; 1999.

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):270-276
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5074

Escalas de evaluación de la inseguridad alimentaria en el hogar

Gemma Salvador Castell[1], Joy Ngo de la Cruz[2], Carmen Pérez Rodrigo[3,4], Javier Aranceta[2,5,6]

[1]Agència de Salut Pública de Catalunya. Departamento de Salud. Generalitat de Catalunya. Barcelona. [2]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Científic de Barcelona. [3]Fundación FIDEC. Bilbao. [4]Presidenta de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. SENC. [5]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [6]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid.

Resumen

En 1996, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación reafirmó el derecho inalienable de los habitantes del mundo a tener acceso a una alimentación adecuada, inocua y nutritiva, y se planteó como meta disminuir a la mitad el número de personas subnutridas en el mundo para el año 2015, es decir, este año que iniciamos. Diversos países y organizaciones se plantean la necesidad de consensuar y desarrollar indicadores para la medición de la inseguridad alimentaria en los hogares. Disponer de un método de medición simple pero con base científica para identificar los grupos de población de mayor vulnerabilidad nutricional, se considera una herramienta básica para poder implementar estrategias que permitan afrontar el problema de un forma efectiva.

Palabras clave: *Seguridad alimentaria. Inseguridad alimentaria. Cuestionarios. Escalas.*

HOUSEHOLD FOOD INSECURITY ACCESS SCALE (HFIAS)

Abstract

In 1996, the World Food Summit reaffirmed the inalienable right that each person across the globe has to access safe, adequate and nutritious food. At that time a goal was established to reduce by half the number of undernourished persons worldwide by 2015, in other words the year that we are now commencing. Different countries and organisations considered the necessity of reaching consensus and developing indicators for measuring household food insecurity. The availability of a simple but evidence-based measurement method to identify nutritionally at-risk population groups constitutes an essential instrument for implementing strategies that effectively address relevant key issues.

Key words: *Food security. Food insecurity. Questionnaire. Indexes. Scales.*

Abreviaturas

(ACF International): Acción Contra el Hambre.
CFSSM: Child Food Security Survey Module.
CCHIP: Community Childhood Hunger Identification Project.
FAO: United Nations Food and Agriculture Organization.
FANTA: Food and Nutrition Technical Assistance.
IA: Inseguridad Alimentaria.
SA: Seguridad Alimentaria.
EPSA: Food Security Perception Scale.
ELCSA: Latin American and Caribbean Scale.
HFIAS: Household Food Insecurity Access Scale.
HFSSM: Household Food Security Supplemental Module.
HDDS: Household dietary diversity score.
LIDNS: Low income diet and nutrition survey.
MFP: Main Food Provider.
NHANES: National Health and Nutrition Examination Survey.
SBP: School Breakfast Program.
SENC: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
USDA: United States Department of Agriculture.

Correspondencia: Gemma Salvador Castell.
Dietista-Nutricionista.
Agencia de Salut Pública de Catalunya.
Departamento de Salut. Generalitat de Catalunya.
C/ Roc Boronat, 81-95.
08005 Barcelona (España).
E-mail: gemma.salvador@gencat.cat

Introducción

La Cumbre Mundial de la Alimentación (FAO 1996) definió seguridad alimentaria (SA) como la situación en la cual "*toda la población, en todo momento, tiene acceso físico y económico a una alimentación suficiente, inocua y nutritiva para cubrir sus necesidades dietéticas y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y saludable*". La seguridad alimentaria puede ser clasificada en tres componentes principales – disponibilidad, acceso y utilización[1].

La disponibilidad alimentaria existe cuando los hogares tienen acceso a suficientes cantidades de alimentos adecuados y necesarios, obtenidos a través de producción local, importación comercial o donaciones de agencias. El acceso se refiere a la posesión de los recursos necesarios para la compra o el intercambio de bienes con el ánimo de obtener una variedad de alimentos que constituyan una dieta nutricionalmente adecuada. La utilización aborda la segura distribución, almacenaje y preparación de alimentos.

Inseguridad alimentaria (IA) se define como la disponibilidad limitada o incierta de alimentos nutricionalmente adecuados e inocuos o la capacidad limitada o incierta de adquirir alimentos adecuados por medios socialmente aceptables[1].

La seguridad alimentaria baja ocurre cuando los individuos experimentan una reducción de la calidad, variedad o deseabilidad de los alimentos, y a veces una

reducción de la ingesta de alimentos. La seguridad alimentaria muy baja describe patrones alimentarios alterados y reducción en la ingesta debido a insuficiencia de recursos[2].

En países desarrollados, una muy baja seguridad alimentaria en niños se asocia con la mayor ingesta alimentaria de calorías totales y el mayor porcentaje de calorías proveniente de grasas y azúcares añadidos[3]. Un estudio llevado a cabo por Action Against Hunger-Acción Contra el Hambre (ACF International) en colaboración con la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) en la región de Madrid refería un consumo de frutas, verduras, carne, pescado y productos lácteos menos frecuente en familias con baja seguridad alimentaria o inseguridad alimentaria comparadas con hogares alimentariamente seguros. Además, los Marcadores de Diversidad Alimentaria en niños disminuían según lo hacía la seguridad alimentaria del hogar[4]. Se ha visto que mujeres con inseguridad alimentaria en EEUU tienen un mayor índice de masa corporal (IMC) y prevalencia de sobrepeso y obesidad. También hay evidencia en estudios llevados a cabo en GB, EEUU, Canadá y Australia de que los adultos que son alimentariamente inseguros consumen menores cantidades de fruta y verduras.

Estudios en EEUU y Canadá también han demostrado que mujeres alimentariamente inseguras hacían menores ingestas de varios nutrientes incrementando por lo tanto, el riesgo de deficiencias nutritivas[5].

La inseguridad alimentaria (IA) en niños pequeños es a menudo invisible, ya que aunque es posible que los niños pequeños que experimentan IA puedan sufrir resultados negativos en cuanto a salud y desarrollo, su crecimiento no se ve afectado[6]. Se ha establecido una relación directa entre calidad y cantidad inadecuada de alimentos y una deficiente salud física y mental, psicosocial, de comportamiento, de aprendizaje, estrés familiar y resultados académicos[7-10].

Children's Health Watch descubrió que los niños menores de 3 años que viven en hogares alimentariamente inseguros tienen 90% mayor probabilidad de tener una salud ajustada/deficiente, 31% mayor probabilidad de ser hospitalizados desde su nacimiento, 5 y 76% mayor probabilidad de tener un desarrollo con riesgo incrementado comparados con familias alimentariamente seguras[7].

En 2011, en EEUU 17,9 millones de hogares fueron identificados como alimentariamente inseguros. Entre ellos, 9,2% experimentaban baja seguridad alimentaria mientras que 5,7% tenían muy baja seguridad alimentaria. Una seguridad alimentaria muy baja surge cuando al menos un miembro del hogar experimenta "*múltiples indicaciones de patrones alimentarios interrumpidos e ingesta de alimentos reducida*". En 2011, la inseguridad alimentaria a nivel infantil estaba presente en el 10% de los hogares de U.S. con niños menores de 18 años. De los hogares con inseguridad alimentaria experimentada por niños, 9% tenían baja seguridad alimentaria entre los niños y un 1% de los hogares tenía al menos un niño con seguridad alimentaria muy baja[11].

La alta prevalencia de inseguridad alimentaria, especialmente en países en desarrollo, también ha alcanzado a países de la Unión Europea (Grecia, Portugal, España) como consecuencia de la severa crisis económica experimentada en los últimos años (2009-2014)[12].

Factores ambientales y condicionantes del hogar influyen en la inseguridad alimentaria. Se pueden mencionar factores de riesgo social, incluyendo el empleo y de alcance económico y relacional, entre los factores ambientales; los recursos del hogar y su capacidad para afrontar y adaptarse a la inseguridad alimentaria están entre los factores del hogar. En la actual crisis financiera global el desempleo y las malas condiciones de vida son causas importantes de inseguridad alimentaria y las personas más vulnerables se ven afectadas particularmente por los cambios de precios y la conmoción financiera, mientras que las políticas económicas actuales en muchos países europeos han deteriorado los sistemas del bienestar y son incapaces de proporcionar protección adecuada al creciente número de personas afectadas.

En 2010, los bancos de alimentos sirvieron 185 millones de comidas y los visitaron 740.000 personas en Francia, en comparación con las 663.000 en 2008. Es más, un estudio llevado a cabo en 2011 en el área metropolitana de Paris reflejaba que el 6,30% de los hogares habían experimentado IA, 3,90% baja SA y 2,40% muy baja SA; esto es, una estimación de 326.000 adultos que vivían en hogares alimentariamente inseguros, con 124.200 de ellos viviendo en hogares con muy baja SA[13]. El estudio llevado a cabo por ACF-International en Madrid en 2014 ponía de manifiesto un 5,7% hogares con inseguridad alimentaria más 12,8% de los hogares con baja seguridad alimentaria[4]. UNICEF informó de un incremento del 10% en 2012-2013 de niños en riesgo de pobreza en España.

Disponer de un método de medida simple pero basado en la evidencia que haya demostrado validez y fiabilidad para identificar estos fenómenos, alcance y grado de severidad, es esencial para la detección de grupos de población nutricionalmente vulnerables y para la implementación de estrategias efectivas dirigidas a estos problemas. Como tal, diversos países y organizaciones se han propuesto alcanzar un consenso y desarrollar indicadores de medida de inseguridad alimentaria en los hogares[14-16]. La inseguridad alimentaria en los hogares tiene múltiples efectos, que están principalmente relacionados con la malnutrición/subnutrición y las enfermedades; riesgo de conflicto social y político e inestabilidad y reducción de la productividad y de la capacidad económica de la comunidad.

Un marco conceptual de Inseguridad Alimentaria

La figura 1 representa un marco conceptual del comienzo y el proceso de inseguridad alimentaria del hogar. En el desarrollo de la inseguridad alimentaria se da un gradiente que comienza con la incertidumbre y preocupación sobre el acceso a los alimentos. A continuación, se hacen ajustes

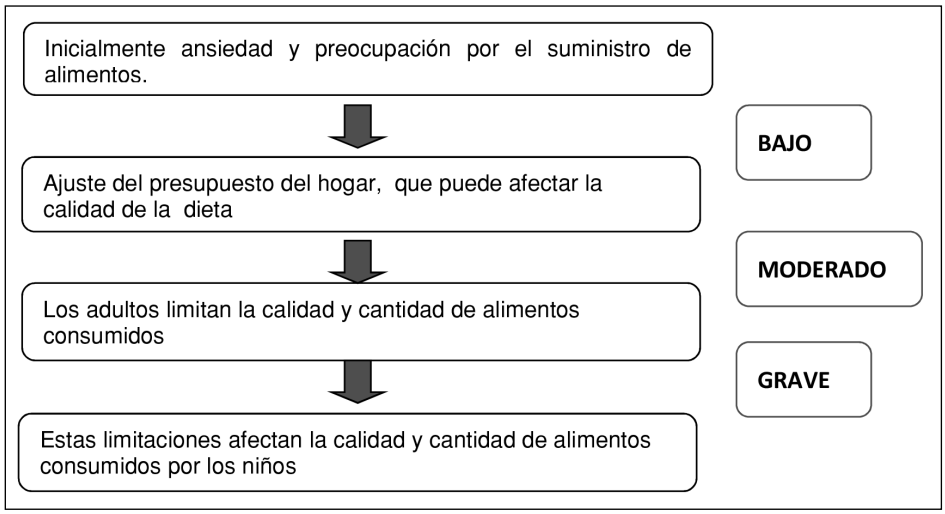


Fig. 1.—Aparición y proceso de la inseguridad alimentaria en el hogar[4,5].

en el presupuesto familiar dedicado al gasto alimentario, reduciendo la calidad y variedad de los alimentos. Según progresa la inseguridad alimentaria se realizan más ajustes, que empiezan a afectar no solo a la calidad sino también a la cantidad de alimentos consumidos. Se reducen las porciones de alimentos y se omiten algunas comidas. En la siguiente etapa en la que la inseguridad alimentaria se vuelve más severa, aparece el hambre, inicialmente en adultos y finalmente afectando a los niños[15].

Métodos de medida de la inseguridad alimentaria

Cada uno de los siguientes métodos proporciona información que puede ser complementaria. Sin embargo merece la pena tener en cuenta que los primeros cuatro métodos son extensos, largos, costosos y más que medir el problema directamente, nos informan de las consecuencias de la inseguridad alimentaria: 1) Hojas de balance alimentario; 2) Presupuesto del hogar y encuestas sobre gastos; 3) Entrevistas de ingesta alimentaria individual; 4) Evaluación antropométrica y bioquímica y 5) Medida de la percepción de seguridad/inseguridad alimentaria en el hogar.

Los cuestionarios sobre inseguridad alimentaria generalmente emplean una serie de 9 a 15 preguntas que detectan el nivel de preocupación y la falta de acceso a, variedad y/o cantidad de alimentos. Las preguntas se refieren a un periodo de entre 4 semanas y 3 meses retrospectivamente. Reflejan 3 campos diferentes de inseguridad alimentaria: 1) Ansiedad o incertidumbre; 2) Calidad insuficiente y 3) Cantidad insuficiente.

Cada una de las cuestiones mostradas en la figura 2 se refiere a un periodo previo de cuatro semanas (30 días). El sujeto entrevistado es preguntado primero sobre la ocurrencia de inseguridad alimentaria, en otras palabras si la condición reflejada en la pregunta tuvo lugar en las últimas cuatro semanas (si o no). Si el sujeto contesta afirmativamente a este tipo de pregunta, se le hace otra pregunta sobre la frecuencia para determinar si la situación ha ocurrido pocas veces (una o dos), a veces (entre tres y diez veces) o frecuentemente (más de diez veces) en las últimas cuatro semanas.

En los años 80, el Community Childhood Hunger Identification Project (CCHIP) desarrolló una serie de 4 preguntas sobre las condiciones alimentarias de los niños como parte de un módulo en una encuesta para evaluar condiciones de hambre en los hogares[17]. Radimer et al. desarrollaron una metodología para medir la inseguridad alimentaria que incluía evaluaciones de la idoneidad de la calidad y cantidad de alimentos a nivel de hogar, adulto y niño, y de ansiedad alimentaria a nivel del hogar[18].

Al principio de los 90, el USDA y el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos iniciaron el proyecto de Medición de la Seguridad Alimentaria en U.S. (U.S. Food Security Measurement project). El proyecto incluía preguntas referidas a los niños así como al hogar- y preguntas referidas a adultos adaptadas de investigaciones previas. En 1995 los Estados Unidos administraron un cuestionario para identificar indicadores de inseguridad alimentaria en el hogar (Household Food Security Supplemental Module, HFSSM) como parte de NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey). El instrumento consiste en 18 ítems.

Desde 1999, NHANES ha incluido el Módulo de la Encuesta de Seguridad Alimentaria en los Hogares de U.S. en su cuestionario a nivel del hogar. Adicionalmente, desde 2001 NHANES también colecta información sobre la seguridad alimentaria de los individuos del muestreo (excepto para adolescentes de 12-15 años). Se preguntó a los adultos y adolescentes ≥ 16 años de edad las 7 preguntas más duras referidas a adultos en el HFSSM, adaptadas para referirse específicamente a las condiciones experimentadas por el entrevistado[18].

El estatus de seguridad alimentaria en niños mayores (≥ 12 años de edad) se puede evaluar utilizando una herramienta auto-administrada, el Módulo de la Encuesta de Seguridad Alimentaria Infantil (CFSSM), desarrollado adaptando preguntas del Módulo de la Encuesta sobre Seguridad Alimentaria en los Hogares para su administración directa a niños tras un test cognitivo.

En las 4 últimas semanas…

Ansiedad e incertidumbre sobre el suministro de alimentos en el hogar

1. **¿Le preocupa que pueda no haber suficiente comida en su casa? Si No**

¿Con qué frecuencia le ha pasado esto?

- ❑ **Raremente (1-2 veces)**
- ❑ **A veces (3-10)**
- ❑ **A menudo (mas de 10)**

Calidad insuficiente (incluida la variedad de alimentos y preferencias)

2. **…¿Ud. o algún miembro de su familia no han podido comer los tipos de alimentos que preferían por falta de recursos?**
3. **… ¿Ud. o algún miembro de su familia ha tenido <u>que limitar la variedad de alimentos</u> consumidos por falta de recursos?**
4. **… ¿Ud. o algún miembro de su familia ha tenido que comer <u>alimentos que realmente no quería comer</u> por falta de recursos para conseguir otros alimentos?**

¿Con qué frecuencia le ha pasado esto?

- ❑ **Raremente (1-2 veces)**
- ❑ **A veces (3-10)**
- ❑ **A menudo (mas de 10)**

Ingesta de alimentos insuficiente y consecuencias físicas

5. …**¿Ud. o algún miembro de su familia ha tenido que <u>comer menos que lo que sentía que necesitaba</u> porque no había suficiente comida?**
6. **…¿Ud. o algún miembro de su familia ha tenido que <u>hacer menos comidas al día</u> porque no había suficiente comida?**
7. **…¿Alguna vez <u>se han quedado sin nada de comida de ningún tipo</u> en casa por falta de recursos para conseguir comida?**
8. **…¿Ud. o algún miembro de su familia se ha ido a dormir con hambre porque no había suficiente comida?**
9. **…¿Ud. o algún miembro de su familia <u>ha pasado un día entero y la noche sin comer nada</u> por no había suficiente comida?**

¿Con qué frecuencia le ha pasado esto?

- ❑ **Raremente (1-2 veces)**
- ❑ **A veces (3-10)**
- ❑ **A menudo (mas de 10)**

Fig. 2.—Preguntas genéricas en la Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS). Food and Nutrition Technical Assistance III Project (FANTA)[5].

En 2005, se empezó a utilizar en NHANES 5 preguntas ligeramente adaptadas del CFSSM para proporcionar información sobre seguridad alimentaria referenciada individualmente a niños de 12-15 años (18-21). El HFSSM está considerado como una medición sólida y una fuente de información útil para políticas orientativas y para la identificación de poblaciones o regiones vulnerables. Una revisión publicada en 2008 presenta datos sobre la experiencia de utilizar estos tipos de cuestionarios en más de 20 países[22].

El HFSSM incluye tres preguntas referidas al hogar, siete para adultos y ocho preguntas que determinan la inseguridad alimentaria a nivel infantil. Una debilidad de los 18- ítems del Módulo de Encuesta sobre la Seguridad Alimentaria en el Hogar (HFSSM) es que identifica la inseguridad alimentaria a nivel global, y no es capaz de discernir diferencias de seguridad alimentaria entre individuos adultos y niños dentro del hogar.

En la encuesta sobre dieta y nutrición en rentas bajas (LIDNS)[5] llevada a cabo en el Reino Unido, la seguridad alimentaria fue medida utilizando una escala basada en 15 preguntas, 10 para adultos y 5 para niños. Cada cuestión preguntaba si la condición o el comportamiento tuvieron lugar en algún momento durante los 12 meses previos debido a la falta de dinero u otros recursos para obtener alimentos. Las preguntas versaban sobre el Principal Proveedor de Alimentos (MFP) para el hogar y las respuestas eran aplicadas a todos los individuos del hogar. La escala incluía cuatro constructos: a) Incertidumbre, ansiedad o percepción de que el presupuesto

alimentario del hogar o aprovisionamiento era inadecuado o insuficiente para cubrir las necesidades básicas; b) Percepción de que el alimento consumido por los adultos era de calidad inadecuada; c) Casos o consecuencias declarados de toma reducida de alimentos, tales como el hambre o la pérdida de peso en adultos y d) Casos declarados de reducción en la ingesta de alimentos o sus consecuencias, como el hambre en niños[5].

En el estudio llevado a cabo en Madrid por ACF-International se utilizó una escala fue adaptada del US FIS. Abarcaba cuatro campos: ansiedad por la provisión de alimentos; calidad de los alimentos; uso de redes de apoyo y bienestar social; d) Ingesta de alimentos reducida o insuficiente[4].

Se ha sugerido que la información referida por los padres sobre la inseguridad alimentaria de los niños podría ser inexacta o incompleta. No todos los miembros de un hogar experimentan la inseguridad alimentaria con la misma habilidad. Es posible que las madres no sean totalmente conscientes de las experiencias vividas por los niños o las acciones tomadas para reducir la severidad de la inseguridad alimentaria. Los investigadores que han estudiado si los niños podían informar fiablemente o no sobre sus propias experiencias concluyeron que los niños de edades comprendidas entre los 6-16 años pueden hacerlo[17,22-24].

Connell y sus compañeros identificaron la cantidad, calidad y componentes psicológicos y sociales de la percepción de los niños sobre la inseguridad alimentaria en el hogar. Estudios previos investigando la relación entre auto-informe e informes ajenos concluyeron que, aun controlando asuntos tales como error de medida o mal diseño, la discrepancia entre los informes continúa siendo alta. Por lo tanto, la discordancia es probable debido al hecho de que las experiencias y percepciones de los niños pueden diferir de las de los adultos[21,23,24].

Los niños referían con más frecuencia que las madres de la reducción del tamaño de las porciones, omisión de comidas o pasar hambre. Las respuestas de las madres también pueden estar influenciadas en parte por conveniencia social. Investigaciones recientes han puesto de manifiesto en una muestra de niños de 5-11 años y sus padres, que la discordancia puede ser el resultado de distintas formas de razonar y estilos de respuesta[23].

A pesar de que la HFSS es ampliamente utilizada, lleva mucho tiempo administrarla y tiene un algoritmo de puntación complejo. Varios cuestionarios abreviados han sido publicados, incluyendo la forma abreviada de la HFSS (una versión de 6-artículos con excelente sensibilidad y buena especificidad). Más recientemente, se ha desarrollado una criba de un solo artículo para el hambre. Sin embargo, el enfoque exclusivo en el hambre puede pasar de largo a familias con inseguridad alimentaria que sufren estrés debido al incierto acceso a suficiente alimento pero sin la sensación psicológica de hambre. Los autores definieron hambre en adultos respondiendo 'cierto a veces' o 'cierto a menudo' a la frase: "Tengo hambre pero no como porque no puedo permitirme suficiente comida." El hambre infantil fue definida respondiendo que la siguiente frase era 'cierta a veces' o 'cierta a menudo': "Sé que mi(s) hijo(os) tiene(n) hambre a veces, pero simplemente no puede permitirme más comida."[25]

Se ha desarrollado un cuestionario de cribado de SA de 2-ítems para la identificación de familias en riesgo de Inseguridad Alimentaria (IA), con sensibilidad, especificidad y validez convergentes. El test de cribado de IA identifica rápidamente hogares con niños pequeños con riesgo de Inseguridad Alimentaria, lo cual permite a los proveedores orientar los servicios para mejorar la salud y las consecuencias de desarrollo asociadas con IA. Las preguntas realizadas son (1): "En los últimos 12 meses nos hemos preocupado por la comida se agotaba antes de conseguir dinero para comprar más" y (2) "En los últimos 12 meses la comida que comprábamos no duraba y no teníamos dinero para comprar más."[3,6]

Otros autores han utilizado una escala de inseguridad alimentaria y acceso del hogar desarrollada por el Programa Food and Nutrition Technical Assistance (FANTA) de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional[6,26]. La escala es similar a la de seguridad alimentaria en los hogares, excepto que refleja las últimas cuatro semanas. Hay nueve preguntas sobre "acaecimiento"; si el hogar responde afirmativamente a cualquiera de esas preguntas, entonces hay una pregunta sobre frecuencia. Hay una pregunta sobre ansiedad, tres preguntas sobre calidad, y cinco preguntas sobre ingesta de alimentos y consecuencias. A veces las tres últimas preguntas son utilizadas como muestrario de hambre en el hogar.

La Escala de Percepción de la Seguridad Alimentaria (EPSA) y la Escala de América Latina y el Caribe (ELCSA) están basadas en los principios desarrollados por Wehler en 1992 y se utilizan en países latinoamericanos y del Caribe, como México, Colombia o Venezuela[4].

El marcador de diversidad dietética en el hogar (HDDS) desarrollado en FANTA pretende reflejar la capacidad económica de un hogar para acceder a una variedad de alimentos. Los estudios han demostrado que un incremento en la diversidad de la dieta está asociado al estatus socio-económico y la seguridad alimentaria del hogar (disponibilidad de energía en el hogar)[27]. Más recientemente una escala de experiencia de inseguridad alimentaria ha sido desarrollada en el contexto de FANTA como un estándar global para monitorizar el hambre a nivel mundial[28].

Factores de riesgo de Inseguridad Alimentaria en el Hogar

Las causas principales de inseguridad alimentaria son la injusticia social, la iniquidad y la falta de garantías para que la población sea capaz de acceder a sus derechos económicos, sociales, culturales y medioambientales así como el derecho a los alimentos. La inseguridad alimentaria es más común en hogares localizados en zonas rurales, con niños, familias monoparentales (madres solas cuidando a un número de niños), grupos de inmigrantes, personas desplazadas, refugiados, ancianos, entre otros[4,29-31].

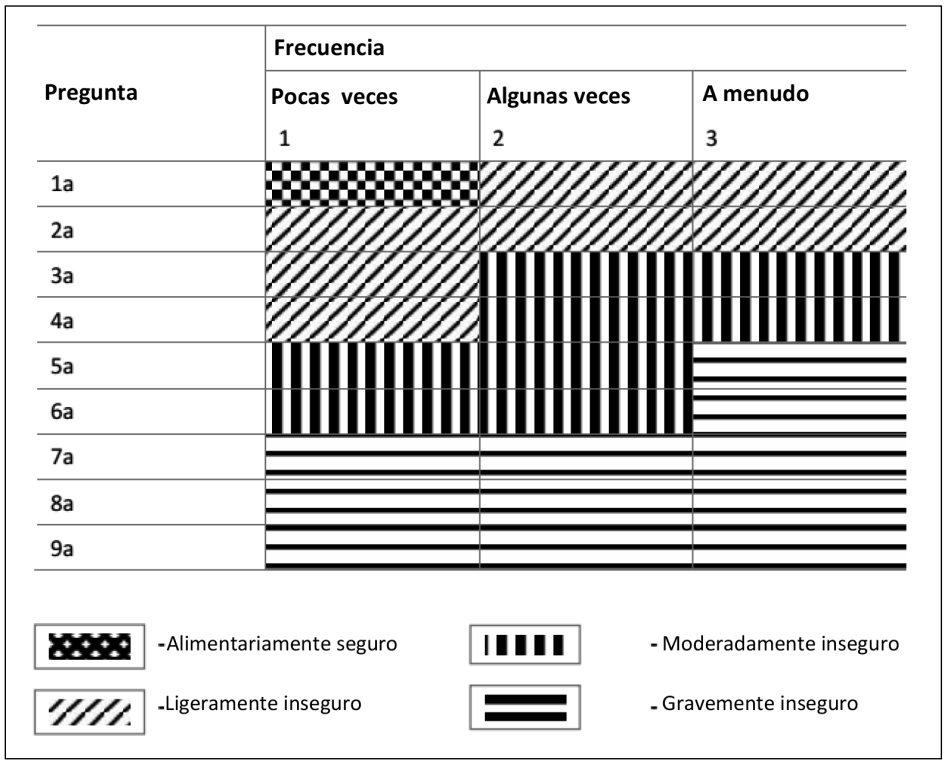


Fig. 3.—Categorías de inseguridad alimentaria en el hogar (HFIAS). Food and Nutrition Technical Assistance III Project (FANTA)[5].

Estudios llevados a cabo en GB, EEUU, Canadá y Australia han demostrado la prevalencia de inseguridad alimentaria asociada a factores como ingresos, nivel educativo más bajo, la presencia de niños en el hogar, pasado de indigencia, peor salud, falta de alojamiento en propiedad y vivir solo[5].

Para las familias con bajos ingresos en EEUU, el Programa de Desayunos Escolares (SBP) es un componente importante de la red de seguridad infantil y se ha vinculado a una mejora de la ingesta de nutrientes[11]. Según el estudio dirigido en Madrid en 2014, se asoció la participación en comidas escolares con la seguridad alimentaria. Contrariamente, la no utilización de ese servicio se asociaba con baja seguridad alimentaria o inseguridad alimentaria. 5 de cada 10 niños de hogares alimentariamente seguros participaban en las comidas escolares, pero solo 3 de cada 10 niños de hogares con inseguridad alimentaria lo hacían[4].

Conclusión

La inseguridad alimentaria continúa siendo un problema que afecta a millones de personas en el mundo. El Comité de Seguridad Alimentaria Mundial, dentro del Marco Estratégico Global para la Seguridad Alimentaria y la Nutrición de 2012, identificó cinco principios que los Sistemas de Seguridad Alimentaria y Monitorización debían cumplir: a) Deberían estar basados en los derechos humanos, con particular referencia a la progresiva realización del derecho a adecuada alimentación; b) Deberían hacer posible que los responsables rindieran cuentas; c) Deberían ser participativos e incluir evaluaciones que impliquen a todos los depositarios y beneficiarios, incluyendo a los más vulnerables; d) Deberían ser simples, pero completos, precisos, oportunos y comprensibles para todos, con indicadores desagregados por sexo, edad, región, etc., que capture el impacto, proceso y resultados esperados; e) No deberían duplicar sistemas existentes, sino más bien servirse de y fortalecer las capacidades estadísticas y analíticas nacionales[28].

Para abordar el hambre infantil, hay varios asuntos que necesitarán ser abordados. Solucionar la inseguridad alimentaria no necesariamente ayuda a que los niños cumplan con las óptimas directrices dietéticas. Entre otros, la participación y utilización de los desayunos escolares y programas de comidas escolares así como los programas escolares de verano pueden contribuir a aliviar a niños que experimentan hambre y la necesidad potencial de programas de nutrición complementaria enfocados a niños en edad escolar para las cenas y comidas de fin de semana.

Referencias

1. FAO. 1996. *Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Declaración de Roma sobre la Seguridad Alimentaria Mundial y Plan de Acción.* Roma. Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm] (Acceso 21 de noviembre 2014).
2. Casey PH, Simpson PM, Gossett JM, Bogle ML, Champagne CM, Connell C et al. The association of child and household food insecurity with childhood overweight status. *Pediatrics* 2006; 118: e1406–e1413.
3. Sharkey JR, Nalty C, Johnson CM, Dean WR. Children's very low food security is associated with increased dietary intakes in

energy, fat, and added sugar among Mexican-origin children (6-11 y) in Texas border Colonias. *BMC Pediatrics* 2012, 12: 16.
4. Ibargüen Onsurbe J, Gómez de Arriba A (cords). Seguridad alimentaria en el marco de una trayectoria social descendente. Un estudio sobre riesgo social y alimentación en la Comunidad de Madrid. Madrid: Acción Contra el Hambre, 2014
5. Nelson M, Erens B, Bates B, Church S, Boshier T. Low income diet and nutrition survey Volume 3 Nutritional status Physical activity Economic, social and other factors London: TSO, 2007.
6. Hager ER, Quigg AM, Black MM, Coleman SM, Heeren T, Rose-Jacobs R et al. Development and Validity of a 2-Item Screen to Identify Families at Risk for Food Insecurity. *Pediatrics* 2010; 126: e26 DOI: 10.1542/peds.2009-3146.
7. Cook JT, Frank DA. Food Security, Poverty, and Human Development in the United States. *Ann N Y Acad Sci* 2008; 1136: 193-209. Epub 2007 Oct 22.
8. Jyoti DF, Frongillo EA, Jones SJ: Food insecurity affects school children's academic performance, weight gain, and social skills. *J Nutr* 2005, 135: 2831-9.
9. Weinreb L, Wehler C, Perloff J, Scott R, Hosmer D, Sagor L et al. Hunger: its impact on children's health and mental health. *Pediatrics* 2002; 110 (4). Available at: doi: 10.1542/peds.110.4.e41).
10. Seligman HK, Schollinger D. Hunger and socioeconomic disparities in chronic disease. *N Engl J Med* 2010; 363 (1): 6–9.
11. Nalty CC, Sharkey JR, Dean WR. Children's reporting of food insecurity in predominately food insecure households in Texas border colonias. *Nutr J* 2013; 12: 15.
12. FAO. 2011. *El Estado de la Inseguridad Alimentaria en el Mundo. D*isponible en: [http://www.fao.org/docrep/014/i2330s/i2330s00.htm)] (Acceso 10 de diciembre de 2014).
13. Martin-Fernandez J, Grillo F, Parizot I, Caillavet F, ChauvinP. Prevalence and socioeconomic and geographical inequalities of household food insecurity in the Paris region, France, 2010. *BMC Public Health* 2013; 13: 486.
14. FAO. 2002. *Memorias del Simposio Científico sobre Medición y Evaluación de la Carencia de Alimentos y la Desnutrición*. Roma. Disponible en: [http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4250S/y4250s00.htm] (Acceso 10 de diciembre de 2014).
15. Escala latinoamericana y caribeña de seguridad alimentaria (ELCSA): manual de uso y aplicaciones. Comité Científico de la ELCSA. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Mayo de 2012.
16. Food and Nutrition Technical Assistance Project (FANTA) Household Food Insecurity Access Scale (HFIAS) for Measurement of Food Access: Indicator Guide. VERSION 3. August 2007
17. Nord M, Hopwood H. Recent Advances Provide Improved Tools for Measuring Children's Food Security. *J Nutr* 2007; 137: 533-6.
18. Radimer KL, Olson CM, Greene JC, Campbell CC, Habicht JP. Understanding hunger and developing indicators to assess it in women and children. *J Nutr Educ* 1992; 24 (1): 36S-44S.
19. Opsomer JD, Jensen HH, Pan S. An evaluation of the U.S. Department of Agriculture food securitymeasure with generalized linear mixed models. *J Nutr Educ* 2003; 133 (2): 421-7.
20. Carlson SJ, Andrews MS, Bickel GW. Measuring food insecurity and hunger in the United States:development of a national benchmark measure and prevalence estimates. *J Nutr Educ* 1999; 129 (2S): 510S-16S.
21. Connell CL, Nord M, Lofton KL, Yadrick K. Food security of older children can be assessed usinga standardized survey instrument. *J Nutr Educ* 2004; 134 (10): 2566-72.
22. Melgar-Quiñonez H, Hackett M. Measuring Household Food Security: the Global Experience. *Revista de Nutrição* 2008; 21 (S): 27s-37s.
23. National Research Council and Institute of Medicine. Research Opportunities Concerning the Causes and Consequences of Child Food Insecurity and Hunger: A Workshop Summary. N. Kirkendall, C. House, C. Citro, rapporteurs, Committtee on National Statistics, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council, and Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, Washington, DC: The National Academies Press, 2014.
24. Fram MS, Frongillo EA, Jones SJ, Williams RC, Burke MP, DeLoach KP, Blake CE. Children Are aware of food insecurity and take responsibility for managing food resources. *J Nutr* 2011; 141: 1114-9.
25. Sharkey JR, Dean WR, Nalty CC. Child hunger and the protective effects of supplemental nutrition assistance program (SNAP) and alternative food sources among Mexican-origin families in Texas border colonias. *BMC Pediatrics* 2013; 13: 143.
26. Deitchler M, Ballard T, Swindale A, Coates J. Validation of a Measure of Household Hunger for Cross-Cultural Use. Washington, DC: Food and Nutrition Technical Assistance II Project (FANTA-2), FHI 360, 2010.
27. Kennedy G, Ballard T, Dop MC. Guidelines for measuring household and individual dietary diversity. Rome: FAO, 2011. Recuperado en [http:// www.fao.org/fileadmin/ user_upload/wa_workshop/docs/FAOguidelines-dietary-diversity2011.pdf] (Acceso 20 de febrero de 2014).
28. Ballard TJ, Kepple AW, Cafiero C. The food insecurity experience scale: developing a global standard for monitoring hunger worldwide. Technical Paper. Rome: FAO, 2013. (Available at http://www.fao.org/economic/ess/ess-fs/voices/en/) (Acceso 10 december 2014).
29. Pérez-Escamilla R, Himmelgreen DA, Ferris A. Community Nutritional Problems among LatinoChildren in Hartford, Connecticut. Connecticut Family Nutrition Program Technical Report #1. 1997.
30. Álvarez Uribe, MC. Caracterización de los hogares de Colombia en Inseguridad Alimentaria según Calidad de Vida. Revista de Salud Pública, Instituto de Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia 2010; 12 (6): 877-888 Disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&tpid=S0124-00642010000600001&lng=pt&tnrm=iso].
31. Panigassi G, Segall-Corrêa AM, Pérez-Escamilla R, Sampaio MFA, Marín-León L, Maranha LK. Insegurança alimentar intrafamiliar e perfi l de consumo de alimentos. Revista de Nutrição da PUCCAMP 2008. Disponible en: [http://www.scielo.br/pdf/rn/v21s0/12.pdf].

Revista Española de Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):277-287
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5075

Métodos cronobiológicos en las encuestas alimentarias: criterios de aplicación e interpretación de resultados

Marta Garaulet, Purificación Gómez-Abellán, Juan Antonio Madrid

Departamento de Fisiología. Universidad de Murcia. IMIB. Murcia. España.

Resumen

En 1996, la Cumbre Mundial sobre la Alimentación reafirmó el derecho inalienable de los habitantes del mundo a tener acceso a una alimentación adecuada, inocua y nutritiva, y se planteó como meta disminuir a la mitad el número de personas subnutridas en el mundo para el año 2015, es decir, este año que iniciamos. Diversos países y organizaciones se plantean la necesidad de consensuar y desarrollar indicadores para la medición de la inseguridad alimentaria en los hogares. Disponer de un método de medición simple pero con base científica para identificar los grupos de población de mayor vulnerabilidad nutricional, se considera una herramienta básica para poder implementar estrategias que permitan afrontar el problema de un forma efectiva.

Palabras clave: *Ritmos circadianos. Cronodisrupción. Hora de la comida. Análisis de cosinor. Temperatura corporal.*

METHODS FOR MONITORING THE FUNCTIONAL STATUS OF THE CIRCADIAN SYSTEM IN DIETARY SURVEYS STUDIES: APPLICATION CRITERIA AND INTERPRETATION OF RESULTS

Abstract

To evaluate the circadian system status of the subject may be of special interest in nutrition. Particularly for those studies related to the assessment of diseases related to malnutrition, as it is the case of most of the degenerative diseases such as obesity, cancer, or cardiovascular diseases. For this purpose, one of the approaches consists to measure a) the external synchronizers of the internal clock, such as light intensity, and changes from fasting to eating and from resting to activity. Indeed, "chronodisruptors" have been defined as "exogenous and endogenous exposures or effectors which are chronobiologically active and can thus disrupt the timing and order.

Another approach to assess the circadian system health is to measure the b) outputs of the internal clock (circadian marker rhythms). Among such outputs, the rhythm of body temperature, motor activity, melatonin, cortisol and clock gene expression are the most commonly used. From the genetic perspective, we are now able to measure failures in the internal clock, in order to assess c) the genetics of the molecular clock. Indeed, new nutrigenetics techniques are giving us the opportunity to measure the association between different genetic variants of our clock genes and several illnesses such as obesity, cardiovascular diseases, diabetes or cancer. In addition to these techniques, self-reported questionnaires based in the morning-evening preferences have been developed as complementary procedures to assess human chronotypes.

Key words: *Circadian rhythm. Circadian dysregulation. Meal timing. Cosinor analyses. Body temperature.*

Introducción

Evaluar el estado del sistema circadiano de un sujeto puede ser de especial interés en la nutrición. En particular, en aquellos estudios relacionados con la evaluación de enfermedades que implican malnutrición, como es el caso de la mayoría de las enfermedades degenerativas tales como la obesidad, cáncer, o enfermedades cardiovasculares. Recientes estudios epidemiológicos han demostrado que diversas situaciones en la vida como el trabajo por turnos, comer durante la noche, el "jet lag" y dormir poco, se asocian a una alteración de los ritmos circadianos individuales. La Cronodisrupción (CD) es una perturbación de la organización circadiana de nuestra fisiología, endocrinología, metabolismo y comportamiento, que une la luz y los ritmos biológicos al desarrollo de varias enfermedades.

Correspondencia: Marta Garaulet.
Departamento de Fisiología.
Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo, s/n.
30100 Murcia. España.
E-mail: garaulet@um.es

La Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC) clasificó en 2007 al "trabajo por turnos" que conlleva la interrupción del sistema circadiano como posible factor cancerígeno para los seres humanos, siendo este el preludio de una amplia investigación experimental y epidemiológica que se realizó en años consecutivos[1]. Por otra parte, en la revista "The Lancet Oncology" se puntualizó que entre los distintos patrones existentes del trabajo por turnos, aquellos que incluyen el trabajo nocturno fueron los más perjudiciales para el reloj circadiano. De hecho, en el mundo un 20% de las personas se dedica a algún trabajo en horas inusuales, incluyendo la noche. Por ello, es necesario en la ciencia actual el estudio de los vínculos biológicos que existen entre la interrupción circadiana y la aparición del cáncer.

El efecto de la CD en la salud humana es un tema emergente. Muchos estudios muestran el vínculo de CD no sólo con cáncer, sino también con el deterioro cognitivo cardiovascular y la obesidad, señales todas ellas de envejecimiento prematuro. Los mecanismos precisos que relacionan la obesidad con la CD no son muy conocidos. Se ha planteado la hipótesis de que los hábitos actuales, tales como el elevado consumo de "snacks", la reducción de la duración del sueño, la mayor exposición a la luz brillante durante la noche, junto con un horario "inadecuado" de comidas, inducen al cerebro a perder su capacidad de coordinar los ritmos internos y externos. La falta de contraste ambiental del día a la noche puede dar lugar a la CD y a la aparición de diversos trastornos metabólicos, incluyendo la obesidad. Por otro lado, los estudios realizados utilizando modelos experimentales han demostrado que el desarrollo de la obesidad y la diabetes en sí interrumpen el reloj molecular. Tanto, como causa o como consecuencia, la CD está estrechamente vinculada a la obesidad.

Métodos para monitorizar el estado funcional del sistema circadiano

El papel que ocupa el sistema circadiano en el mantenimiento de la salud pone de manifiesto la importancia de desarrollar técnicas para su evaluación objetiva, así como existen técnicas para evaluar otros sistemas fisiológicos más estudiados como son los sistemas respiratorio y cardiovascular. El principal reto es el ser capaces de medir un proceso que se desarrolla durante largos períodos de tiempo, que implica múltiples mediciones, y es necesario el uso de técnicas no invasivas que además no interfieran con la rutina diaria del sujeto[2].

Uno de los enfoques consiste en medir a) los sincronizadores externos del reloj interno, como la intensidad de la luz, y los cambios de ayuno/ingesta y de reposo/actividad. De hecho, los "cronodisruptores" se han definido como "efectores exógenos o endógenos que son cronobiológicamente activos y por lo tanto pueden interrumpir el horario y el orden, es decir, la organización temporal de las funciones fisiológicas y sus jerarquías"[1]. En principio, lo que permite el establecimiento del orden en la organización temporal en los organismos también debe ser capaz de interrumpir tal fin cuando están presentes o se aplica en exceso o déficit y, lo más importante, en horarios inusuales e inapropiados. En este sentido, además de la luz, otros cronodisruptores externos son los horarios inadecuados de comidas y de actividad física[3].

Otro enfoque para evaluar la salud del sistema circadiano es medir b) las salidas del reloj interno (ritmos circadianos marcadores). Entre esas salidas, el ritmo de la temperatura corporal, la actividad motora, la melatonina, cortisol y la expresión de genes del reloj son los más comúnmente utilizados[4]. Desde la perspectiva genética, ahora somos capaces de medir c) los fallos en el reloj interno, es decir la genética del reloj molecular. De hecho, las nuevas técnicas en nutrigenética nos están dando la oportunidad de medir la asociación entre diferentes variantes de nuestros genes reloj y varias enfermedades como la obesidad, enfermedades cardiovasculares, la diabetes o el cáncer. Además de estas técnicas, los cuestionarios basados en estudiar las preferencias por la mañana o por la tarde (test de matutinidad-vespertinidad) se han desarrollado como procedimientos complementarios para evaluar los diferentes cronotipos humanos[5-7].

Métodos para medir sincronizadores externos

Exposición a la luz

El sistema circadiano está regulado por señales externas, que son responsables del restablecimiento del reloj cada día. Teniendo en cuenta que el ciclo luz-oscuridad es el sincronizador más importante, es de gran interés poder cuantificar la exposición a la luz de los individuos. Una baja iluminación durante el día disminuye la temperatura central y el estado de alerta en comparación con lo observado en condiciones de alta iluminación (8). Sin embargo, durante la noche, se debe evitar la exposición a la luz, sobre todo a la luz azul, a fin de mantener la secreción de melatonina.

De hecho, uno cronodisruptor externo clave es la luz durante la noche. En condiciones naturales, los ritmos biológicos circadianos y estacionales están sincronizados las 24 horas del día y en este sentido, los ciclos de luz-oscuridad, el núcleo supraquiasmático y la melatonina tienen un papel fundamental en estos procesos. De hecho, la luz es un "Zeitgeber" clave que afecta a los ritmos de melatonina y a su vez, los ritmos circadianos de melatonina pueden proporcionar información al reloj (24 horas) y al calendario (estacional y anual) en muchas especies, incluidos los seres humanos[1].

El ciclo de luz-oscuridad a la que están expuestos los sujetos se puede cuantificar mediante pequeños registradores de datos que contienen una célula fotosensible, que registran periódicamente la intensidad de la luz recibida por el individuo. Recientemente, están disponibles los sensores que diferencian entre las longitudes de

onda de luz (azul, rojo y verde), lo que significa que la luz azul, que es la que tiene mayor capacidad para sincronizar el marcapasos circadiano, puede ser evaluada con precisión. La combinación de estos sensores con sensores de temperatura ambientales proporciona una información completa relativa a la calidad de los sincronizadores ambientales que actúan sobre el sistema circadiano[8]. También permiten identificar malos hábitos en la higiene del sueño; por ejemplo, dormir en condiciones ambientales de iluminación o en temperaturas demasiado altas.

Horarios de comida (cambios de ayuno e ingesta)

Los horarios de comida (y número de comidas) difieren de una cultura a otra y a lo largo del tiempo. De hecho, el momento de la ingesta de alimentos es un comportamiento modificable que puede influir en la regulación de energía y en consecuencia el riesgo de obesidad. Varios estudios realizados en animales de experimentación han demostrado que cuando los animales comen en un "horario erróneo" tienden a ser obesos, a pesar de que aparentemente comen y gastan la misma cantidad de energía[3].

Nuestro grupo de investigación ha demostrado que el horario de la comida principal (almuerzo) en una población mediterránea de España, es predictivo de la pérdida de peso durante una intervención dietética de 20 semanas realizada en 420 personas obesas y con sobrepeso[9]. Otro resultado relevante de este estudio fue que la sensibilidad a la insulina fue menor en los "comedores tardíos" en comparación con los "comedores tempranos". Sin embargo, aún se desconoce la explicación fisiológica de este descubrimiento. Para profundizar en estos resultados desarrollamos un protocolo cruzado aleatorio en el que se estudiaron las mismas mujeres (n = 32) en dos condiciones: una semana almorzaron a las 13:00 h y otra semana a las 16:30 h. Con este estudio demostramos que comer tarde se asocia con una disminución del gasto energético, una disminución de la oxidación de carbohidratos en ayunas, una disminución de la tolerancia a la glucosa, un perfil diario aplanado en las concentraciones de cortisol, propio de las situaciones de estrés y una disminución del efecto térmico de los alimentos sobre la temperatura periférica. Estos resultados parecen estar implicados en los efectos diferenciales de horario de las comidas sobre la salud metabólica (fig. 1).

Existen diferentes métodos para evaluar la ingesta habitual y los horarios de las comidas: Por ejemplo, para evaluar los hábitos alimentarios, suele usarse un registro dietético 7 días. Cada día los sujetos deben registrar todo lo que comen y también las horas en que comienzan o terminan cada comida. Además los pacientes también pueden registrar durante una semana, la hora del día en la que comienzan cada comida mediante un cuestionario desarrollado por Bertéus y cols.[10] (fig. 2).

Otro cuestionario usado para evaluar los cambios circadianos sobre el hambre y el apetito es el desarrollado por Flint y cols., basado en unas escalas analógicas visuales (EAV) para la medición de las sensaciones del apetito. Estas escalas se utilizan para registrar aspectos como el hambre, la saciedad, el consumo de alimentos prospectivo, el deseo de comer alimentos grasos, salados, dulces, y la palatabilidad de los alimentos[11]. Estos cuestionarios pueden ser completados antes y después de cada comida todos los días durante una semana.

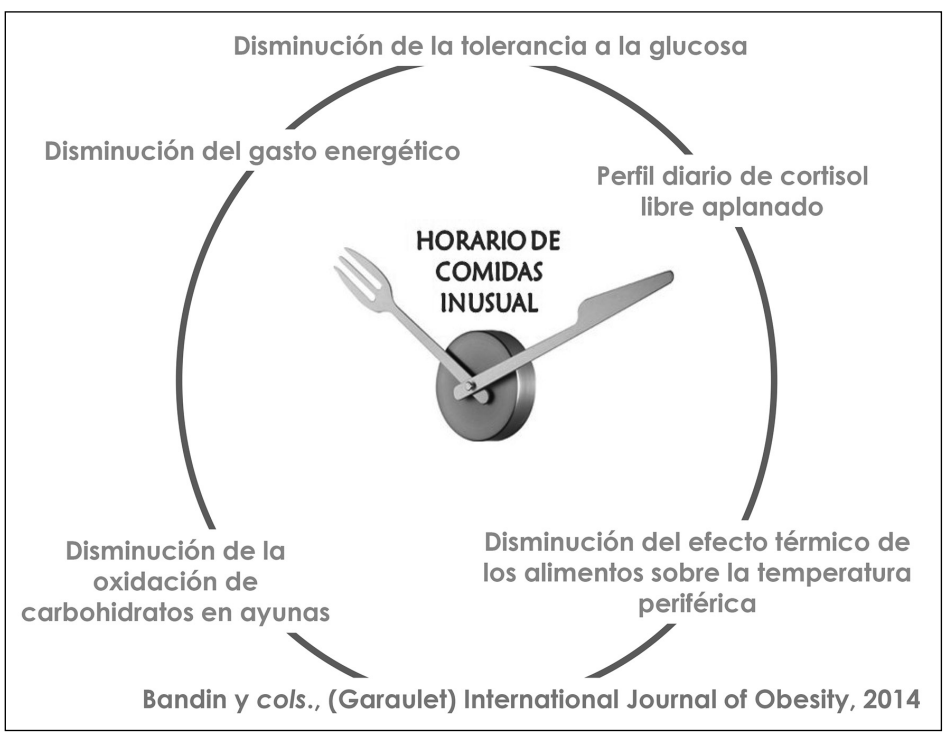


Fig. 1.—Efectos del horario de las comidas en la salud metabólica[34].

Describa cómo comió durante un periodo habitual de 24 horas. Indique la hora para cada episodio de consumo y marque con una cruz el tipo de ingesta que mejor se ajusta.

No olvide los aperitivos y otras "comidas ligeras" o tentempié y bebidas.

Nota, puede realizar varias comidas principales en un día.

	Tipo de comida			
Hora	Comida principal: eg. plato cocinado. sopa con pan. ensalada con pan pizza	Comida ligera / Desayuno eg. Cereales desayuno, bocadillos, sopa, ensalada, tortilla	Aperitivo eg. bocadillo, galleta, bollo, pastel, fruta, dulces, helado (agua o bebida)	Sólo bebidas eg. Café, té, refresco, zumo, leche, cerveza, vino
Ejemplo: 23:00				X

Fig. 2.—Cuestionario de Bertéus y cols.[10] en horario de las comidas.

Horarios de ejercicio (cambios de actividad y reposo)

La actigrafía es un método no invasivo útil para medir el ciclo de actividad-reposo en los seres humanos. Se basa en el principio de que durante los períodos en los que el individuo se despierta, el grado de actividad es elevado en comparación con aquellos en los que el individuo está dormido. Para su medición, se coloca un sensor de actividad (actímetro) en la muñeca de la mano no dominante durante unos 5 días, siendo éste el período mínimo para obtener datos fiables que reflejen las características del sujeto[12].

La actigrafía se ha utilizado para estudiar los patrones de sueño/vigilia durante más de 20 años. La ventaja de la actigrafía ante la polisomnografía tradicional (PSG) es que actigrafía puede registrar datos de forma continua durante las 24 horas del día, durante días, semanas o incluso más tiempo[13]. También se considera el método de elección para la evaluación y diagnóstico de los trastornos circadianos como la cronodisrupción producida en el trabajo a turnos, el síndrome de fase de sueño avanzada o retrasada, el síndrome de funcionamiento libre y ritmos circadianos irregulares[14].

Sin embargo, como con cualquier otra medida, la actigrafía está sujeta artefactos, por ejemplo, la dificultad para diferenciar entre el comienzo del descanso nocturno y el hecho de quitarse el sensor cuando tomamos una ducha justo antes de irse a la cama, los movimientos de la pareja en la cama o cuando dormimos en un coche o en tren, etc.[15].

Otros métodos son los registros de actividad de 7 días, en los que el sujeto anota el horario, tipo e intensidad de actividad física diaria realizada durante una semana, incluyendo los días de semana y fines de semana.

Métodos para medir "las salidas del reloj"

Termometría central y periférica

Uno de los ritmos marcadores más comúnmente usado es el ritmo de la temperatura central, cuyo perfil se ha descrito desde hace años[16,17] siendo sus valores más altos durante el día y los más bajos en la noche.

En los seres humanos, la temperatura central se mide generalmente por medio de sondas rectales usadas durante varios días, lo cual es obviamente incómodo. Recientemente el ritmo de la temperatura periférica de la piel se ha propuesto como un ritmo marcador y como alternativa a la medición de la temperatura central[18-21]. Este ritmo se produce por la alternancia entre la vasodilatación y vasoconstricción generada por el equilibrio parasimpático-simpático. El predominio de la actividad simpática durante el día se asocia con temperaturas más bajas, mientras que su inhibición y la activación simultánea del sistema parasimpático se asocian con una mayor temperatura. Por otra parte, el aumento de temperatura de la piel constituye una señal que favorece el comienzo del sueño nocturno a través de la estimulación de las áreas hipotalámicas[22].

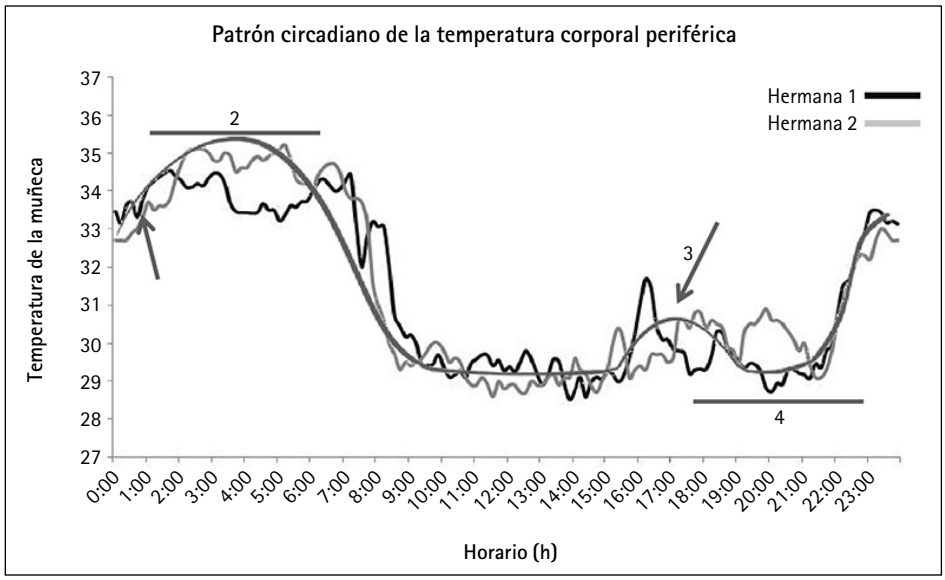


Fig. 3.—Onda de temperatura de la piel de la muñeca (WT) de 24 h de dos hermanas monocigóticas registrada de forma continua durante siete días[69]. el ritmo de temperatura de la piel normal experimenta un fuerte aumento justo al inicio del sueño, mantiene niveles altos durante el sueño nocturno y muestra un segundo pico de la tarde.

El patrón circadiano de la temperatura periférica de la piel presenta algunas fases características (fig. 3)[18]. Aumenta antes de dormir y permanece elevado durante la noche. Al despertar, la temperatura desciende bruscamente y se mantiene baja durante el día. Es alrededor de las 20-21h, cuando la temperatura periférica alcanza su valor más bajo es lo que normalmente hace difícil el ir a dormir, fase conocida como zona del máximo despertar.

El procedimiento más utilizado para registrar la temperatura de la piel consiste en un pequeño sensor, colocado en la superficie interna de la muñeca de la mano no dominante mediante un brazalete o reloj. El sensor también puede colocarse en cualquier otra región periférica como el brazo, tobillo o un dedo[18,19]. Esta medida permite obtener fácilmente los datos para caracterizar los biorritmos en una gran variedad de grupos de población incluyendo bebés[23] o jóvenes[8,19], así como para identificar la CD asociada a diferentes patologías como la hipertensión[24], síndrome metabólico y la obesidad[20,21,25,26]. Por otra parte, se ha demostrado que el ritmo de temperatura de la piel de la muñeca (Wrist Temperature: WT) presenta un componente endógeno incluso en la presencia de diversas influencias externas. Por lo tanto, WT se ha propuesto como una técnica informativa y mínimamente invasiva para medir el ritmo circadiano en los sujetos en condiciones de vida habitual[27].

Melatonina

La melatonina es considerada la hormona de la noche, y se considera como el mejor "marcador de fase" del sistema circadiano. Sin embargo, su perfil de expresión está muy influenciado por exposición a la luz y, en menor medida, por la posición del cuerpo, la actividad física, el sueño, la cafeína y determinados medicamentos como los betabloqueantes[28-31]. Los valores plasmáticos de melatonina muestran un perfil circadiano, con valores bajos durante el día y altos durante la noche, alcanzando los valores más elevados alrededor de las 02:00-04:00 AM, lo que suele coincidir con el centro del sueño. En los seres humanos, la melatonina contribuye al ritmo de la temperatura corporal, ya que es responsable de la vasodilatación de la piel de las extremidades a través de la activación de las neuronas termosensibles presentes en las zonas del cerebro implicadas en la regulación del sueño. El horario de secreción de la melatonina está estrechamente relacionado con la propensión a dormir y coincide con una caída en la temperatura corporal central, con el grado de excitación y con el rendimiento (32). De hecho, desde 1992 sabemos que los ritmos circadianos de melatonina y la temperatura corporal se acoplan a la inversa.

Las propiedades hipotérmicas de la melatonina son las responsables de la generación de al menos un 40% de la amplitud del ritmo circadiano de la temperatura corporal. La manipulación de melatonina podría ser clínicamente útil para volver a sincronizar el ritmo de la temperatura corporal en condiciones de desincronización.

Los valores de melatonina pueden medirse de forma fiable en el plasma, saliva y orina (en este último caso como su metabolito, 6-sulfatoximelatonin). El mejor horario para medir la melatonina como marcador del ritmo circadiano coincide con su rápido aumento al anochecer. Sus valores se alteran por la exposición a la luz de una intensidad y espectro determinado, en general se acepta que las muestras de melatonina se tomen durante un período de oscuridad bajo una luz tenue (< 50 lux), protocolo conocido como DLMO (Dim Light Melatonin Onset)[33]. Para iniciar el muestreo es suficiente hacerlo de 2 a 3 horas antes de la hora normal de acostarse del sujeto (alrededor de 19:30-22:00h), suponiendo que el individuo no muestra alteraciones de fase.

Cortisol

El cortisol es un corticosteroide que muestra un perfil circadiano robusto caracterizado por un pico máximo al despertar, cuyos valores van disminuyendo a lo largo del día y alcanzando su valor más bajo aproximadamente 2 horas después de irnos a dormir. La importancia fisiológica de este aumento consiste en la preparación del cuerpo para afrontar el día en cuanto al aumento de la presión arterial, las concentraciones plasmáticas de glucosa, el gasto cardíaco, etc. Debido a su robustez, este ritmo también se considera un buen marcador del sistema circadiano.

Al igual que otras variables mencionadas anteriormente, los valores de cortisol pueden verse afectados por factores externos, como la sincronización de los alimentos[34], situaciones de estrés, exposición a la luz en momentos determinados del día[35], comidas hiperproteicas o la obesidad[36]. Otras situaciones no patológicas tales como el envejecimiento también afectan a los valores de cortisol. El perfil de sueño-vigilia puede también modificar el ritmo de cortisol. La privación del sueño, el predominio de un sueño ligero, y un cierto número de despertares nocturnos aumentará los niveles de cortisol[37].

El cortisol puede medirse en suero o saliva, siendo los momentos más idóneos para la medición de su perfil circadiano aquellos que se encuentran justo antes del despertar, coincidiendo con sus valores máximos, y al final de la día/comienzo de la noche, cuando su alcanza su mínimo en sangre.

Patrones de sueño y vigilia (variables integradas)

El sueño no está claramente definido como una "salida" de nuestro reloj interno. Sin embargo, es modificable por el sujeto, y también puede cambiar la exposición a determinados sincronizadores externos como la luz, siendo capaz de influir en la función del reloj interno. Por otra parte, es evidente que la sincronización del ciclo sueño/vigilia y el reloj interno es esencial para que un individuo sea capaz de mantener su sueño/vigilia cuando desee. Por ejemplo, viajar a través de zonas horarias o trabajar por turnos durante la noche, desincroniza los patrones de sueño/vigilia y la reactivación de los ritmos circadianos del reloj interno dando lugar a una señal de alerta muy baja cuando un individuo desea estar despierto y demasiado alta para permitir un sueño consolidado.

Por todo esto, puede ser relevante en los estudios cronobiológicos y nutricionales medir el patrón circadiano de sueño/vigilia. Para conseguir este objetivo se utiliza la polisomnografía (PSG). Consiste en la grabación completa de los cambios biofisiológicos que se producen durante el sueño. La PSG mide muchas funciones del cuerpo incluyendo el cerebro (EEG), los movimientos oculares (EOG), la actividad muscular o la activación del músculo esquelético (EMG) y el ritmo del corazón (ECG) durante el sueño.

A pesar de que la PSG es la medida más idónea para medir objetivamente el sueño, no es práctica a largo plazo y su realización en el hogar es muy complicada. Por ello, se han desarrollado técnicas alternativas. La actigrafía es hoy en día una excelente herramienta para la recopilación de datos referentes a la actividad del ciclo sueño/vigilia en los individuos normales. Sin embargo, existen una serie de cuestiones metodológicas que aún no se han resuelto para justificar su uso en la investigación clínica.

Con el fin de aumentar la fiabilidad de la monitorización de los ritmos circadianos, se han propuesto recientemente variables integradas procedentes de la transformación de variables individuales. Por ejemplo, el algoritmo de TAP (Temperatura-Actividad-Posición), propuesto por Ortiz-Tudela y cols.[19], basado en la integración, después de la normalización de las siguientes variables: temperatura de la piel, la actividad motora y la posición del cuerpo (fig. 4). La primera de estas variables, temperatura de la piel, es de origen endógeno, mientras que la actividad motora se modifica voluntariamente pero también está bajo control endógeno. Por último, de las tres variables usadas en la integración, la posición del cuerpo es la variable que más estrechamente depende del control voluntario. TAP se puede modular y puede amplificarse mediante la incorporación de nuevas variables que complementan aún más la información. TAP nos permite no sólo determinar cómo funciona el sistema circadiano del individuo, sino también deducir el ritmo de sueño-vigilia con una precisión superior al 90% de acuerdo con registro el polisomnográfico. Esta técnica constituye la base del procedimiento del control circadiano ambulatorio (CCA), recientemente aplicado en la evaluación de la madurez circadiana en recién nacidos[23], y en patologías como el síndrome metabólico[21].

Métodos para medir "fallos en el reloj interno"

Genética del reloj molecular

La capacidad de experimentar oscilaciones rítmicas es una característica intrínseca de la materia viva. Una declaración fundamental de la cronobiología es "muchos ritmos persisten incluso en completo aislamiento de los principales ciclos ambientales conocidos". Según este concepto pueden existir ritmos naturales independientes de los períodos definidos por ciclos geofísicos; esto significa que la materia viva tiene su propio tiempo, es decir, el "tiempo biológico". En este sentido, se ha planteado la hipótesis de la existencia de un *Cronoma* dentro del Genoma.

En las últimas dos décadas, los estudios bioquímicos, genéticos y moleculares han experimentado avances importantes hacia la elucidación de las bases moleculares de la ritmicidad en los seres vivos. A través de estudios realizados en la década de 1970 centrados en la variabilidad circadiana de hormonas como el cortisol, la melatonina o la hormona del crecimiento (GH), o los

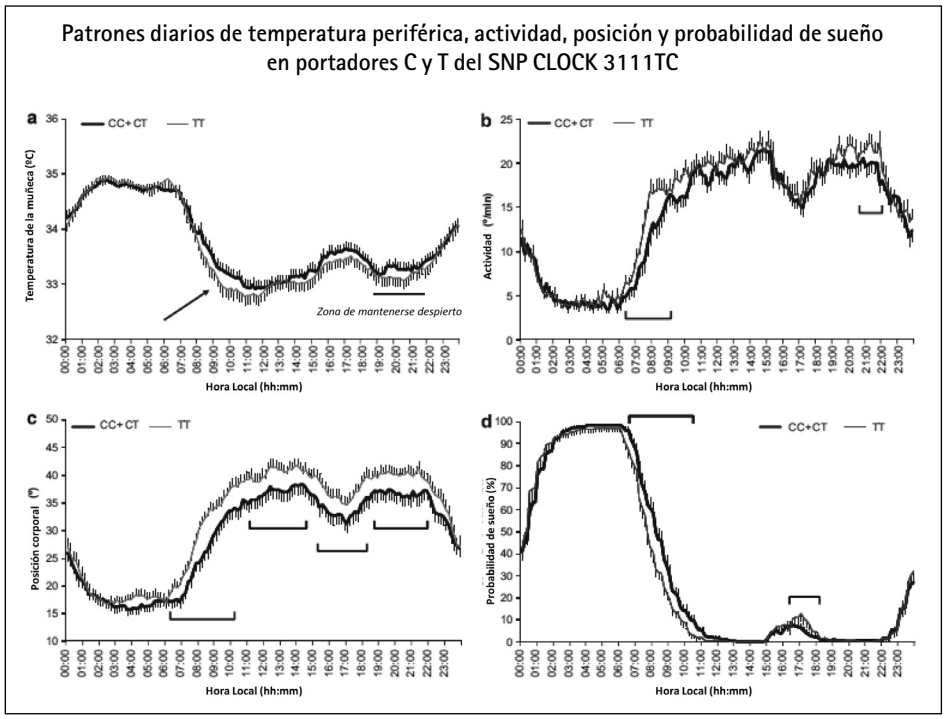


Fig. 4.—Temperatura de la piel, actividad motora y posición del cuerpo en CLOCK 3111TC[60].

relacionados con el descubrimiento y descripción de las bases fisiológicas del núcleo supraquiasmático (NSQ), la cronobiología actual ha evolucionado de forma espectacular gracias a las nuevas técnicas de biología genética y molecular.

Un gran avance en la comprensión de la base molecular de los ritmos circadianos fue la identificación por Konopa y Benzer en 1971[38] de una región cromosómica encargada de controlar el momento del período de eclosión en *Drosophila*, seguido por la clonación de los primeros genes reloj en *Drosophila melanogaster* en 1984[39]. Hoy, gracias a estas técnicas moleculares, somos capaces de estudiar la expresión de los conocidos genes reloj implicados en la maquinaria circadiana. Además sabemos que, en los mamíferos, los componentes básicos de la maquinaria molecular del reloj operan en casi todas las células del cuerpo a través de una compleja red de ciclos de transcripción-traducción y modulan la expresión de genes específicos y sus productos metabólicos para que oscilen en un ritmo de 24 horas.

Hoy en día, los modelos experimentales nos permiten evaluar la expresión de los genes reloj no sólo en el animal vivo, sino también fuera del cuerpo (técnicas *in vitro*), siendo además capaces de analizar las fluctuaciones de 24h en la expresión génica y evaluar la presencia o ausencia de relojes periféricos en los diferentes órganos y tejidos. Por otra parte, podemos utilizar modelos experimentales para encender y apagar los componentes específicos de la maquinaria del reloj, para identificar sus efectos sobre fenotipos metabólicos y enfermedades. Desde el punto de vista de la epidemiología genética, el estudio de polimorfismos de nucleótido simple (SNP), está contribuyendo a la identificación de los antecedentes genéticos de cronotipos (matutinidad o vespertinidad), alteraciones del sueño o trastornos del estado de ánimo estacionales.

Más recientemente, los enfoques epigenéticos y nutrigenéticos también nos permiten estudiar nuevas interacciones y capas de complejidad que pueden tener un impacto significativo en la cronobiología, así como la fisiopatología. La epigenética es el estudio de los cambios heredables en la expresión génica o en el fenotipo celular causado por mecanismos distintos de los cambios en la secuencia de ADN subyacente. Es por tanto la regulación heredable de la expresión génica sin cambio en la secuencia de nucleótidos. Se ha observado que tanto *CLOCK* como *SIRT* tienen efectos epigenéticos en la acetilación y desacetilación de las histonas, respectivamente. Los microARNs pueden convertirse en nuevas dianas terapéuticas para los desórdenes en el reloj circadiano. El conocimiento del epigenoma circadiano podría darnos nuevas respuestas a las conexiones entre la genética, la ritmicidad circadiana y la obesidad.

Por otra parte, el poder tecnológico de otras "ómicas" (por ejemplo, la metabolómica, proteómica) se está convirtiendo en esencial para desarrollar nuestra capacidad de "ponerlo-todo-junto" y además estamos aprendiendo muy rápido sobre el horario de diferentes metabolitos como los aminoácidos, lípidos, xenobióticos, etc. en el hígado en ratones, y en el plasma y saliva de los seres humanos, lo que nos permite alcanzar un conocimiento más completo y refinado del ritmo circadiano y sus efectos fisiológicos. Estos avances han dado a la ciencia de la cronobiología un estímulo renovado que hace que esta ciencia sea cada vez más firme y atractiva.

Variantes génicas asociadas a la cronodisrupción

Algunos ejemplos de los SNPs en cronobiología son *CLOCK* 3111TC que se ha asociado con la vespertinidad y diferentes rasgos de la personalidad; el polimorfismo *PERIOD2* (*PER2 rs2304672*) que modera el circuito circadiano; *CRY1* (*rs8192440*) relacionado con la efectividad del tratamiento psicológico; *CRY2* asociado con la depresión del invierno y *SIRT1 rs10997875,* gen candidato para la fisiopatología de los trastornos del estado de ánimo.

Otros SNPs relacionados con la obesidad podrían ser los asociados a los trastornos del sueño. Algunos ejemplos son los receptores de serotonina, prepro-orexina o determinados SNPs de IL-6 que se asocian con el síndrome de apnea obstructiva del sueño. Otros SNPs son los que residen en *ROR1* y *PLCB1* los cuales se asocian con el insomnio.

Los trastornos del sueño o una duración del sueño corta, se asocian a varios polimorfismos relacionados con la obesidad. En este sentido, uno de los SNPs más estudiados es el del gen *CLOCK* (3111TC) el cual se asocia significativamente con una corta duración del sueño, con la vespertinidad, con varios rasgos psicológicos, con la pérdida de peso[40] y la obesidad[41,42].

Expresión de genes reloj en leucocitos y mucosa oral

Las neuronas que constituyen el núcleo supraquiasmático (NSQ) y las células de los osciladores periféricos muestran una ritmicidad autónoma que está controlada por la expresión cíclica de los genes reloj (*CLOCK, BMAL1, PER 1, PER 2, PER 3, CRY1 y CRY 2*). La implicación de estos genes en numerosos procesos fisiológicos (regulación del ciclo celular, adipogénesis, síntesis de glucocorticoides, la maduración de células B, etc.) y su probable desajuste en ciertas patologías aumentar el interés por cuantificar su expresión. Para ello, generalmente se utiliza la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)[43]. La más sencilla es la PCR en tiempo real (RT-PCR), que nos permite evaluar cualitativamente qué genes se están expresando en el momento del muestreo. Para saber qué genes se expresan y su cuantificación, normalmente se usa una PCR cuantitativa (PCR-Q) o una RT-PCR.

Debido a que no es posible evaluar la expresión de genes reloj en el NSQ *in vivo*, normalmente se usan muestras obtenidas de tejidos periféricos. En este caso, hay dos opciones primordiales: evaluar la expresión génica en los leucocitos o en la mucosa oral. En el primer caso, se toman periódicamente muestras de sangre, los leucocitos se aíslan del resto de las células de la sangre y entonces se aplica una de las técnicas anteriormente mencionadas. En el caso de la mucosa oral, lo más común es tomar pequeñas biopsias usando anestesia local[44], aunque, actualmente, se usan puntas de pipeta para raspar una pequeña cantidad de la mucosa, que proporciona suficiente tejido para analizar la expresión génica[45].

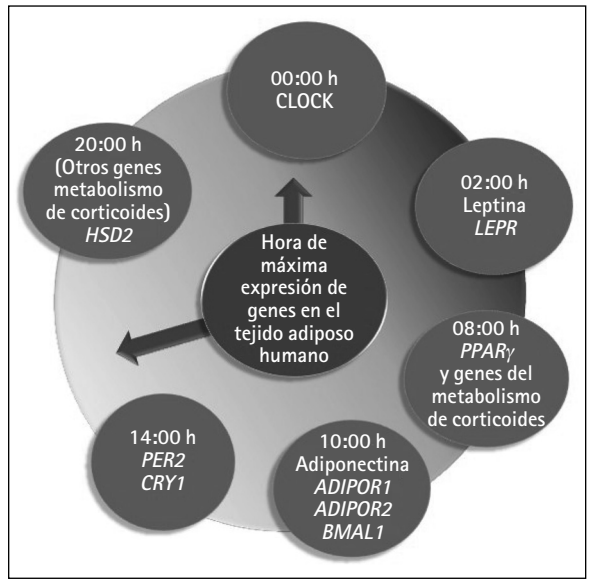


Fig. 5.—Presencia de un reloj circadiano activo en el tejido adiposo[47].

Expresión de genes reloj en el tejido adiposo (reloj periférico)

En los últimos años, uno de los descubrimientos más influyentes y relevantes para esta área de investigación es la presencia de un reloj circadiano activo en el tejido adiposo (fig. 5). En este sentido, nuestro grupo de investigación ha demostrado recientemente que el reloj circadiano puede oscilar con precisión y de forma independiente del NSQ en explantes de tejido adiposo (TA)[46]. Por otra parte, hemos proporcionado una visión global del orden temporal interno de los ritmos circadianos del TA de humanos incluidos genes implicados en los procesos tanto metabólicos como energéticos[47]. Por ello, la existencia de un orden temporal específico en los patrones diarios de estos genes parece ser crucial para el tejido adiposo para acumular o movilizar la grasa en el momento adecuado, un fenómeno conocido como compartimentación temporal.

Protocolos para medir los ritmos circadianos

Para evaluar el sistema circadiano, se usan técnicas que eliminen o reduzcan al mínimo la influencia de factores externos (denominados factores de enmascaramiento). Por esta razón, las mediciones se hacen normalmente en los sujetos en condiciones de rutina constante, por ejemplo, en la cama, sin dormir, bajo una constante luz tenue y los alimentos se ingieren en intervalos regulares en 24 horas[48]. Esta situación de rutina constante por lo general se mantiene durante 24, 36 o 48 horas, aunque esto, en sí mismo, puede introducir sus propios factores de enmascaramiento. Uno de esos factores es que el sujeto debe estar sin dormir y luchar para no dormirse. Para evitar esto, se han introducido en los protocolos múltiples siestas. Se trata de un protocolo de

rutina constante con múltiples siestas regulares durante un periodo de 24 horas o más.

En un intento de diferenciar los ciclos ambientales y ritmos endógenos, se han desarrollado protocolos alternativos (conocidos como desincronización forzada) en los que el sujeto vive 28 horas (o, menos frecuentemente, 20 horas) al día[48,49]. Realizando estos protocolos, se han observado episodios de sueño en todas las fases de los períodos endógenos. De esta manera se pueden distinguir muy bien los componentes circadianos (propios del reloj interno) de los derivados del efecto del sueño.

Análisis del ritmo circadiano

El análisis de los datos rítmicos requiere una metodología propia y diferente de las técnicas estadísticas y matemáticas convencionales. Para este propósito se utilizan dos procedimientos básicamente, uno basado en el ajuste a funciones sinusoidales (el método cosinor) y la otra basada en un análisis no paramétrico.

El análisis Cosinor es un procedimiento matemático basado en el ajuste de mínimos cuadrados de una función coseno a los datos originales. A partir del ajuste cosinor se definen tres parámetros principales: mesor, amplitud y acrofase[50]. El mesor es el valor medio del ritmo ajustado a la función sinusoidal. La amplitud es la diferencia entre el mesor y el máximo o el valor mínimo de la función cosenoidal. La acrofase es la localización temporal del valor máximo de la función. Teniendo en cuenta que el ritmo reposo-actividad del ser humano tiene una distribución asimétrica en las 24 horas (alrededor de 8 h reposo *vs.* 16 h actividad) y una forma que se parece más a una onda cuadrada que un cosinusoide puro, el método cosinor sólo proporciona una descripción aproximada y general del ritmo de reposo-actividad. Sin embargo, es un método relativamente sencillo que proporciona una gran cantidad de información cuantitativa.

Para facilitar una estimación más precisa de los parámetros rítmicos de las funciones fisiológicas que no muestran una forma de onda simétrica, cada vez se utilizan más los procedimientos no paramétricos. Aunque estos procedimientos se desarrollaron inicialmente para datos de actimetría[51], también son útiles para analizar otras variables biológicas. Los parámetros más frecuentes son la estabilidad interdiaria (ES), la variabilidad intradiaria (VI), las 5 horas consecutivas de menor actividad (L5), las 10 horas consecutivas de mayor actividad (M10), el inicio y punto medio de L5 y M10, la amplitud (AMP) y la amplitud relativa (AR). ES cuantifica la regularidad del ritmo, es decir, el grado de semejanza entre los patrones rítmicos en días individuales. Su rango comprende valores de 0 a 1, siendo alrededor de 0,6 el valor típico para los adultos sanos. VI determina la fragmentación del ritmo. Comprende valores de 0 a 2, y los valores típicos en sujetos sanos están por debajo de 1. L5 es el valor mínimo de actividad de una onda media durante 5 horas consecutivas dentro de un día completo de 24 h. M10 es el valor máximo de actividad durante 10 horas consecutivas dentro del ciclo de 24 h. El punto medio de L5 y M10 proporciona información fiable sobre la fase del ritmo, similar a la proporcionada por la acrofase y el nadir del método cosinor. AMP es la diferencia entre M10 y L5, mientras que RA se calcula dividiendo AMP por la suma de L5 y M10. Sus valores oscilan entre 0-1, y los valores más altos indican mayor amplitud del ritmo.

Scores y biomarcadores de cronodisrupción

Dada la importancia de un ritmo circadiano normal en el mantenimiento de peso corporal, podría ser de gran utilidad en la práctica clínica definir un biomarcador de la desregulación circadiana. Este biomarcador también podría utilizarse como herramienta para el seguimiento de los efectos producidos al realizar cambios en el estilo de vida con el fin de reducir el riesgo de la obesidad[52]. Con este propósito y para detectar el mejor biomarcador para evaluar la CD en la obesidad, nuestro grupo de investigación probó en una población femenina varios biomarcadores del sistema circadiano utilizados previamente en diferentes tipos de población. En este sentido, utilizamos técnicas fácilmente medibles y no invasivas, tales como (a) registro de sueño, para estudiar el ciclo sueño/vigilia, los cuales son una herramienta adecuada para evaluar la calidad y duración del sueño[53]; (b) un registro de alimentos, herramienta idónea para analizar el horario y la duración de la ingesta de alimentos[54]; (c) el cuestionario Horne-Ostberg, recomendado para definir la matutinidad-vespertinidad del sujeto[55,56]; (d) el análisis de la melatonina y cortisol salivar, definidos como buenos marcadores para evaluar la CD[57]; y finalmente (e) la medición de la ritmicidad de la temperatura de la piel, particularmente la temperatura de la muñeca (WT)[24].

Nuestros resultados muestran que de los diferentes biomarcadores estudiados, la medición de la ritmicidad de la temperatura de la piel, dos preguntas del registro del sueño (horarios de inicio y fin del sueño), junto con la determinación del cortisol salival de la mañana podría ser suficiente para caracterizar la cronobiología de la obesidad.

Después de incluir los diversos factores estudiados en un análisis factorial fuimos capaces de definir un Score o Puntuación de Cronodisrupción (CD). Los resultados obtenidos mostraron que los pacientes podían dividirse en dos poblaciones. De hecho, el punto de corte para dividir la población fue el valor de 40,3 puntos. Una puntuación más alta de este valor o punto de corte indicó mayor riesgo de CD. El análisis de correlación mostró que los pacientes con mayores puntuaciones CD tuvieron mayor riesgo de obesidad y síndrome metabólico. De hecho, el porcentaje de grasa corporal, los valores de glucosa en plasma y la presión arterial se correlacionaron positivamente con la puntuación final. Respecto a los triglicéridos, el colesterol total y el LDL colesterol se correlacionaron con las puntuaciones más altas, mien-

tras que el HDL colesterol se correlacionó con las puntuaciones más bajas.

Cuestionarios de matutinidad-vespertinidad

El cuestionario de matutinidad-vespertinidad (MEQ) es un cuestionario de autoevaluación desarrollado por Horne y Östberg en 1976[58]. Su objetivo principal es medir si el estado de alerta máximo de una persona es en la mañana, por la tarde o en medio de ambos. El estudio original mostró que el momento en que se da el máximo estado de alerta se correlaciona con momento de mayor pico de temperatura central corporal; los sujetos de tipo matutinos tienen un pico de temperatura anterior que los de tipo vespertino, mientras que los sujetos de tipo intermedio tienen los picos de temperatura entre los dos grupos. El MEQ se usa ampliamente en muchas áreas de la investigación psicológica y médica.

Más recientemente, se han desarrollado también nuevos cuestionarios. Es el caso del Cuestionario de Cronotipo de Munich (MCTQ)[7]. Éste incluye preguntas sobre la jornada de trabajo y horarios de sueño, detalles del trabajo y estilo de vida, etc. que proporcionan datos para ayudar a la comprensión de cómo los relojes biológicos funcionan en la vida social. El MCTQ categoriza cada participante en siete cronotipos, y utiliza datos referentes a la fase de sueño de los participantes y la falta de sueño de los mismos para estudiar qué cronotipo tiene cada participante.

References

1. Erren TC, Reiter RJ. Defining chronodisruption. *Journal of Pineal Research* 2009; 46:245-247
2. Touitou Y, Haus E. Aging of the human endocrine and neuroendocrine time structure. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1994; 719: 378-97.
3. Garaulet M, Gomez-Abellan P. Timing of food intake and obesity: A novel association. *Physiology & behavior* 2014.
4. Hofstra WA, de Weerd AW. How to assess circadian rhythm in humans: a review of literature. *Epilepsy & behavior: E&B* 2008; 13: 438-444.
5. Horne JA, Ostberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology* 1976; 4: 97-110.
6. Smith CS, Reilly C, Midkiff K. Evaluation of three circadian rhythm questionnaires with suggestions for an improved measure of morningness. *The Journal of Applied Psychology* 1989; 74: 728-38.
7. Roenneberg T, Wirz-Justice A, Merrow M. Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms* 2003; 18: 80-90.
8. Martinez-Nicolas A, Ortiz-Tudela E, Madrid JA, Rol MA. Crosstalk between environmental light and internal time in humans. *Chronobiology International* 2011; 28: 617-29.
9. Garaulet M, Gomez-Abellan P, Alburquerque-Bejar JJ, Lee YC, Ordovas JM, Scheer FA. Timing of food intake predicts weight loss effectiveness. *Int J Obes (Lond)* 2013; 37: 604-11.
10. Berteus Forslund H, Lindroos AK, Sjostrom L, Lissner L. Meal patterns and obesity in Swedish women-a simple instrument describing usual meal types, frequency and temporal distribution. *European Journal of Clinical Nutrition* 2002; 56: 740-7.
11. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. International journal of obesity and related metabolic disorders. *Journal of the International Association for the Study of Obesity* 2000; 24: 38-48.
12. Acebo C, Sadeh A, Seifer R, Tzischinsky O, Wolfson AR, Hafer A, Carskadon MA. Estimating sleep patterns with activity monitoring in children and adolescents: how many nights are necessary for reliable measures? *Sleep* 1999; 22: 95-103.
13. Ancoli-Israel S, Cole R, Alessi C, Chambers M, Moorcroft W, Pollak CP. The role of actigraphy in the study of sleep and circadian rhythms. *Sleep* 2003; 26: 342-92.
14. Morgenthaler TI, Lee-Chiong T, Alessi C, Friedman L, Aurora RN, Boehlecke B, Brown T, Chesson AL, Jr., Kapur V, Maganti R, Owens J, Pancer J, Swick TJ, Zak R. Practice parameters for the clinical evaluation and treatment of circadian rhythm sleep disorders. An American Academy of Sleep Medicine report. *Sleep* 2007; 30: 1445-59.
15. Sadeh A, Acebo C. The role of actigraphy in sleep medicine. *Sleep Medicine Reviews* 2002; 6: 113-24.
16. Krauchi K. How is the circadian rhythm of core body temperature regulated? Clinical autonomic research. *Official Journal of the Clinical Autonomic Research Society* 2002; 12: 147-9.
17. Waterhouse J, Drust B, Weinert D, Edwards B, Gregson W, Atkinson G, Kao S, Aizawa S, Reilly T. The circadian rhythm of core temperature: origin and some implications for exercise performance. *Chronobiology International* 2005; 22: 207-25.
18. Sarabia JA, Rol MA, Mendiola P, Madrid JA. Circadian rhythm of wrist temperature in normal-living subjects A candidate of new index of the circadian system. *Physiology & behavior* 2008; 95: 570-80.
19. Ortiz-Tudela E, Martinez-Nicolas A, Campos M, Rol MA, Madrid JA. A new integrated variable based on thermometry, actimetry and body position (TAP) to evaluate circadian system status in humans. *PLoS Comput Biol* 2010; 6: e1000996.
20. Corbalan-Tutau MD, Madrid JA, Ordovas JM, Smith CE, Nicolas F, Garaulet M. Differences in daily rhythms of wrist temperature between obese and normal-weight women: associations with metabolic syndrome features. *Chronobiology International* 2011; 28: 425-33.
21. Corbalan-Tutau MD, Gomez-Abellan P, Madrid JA, Canteras M, Ordovas JM, Garaulet M. Toward a chronobiological characterization of obesity and metabolic syndrome in clinical practice. *Clin Nutr* 2014.
22. Raymann RJ, Swaab DF, Van Someren EJ. Skin deep: enhanced sleep depth by cutaneous temperature manipulation. Brain. *A Journal of Neurology* 2008; 131: 500-13.
23. Zornoza-Moreno M, Fuentes-Hernandez S, Sanchez-Solis M, Rol MA, Larque E, Madrid JA. Assessment of circadian rhythms of both skin temperature and motor activity in infants during the first 6 months of life. *Chronobiology International* 2011; 28: 330-7.
24. Blazquez A, Martinez-Nicolas A, Salazar FJ, Rol MA, Madrid JA. Wrist skin temperature, motor activity, and body position as determinants of the circadian pattern of blood pressure. *Chronobiology International* 2012; 29: 747-56.
25. Bandin C, Martinez-Nicolas A, Ordovas JM, Madrid JA, Garaulet M. Circadian rhythmicity as a predictor of weight-loss effectiveness. *Int J Obes (Lond)* 2013.
26. Corbalán-Tutau MD G-AP, Madrid JA, Canteras M, Ordovás JM and Garaulet M. Toward a chronobiological characterization of obesity and metabolic syndrome in clinical practice. *Clinical Nutrition* In Press.
27. Martinez-Nicolas A, Ortiz-Tudela E, Rol MA, Madrid JA. Uncovering different masking factors on wrist skin temperature rhythm in free-living subjects. *PloS One* 2013; 8: e61142.
28. Monteleone P, Maj M, Fusco M, Orazzo C, Kemali D. Physical exercise at night blunts the nocturnal increase of plasma melatonin levels in healthy humans. *Life Sciences* 1990; 47: 1989-95.
29. Shilo L, Sabbah H, Hadari R, Kovatz S, Weinberg U, Dolev S, Dagan Y, Shenkman L. The effects of coffee consumption on sleep and melatonin secretion. *Sleep Medicine* 2002; 3: 271-3.
30. Zeitzer JM, Duffy JF, Lockley SW, Dijk DJ, Czeisler CA. Plasma melatonin rhythms in young and older humans during sleep, sleep deprivation, and wake. *Sleep* 2007; 30: 1437-43.
31. Cardinali DP, Pevet P. Basic aspects of melatonin action. *Sleep Medicine Reviews* 1998; 2: 175-90.

32. Dijk DJ, Cajochen C. Melatonin and the circadian regulation of sleep initiation, consolidation, structure, and the sleep EEG. *J Biol Rhythms* 1997; 12: 627-35.
33. Van Someren EJ, Nagtegaal E. Improving melatonin circadian phase estimates. *Sleep Medicine* 2007; 8: 590-601.
34. Bandin C, Scheer FA, Luque AJ, Avila-Gandia V, Zamora S, Madrid JA, Gomez-Abellan P, Garaulet M. Meal timing affects glucose tolerance, substrate oxidation and circadian-related variables: A randomized, crossover trial. *Int J Obes (Lond)* 2014.
35. Scheer FA, Buijs RM. Light affects morning salivary cortisol in humans. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 1999; 84: 3395-8.
36. Garcia-Prieto MD, Tebar FJ, Nicolas F, Larque E, Zamora S, Garaulet M. Cortisol secretary pattern and glucocorticoid feedback sensitivity in women from a Mediterranean area: relationship with anthropometric characteristics, dietary intake and plasma fatty acid profile. *Clinical Endocrinology* 2007; 66: 185-91.
37. Caufriez A, Moreno-Reyes R, Leproult R, Vertongen F, Van Cauter E, Copinschi G. Immediate effects of an 8-h advance shift of the rest-activity cycle on 24-h profiles of cortisol. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism* 2002; 282: E1147-1153.
38. Konopka RJ, Benzer S. Clock mutants of Drosophila melanogaster. *Proc Natl Acad Sci USA* 1971; 68: 2112-6.
39. Bargiello TA, Jackson FR, Young MW. Restoration of circadian behavioural rhythms by gene transfer in Drosophila. *Nature* 1984; 312: 752-4.
40. Garaulet M, Corbalan MD, Madrid JA, Morales E, Baraza JC, Lee YC, Ordovas JM. CLOCK gene is implicated in weight reduction in obese patients participating in a dietary programme based on the Mediterranean diet. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34: 516-23.
41. Bandin C, Martinez-Nicolas A, Ordovas JM, Ros Lucas JA, Castell P, Silvente T, Madrid JA, Garaulet M. Differences in circadian rhythmicity in CLOCK 3111T/C genetic variants in moderate obese women as assessed by thermometry, actimetry and body position. *Int J Obes (Lond)* 2012: 1-7.
42. Garaulet M, Esteban Tardido A, Lee YC, Smith CE, Parnell LD, Ordovas JM. SIRT1 and CLOCK 3111T > C combined genotype is associated with evening preference and weight loss resistance in a behavioral therapy treatment for obesity. *Int J Obes (Lond)* 2012.
43. Johnson CH. Forty years of PRCs—what have we learned? *Chronobiology International* 1999; 16: 711-43.
44. Bjarnason GA, Jordan RC, Wood PA, Li Q, Lincoln DW, Sothern RB, Hrushesky WJ, Ben-David Y. Circadian expression of clock genes in human oral mucosa and skin: association with specific cell-cycle phases. *The American Journal of Pathology* 2001; 158: 1793-801.
45. Cajochen C, Jud C, Munch M, Kobialka S, Wirz-Justice A, Albrecht U. Evening exposure to blue light stimulates the expression of the clock gene PER2 in humans. *The European Journal of Neuroscience* 2006; 23: 1082-6.
46. Gomez-Santos C, Gomez-Abellan P, Madrid JA, Hernandez-Morante JJ, Lujan JA, Ordovas JM, Garaulet M. Circadian rhythm of clock genes in human adipose explants. *Obesity (Silver Spring)* 2009; 17: 1481-5.
47. Garaulet M, Ordovas JM, Gomez-Abellan P, Martinez JA, Madrid JA. An approximation to the temporal order in endogenous circadian rhythms of genes implicated in human adipose tissue metabolism. *Journal of Cellular Physiology* 2011; 226: 2075-80.
48. Minors DS, Waterhouse JM. The use of constant routines in unmasking the endogenous component of human circadian rhythms. *Chronobiology International* 1984; 1: 205-16.
49. Waterhouse J, Jones K, Edwards B, Harrison Y, Nevill A, Reilly T. Lack of evidence for a marked endogenous component determining food intake in humans during forced desynchrony. *Chronobiology international* 2004; 21: 445-68.
50. Halberg F. Frequency spectra and cosinor for evaluating circadian rhythms in rodent data and in man during Gemini and Vostok flights. *Life Sciences and Space Research* 1970; 8: 188-214.
51. van Someren EJ, Hagebeuk EE, Lijzenga C, Scheltens P, de Rooij SE, Jonker C, Pot AM, Mirmiran M, Swaab DF. Circadian rest-activity rhythm disturbances in Alzheimer's disease. *Biol Psychiatry* 1996; 40: 259-70.
52. Ko CH, Takahashi JS. Molecular components of the mammalian circadian clock. *Human Molecular Genetics* 2006; 15 Spec No 2: R271-277.
53. Naismith SL, Rogers NL, Mackenzie J, Hickie IB, Lewis SJ. The relationship between actigraphically defined sleep disturbance and REM sleep behaviour disorder in Parkinson's Disease. *Clinical Neurology and Neurosurgery* 2010; 112: 420-3.
54. Baron KG, Reid KJ, Kern AS, Zee PC. Role of sleep timing in caloric intake and BMI. *Obesity (Silver Spring)* 2011; 19: 1374-81.
55. Eisenmann JC, Ekkekakis P, Holmes M. Sleep duration and overweight among Australian children and adolescents. *Acta Paediatrica* (Oslo, Norway: 1992) 2006; 95: 956-63.
56. Urban R, Magyarodi T, Rigo A. Morningness-eveningness, chronotypes and health-impairing behaviors in adolescents. *Chronobiology International* 2011; 28: 238-47.
57. Erren TC, Reiter RJ. Axelrod, the pineal and the melatonin hypothesis: lessons of 50 years to shape chronodisruption research. *Neuro Endocrinology Letters* 2010; 31: 585-7.
58. Horne JA. A self-assessment questionnaire to determine morningness–eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology* 1976; 4.
59. Lopez-Minguez J, Ordonana JR, Sanchez-Romera JF, Madrid JA, Garaulet M. Circadian system heritability as assessed by wrist temperature: A twin study. *Chronobiology International* 2014: 1-10.
60. Bandin C, Martinez-Nicolas A, Ordovas JM, Ros Lucas JA, Castell P, Silvente T, Madrid JA, Garaulet M. Differences in circadian rhythmicity in CLOCK 3111T/C genetic variants in moderate obese women as assessed by thermometry, actimetry and body position. *Int J Obes (Lond)* 2013; 37: 1044-50.

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

Rev Esp Nutr Comunitaria 2015;21(Supl. 1):288-290
ISSN 1135-3074

DOI: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5076

Utilidad y aplicación práctica de los resultados obtenidos en las encuestas alimentarias, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida a nivel poblacional

Javier Aranceta[1,2,6], Carmen Pérez Rodrigo[3], Goiuri Alberdi Aresti[4], Lluis Serra Majem[2,5,6], Gregorio Varela-Moreiras[7,8]

[1]Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. [2]Fundación para la Investigación Nutricional. Parc Científic de Barcelona. [3]Fundación FIDEC. Bilbao. [4]School of Medical Sciences, University of Aberdeen. Institute of Medical Sciences, Aberdeen, Scotland. UK. [5]Instituto de Investigaciones Biomédicas y Sanitarias. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. [6]CiberOBN. Instituto de Salud Carlos III. Madrid. [7]Departmento de Farmacia y Ciencias de la Salud. Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Madrid. [8]Fundación Española de la Nutrición (FEN).

Resumen

Los resultados y las conclusiones de los estudios nutricionales bien diseñados, utilizando la metodología adecuada para lograr los objetivos planteados, con la mayor validez y precisión posible, son de gran utilidad en los sistemas de vigilancia nutricional, alimentaria y toxicológica, en la planificación, seguimiento y evaluación de políticas nutricionales y proporcionan información de gran interés en el planteamiento de ingestas de referencia, objetivos nutricionales y guías alimentarias.

Palabras clave: *Ingesta nutricional. Planes de salud. Políticas nutricionales. Recomendaciones.*

USES AND APPLICATIONS OF THE RESULTS FROM FOOD SURVEYS, PHYSICAL ACTIVITY ESTIMATES AND OTHER LIFESTYLE RELATED SURVEYS AT A POPULATION LEVEL

Abstract

The results and conclusions of well design nutrition studies, using the appropriate methods to achieve the intended aims with the best validity and precision possible are of great value for nutritional, food and toxicological surveillance systems; also in the planning, follow-up and evaluation of nutrition and health policies and providing high value information for the formulation of recommended reference intakes, nutritional objectives and food based dietary guidelines.

Key words: *Dietary assessment. Health plans. Nutrition policies. Recommendations.*

Encuestas alimentarias, de salud y calidad de vida

Las encuestas alimentarias y los estudios nutricionales elaborados con mayor o menor complejidad son siempre proyectos exigentes que precisan la implicación de un gran número de personas y de recursos. El análisis de sus conclusiones y la disponibilidad de su base de datos serán siempre de gran utilidad para acciones posteriores, en especial si la calidad de los datos es una realidad consistente.

Igual que a nivel clínico los resultados obtenidos orientarán específicamente la intervención terapéutica, a nivel comunitario o poblacional, la expresión descriptiva o el análisis más complejo de los resultados nos ayudará a conocer mejor la realidad y a tomar decisiones que permitan mejorar el estado nutricional y de salud de una colectividad determinada. En este supuesto necesitaremos siempre la colaboración activa de las personas que puedan beneficiarse de las mejoras propuestas, en especial si tenemos en cuenta su posible aplicación de manera cómoda a la realidad objetivada[1] (fig. 1).

Veamos distintos planos de utilidad distribuidos por áreas estratégicas:

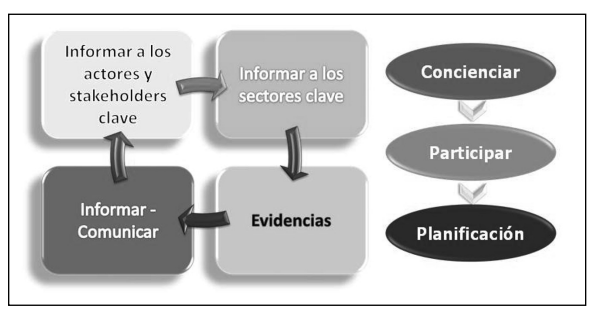


Fig. 1.—Usos y aplicaciones de los resultados de los estudios de alimentación y nutrición.

Correspondencia: Javier Aranceta.
Departamento de Medicina Preventiva y Salud Pública.
Universidad de Navarra. Pamplona.
Apartado 5199. 48080 Bilbao (España).
E-mail: jaranceta@unav.es

1. Encuestas Nacionales como las Hojas de Balance de Alimentos, encuesta alimentaria en las Hojas de Presupuestos Familiares (INE)[2], estudios de la cesta de la compra y consumo de alimentos dentro y fuera del hogar (MAGRAMA)[3,4] o los datos anuales de ventas de los mercados centrales de las distintas ciudades de España (MERCASA)[5].
2. Encuestas de Salud a nivel nacional o de diversas Comunidades Autónomas (CCAA) que incorporan en mayor o medida datos sobre consumo de alimentos, valores antropométricos, tipificación de la actividad física, consumo de alcohol, tabaco y otros ítems relacionados con la salud.
3. Encuestas representativas de diversos colectivos (niños, escolares, ancianos o población general) impulsadas por la administración como PERSEO[6], ENALIA[7,8], ALADINO[9] entre otros, o por Sociedades Científicas en colaboración con alguna empresa privada como ANIBES (Evaluación del Balance Energético, Antropometría y Alimentación de la Población Española) o el estudio ENPE (Estudio Nutricional de la Población Española).
4. Estudios de Dieta Total que permiten estimar la ingesta media de contaminantes en función de los valores medios de la dieta española o de las distintas CCAA que, comparados con los valores de la Ingesta Diaria Admisible (IDA), permiten políticas de control estables y recomendaciones a la población o a grupos de población más vulnerables, por parte de AECOSAN[10] y otras organizaciones científicas[11,12].
5. Políticas Alimentarias. La formulación de políticas alimentarias y nutricionales se nutren de la información suministrada por las encuestas alimentarias de diversa índole junto con otros indicadores socio-sanitarios. Las estrategias de producción e importación de alimentos, la regulación alimentaria y los programas de fortificación estarían incluidos en este epígrafe.
6. Programas de Educación Nutricional. Planes educativos incluidos en el sistema docente y en el entorno comunitario que faciliten los cambios hacia una alimentación más equilibrada, variada y saludable. Los datos de riesgo nutricional detectados ayudaran a formular contenidos específicos en los diferentes proyectos que se pongan en marcha.
7. Política ambiental. La mejora de los entornos y un marco legislativo apropiado pueden reorientar perfiles alimentarios y estilos de vida mejorables. El sistema sanitario, el sistema educativo y los entornos son clave para las mejoras y el mantenimiento de unas conductas más saludables, favoreciendo la disponibilidad y accesibilidad de aquellos alimentos cuyo consumo es deseable potenciar, así como la posibilidad de poner en práctica un estilo de vida más activo.
8. Sistemas de vigilancia de la producción agraria y el entorno vegetal. El Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). El impacto ambiental y la sostenibilidad de la producción de alimentos, así como la seguridad alimentaria y el consumo deben también ser priorizadas.

Contribución a la Nutrición Comunitaria

En otras ocasiones es necesario analizar los hábitos de consumo alimentario, las prácticas de actividad física y tal vez factores condicionantes relacionados, con el fin de evaluar la situación de partida y/o la efectividad de intervenciones encaminadas a modificar algunas conductas y conseguir un mejor perfil alimentario, un estilo de vida más activo y reducir el sedentarismo. También se utilizan herramientas para medir la ingesta de nutrientes específicos, aspectos concretos de la dieta o incluso el perfil general en el contexto de estudios epidemiológicos longitudinales, de casos y controles o en ensayos aleatorizados, con el fin de investigar la asociación entre la exposición a factores nutricionales o dietéticos y resultados de salud[13-17].

En las encuestas alimentarias y estudios transversales, a partir de la evaluación de la ingesta actual se pueden detectar deficiencias, grupos de riesgo y sus factores determinantes, sentando las bases de documentos o estándares nutricionales basados en la evidencia científica que puedan ser utilizados por los profesionales de salud o los profesionales del ámbito educativo. Aportan información de gran valor e interés para la formulación de políticas nutricionales, políticas de salud y en otros ámbitos relevantes.

1. Descripción de la ingesta actual, modelos alimentarios y sus factores determinantes.
2. Análisis de tendencias. Evolución del consumo de alimentos. Postulados ecológicos.
3. Transiciones alimentarias, de máximo interés para población inmigrante.
4. Programas de vigilancia nutricional.
5. Programas de seguridad alimentaria.
6. Programas de Higiene de los Alimentos.
7. Modelos de investigación dieta-salud-estado nutricional.

Habíamos comentado la aplicación de los estudios nutricionales para la formulación o revisión de estándares nutricionales, y también, para apoyar o confirmar la evidencia científica si se cumplieran las condiciones del método científico aplicable. Indudablemente los estudios nutricionales bien diseñados, de tamaño suficiente y con periodo de observación suficientemente largo, que incluyen indicadores de exposición de la dieta, biomarcadores, del estado nutricional y de resultados de salud adecuados y medidos con la metodología apropiada y que además utilizan procedimientos de análisis de datos pertinentes, son fundamentales para construir la evidencia científica que de soporte la elaboración de algunos documentos clave:

1. Estándares nutricionales, de tipificación ponderal o valores de referencia para indicadores bioquímicos, hematológicos o inmunológicos[18].
2. Elaboración o actualización de Objetivos Nutricionales como documento técnico para la prevención de enfermedades crónicas y la promoción de la salud.
3. Elaboración o revisión de Guías Alimentarias para la población como documento divulgativo que facilite el cumplimiento de los objetivos nutricionales; de la ciencia al plato.
4. Elaboración de pautas de actividad física por grupos de edad y sexo, de uso comunitario, en el entorno laboral o en la consulta sanitaria. En breve, la prescripción de actividad física individualizada será una realidad en todas las consultas de salud[18].
5. Colaboración con la Industria Alimentaria para conseguir la mejora en la formulación de los productos elaborados o la puesta en marcha de nuevos productos de interés para la salud.
6. Informar y sensibilizar desde los medios de comunicación especializados sobre la evidencia disponible, la realidad detectada y las acciones de mejora participativa que en cada momento se consideren más adecuadas para la población o grupos de población.

En conclusión, los estudios nutricionales son una herramienta imprescindible para la promoción de la salud y sería recomendable que en su mayor parte fuesen coordinados desde instituciones públicas para evitar la proliferación de estudios de carácter limitado que suponen un gasto económico y un esfuerzo importante que no facilita el objetivo del interés común sostenible. La puesta en marcha de una encuesta nutricional periódica en España, similar a los proyectos NHANES, es una asignatura pendiente en nuestro país que esperemos quede solucionado en un breve periodo de tiempo, tomando como base los importantes estudios que se han llevado a cabo en los últimos años por distintas instituciones y grupos de investigación.

Referencias

1. Aranceta J. Nutrición Comunitaria (3ª edición). Barcelona: Elsevier-Masson, 2013.
2. INE. Encuesta de Presupuestos Familiares (EPF). INEbase. Disponible en: [www.ine.es] (Accedido 15 Enero 2015).
3. La Alimentación mes a mes en España Año 2014. Madrid: MAGRAMA, 2014. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/alimentacion/temas/consumo-y-comercializacion-y-distribucion-alimentaria/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/] (Accedido 15 Enero 2015).
4. del Pozo de la Calle S, García Iglesias V, Cuadrado Vives C, Ruiz Moreno E, Valero Gaspar T, Ávila Torres JM, Varela Moreiras G. Valoración Nutricional de la Dieta Española de acuerdo al Panel de Consumo Alimentario. Madrid: Fundación Española de la Nutrición (FEN)- MAGRAMA, 2012. Disponible en: [http://www.fen.org.es/imgPublicaciones/30092012125258.pdf] (Accedido 15 Enero 2015).
5. Informe 2013 sobre Producción, Industria, Distribución y Consumo de Alimentación en España. Madrid: MERCASA, 2013. Disponible en: [http://www.mercasa.es] (Accedido 15 Enero 2015).
6. Aranceta J, Pérez Rodrigo C, Campos Amado J, Calderón Pascual V, en nombre del Grupo Colaborativo Proyecto PERSEO. Proyecto PERSEO. Diseño y metodología del estudio de evaluación. *Revista Española de Nutrición Comunitaria* 2013; 19: 76-87.
7. AECOSAN. "ENALIA" Encuesta Nacional de Alimentación en la población Infantil y Adolescente. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia.shtml] (Accedido 15 Enero 2015).
8. AECOSAN. "ENALIA 2" Encuesta Nacional de Alimentación en la población adulta y mujeres embarazadas. Disponible en: [http://aesan.msssi.gob.es/AESAN/web/evaluacion_riesgos/subseccion/enalia_2.shtml] (Accedido 15 Enero 2015).
9. Ortega Anta RM, López Sobaler AM, Perea Sánchez JM, González Rodríguez LG, Villalobos Cruz T, Pérez Farinós N, et al. Estudio Aladino. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2011. Madrid: AECOSAN, 2013. Disponible en: [http://www.observatorio.naos.aesan.msssi.gob.es/docs/documentos/estudio_ALADINO.pdf] (Accedido 15 Enero 2015).
10. Estudio de Dieta Total. Madrid: AESAN-Fundación Bamberg, 2007. Disponible en: [http://www.fundacionbamberg.org/innovacion/estudios-publicaciones/estudios/estudio-dieta-total] (Accedido 15 Enero 2015).
11. Varela Moreiras G (coord.). Libro Blanco de la Nutrición en España. Madrid: FEN-AESAN-Ministerio de Sanidad y consumo, 2013. Disponible en: [http://www.fundacionbamberg.org/innovacion/estudios-publicaciones/estudios/estudio-dieta-total] (Accedido 15 Enero 2015).
12. SEQC. Recomendaciones para reducir la exposición al metilmercurio en España. Dec 2014. Disponible en: [http://www.seqc.es/es/Actualidad/2/266/Recomendaciones_para_reducir_la_exposicion_al_metilmercurio_en_Espana/] (Accedido Enero 19 2015).
13. Serra Majem Ll, Aranceta Bartrina J (eds). Nutrición y salud pública: Métodos, bases científicas y aplicaciones. 2 ed. Barcelona: Elsevier- Masson; 2006.
14. Gibson RS. Principles of nutritional assessment (2nd edition). New York: Oxford University Press, 2005.
15. Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, Covas MI, Corella D, Arós F, et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease with a Mediterranean Diet. *N Engl J Med* 2013; 368: 1279-90 DOI: 10.1056/NEJMoa1200303.
16. Batlle J, Ferrari P, Chajes V, Park JY, Slimani N, McKenzie F et al. Dietary folate intake and breast cancer risk: European prospective investigation into cancer and nutrition. *J Nal Cancer Inst* 2015; 107 (1).
17. Falbe J, Willett WC, Rosner B, Gortmaker SL, Sonneville KR, Field AE. Longitudinal relations of television, electronic games, and digital versatile discs with changes in diet in adolescents. *Am J Clin Nutr* 2014; 100 (4): 1173-81. doi: 10.3945/ajcn.114.088500. Epub 2014 Aug 13.
18. Institute of Medicine (IOM). The development of DRIs 1994–2004: Lessons learned and new challenges—workshop summary. Washington, DC: The National Academies Press, 2008.
19. Hallal PC, Lee IM. Prescription of physical activity: an undervalued intervention. *Lancet* 2013; 381 (9864): 356-7. doi: 10.1016/S0140-6736(12)61804-2. Epub 2012 Nov 28.

Normas de Publicación para Autores de:
Revista Española de
nutrición comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition

La Revista Española de Nutrición Comunitaria, es la publicación científica oficial de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria y del Grupo Latinoamericano de Nutrición Comunitaria.

Publica trabajos en castellano e inglés sobre temas relacionados con el vasto campo de la nutrición. El envío de un manuscrito a la revista implica que es original y no ha sido publicado, ni está siendo evaluado para publicación, en otra revista y deben haberse elaborado siguiendo los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas en su última versión (versión oficial disponible en inglés en http://www.icme.org; correspondiente traducción al castellano en: http://www.metodo.uab.es/enlaces/Requisitos_de_Uniformidad_2006.pdf).

1. REMISIÓN Y PRESENTACIÓN DE MANUSCRITOS

Los trabajos se remitirán por vía electrónica a través del correo electrónico: redacción@renc.es

Cada parte del manuscrito empezará una página, respetando siempre el siguiente orden:

1.1 Carta de presentación

Deberá indicar el Tipo de Artículo que se remite a consideración y contendrá:

- Una breve explicación de cuál es su aportación así como su relevancia dentro del campo de la nutrición.
- Declaración de que es un texto original y no se encuentra en proceso de evaluación por otra revista, que no se trata de publicación redundante, así como declaración de cualquier tipo de conflicto de intereses o la existencia de cualquier tipo de relación económica.
- Conformidad de los criterios de autoría de todos los firmantes y su filiación profesional.
- Cesión a la revista **Revista Española de Nutrición Comunitaria** de los derechos exclusivos para editar, publicar, reproducir, distribuir copias, preparar trabajos derivados en papel, electrónicos o multimedia e incluir el artículo en índices nacionales e internacionales o bases de datos.
- Nombre completo, dirección postal y electrónica, teléfono e institución del autor principal o responsable de la correspondencia.
- Cuando se presenten estudios realizados en seres humanos, debe enunciarse el cumplimiento de las normas éticas del Comité de Investigación o de Ensayos Clínicos correspondiente y de la Declaración de Helsinki vigente, disponible en: http://www.wma.net/s/index.htm.

1.2 Página de título

Se indicarán, en el orden que aquí se cita, los siguientes datos: título del artículo (en castellano y en inglés); se evitarán símbolos y acrónimos que no sean de uso común.

Nombre completo y apellido de todos los autores, separados entre sí por una coma. Se aconseja que figure un máximo de ocho autores, figurando el resto en un anexo al final del texto.

Mediante números arábigos, en superíndice, se relacionará a cada autor, si procede, con el nombre de la institución a la que pertenecen.

Podrá volverse a enunciar los datos del autor responsable de la correspondencia que ya se deben haber incluido en la carta de presentación.

En la parte inferior se especificará el número total de palabras del cuerpo del artículo (excluyendo la carta de presentación, el resumen, agradecimientos, referencias bibliográficas, tablas y figuras).

1.3 Resumen

Será estructurado en el caso de originales, originales breves y revisiones, cumplimentando los apartados de Introducción, Objetivos, Métodos, Resultados y Discusión (Conclusiones, en su caso). Deberá ser comprensible por sí mismo y no contendrá citas bibliográficas.

Encabezando nueva página se incluirá la traducción al inglés del resumen y las palabras clave, con idéntica estructuración.

1.4 Palabras clave

Debe incluirse al final de resumen un máximo de 5 palabras clave que coincidirán con los Descriptores del Medical Subjects Headings (MeSH): http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=mesh

1.5 Abreviaturas

Se incluirá un listado de las abreviaturas presentes en el cuerpo del trabajo con su correspondiente explicación. Asimismo, se indicarán la primera vez que aparezcan en el texto del artículo.

1.6 Texto

Estructurado en el caso de originales, originales breves y revisiones, cumplimentando los apartados de Introducción, Objetivos, Métodos, Resultados y Discusión (Conclusiones, en su caso).

Se deben citar aquellas referencias bibliográficas estrictamente necesarias teniendo en cuenta criterios de pertinencia y relevancia.

En la metodología, se especificará el diseño, la población a estudio, los métodos estadísticos empleados, los procedimientos y las normas éticas seguidas en caso de ser necesarias.

1.7 Anexos

Material suplementario que sea necesario para el entendimiento del trabajo a publicar.

1.8 Agradecimientos

Esta sección debe reconocer las ayudas materiales y económicas, de cualquier índole, recibidas. Se indicará el organismo, institución o empresa que las otorga y, en su caso, el número de proyecto que se le asigna. Se valorará positivamente haber contado con ayudas.

Toda persona física o jurídica mencionada debe conocer y consentir su inclusión en este apartado.

1.9 Bibliografía

Las citas bibliográficas deben verificarse mediante los originales y deberán cumplir los Requisitos de Uniformidad del Comité Internacional de Directores de Revistas Médicas, como se ha indicado anteriormente.

Las referencias bibliográficas se ordenarán y numerarán por orden de aparición en el texto, identificándose mediante números arábigos en superíndice.

Las referencias a textos no publicados ni pendiente de ello, se deberán citar entre paréntesis en el cuerpo del texto.

Para citar las revistas médicas se utilizarán las abreviaturas incluidas en el *Journals Database,* disponible en: http://www. ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?db=journals.

En su defecto en el catálogo de publicaciones periódicas en bibliotecas de ciencias de la salud españolas: http://www.c17.net/c17/.

▶▶▶

1.10 Tablas y Figuras

El contenido será autoexplicativo y los datos no deberán ser redundantes con lo escrito. Las leyendas deberán incluir suficiente información para poder interpretarse sin recurrir al texto y deberán estar escritas en el mismo formato que el resto del manuscrito.

Se clasificarán con números arábigos, de acuerdo con su orden de aparición, siendo esta numeración independiente según sea tabla o figura. Llevarán un título informativo en la parte superior y en caso de necesitar alguna explicación se situará en la parte inferior. En ambos casos como parte integrante de la tabla o de la figura.

Se remitirán en fichero aparte, preferiblemente en formato JPEG, GIFF, TIFF o PowerPoint, o bien al final del texto incluyéndose cada tabla o figura en una hoja independiente.

1.11 Autorizaciones y declaración de conflictos de intereses

Si se aporta material sujeto a copyright o que necesite de previa autorización para su publicación, se deberá acompañar, al manuscrito, las autorizaciones correspondientes.

Se incluirá, al final de cada trabajo y previa a la bibliografía la declaración de intereses del autor/autores del trabajo.

2. TIPOS Y ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

2.1 Original: Trabajo de investigación cuantitativa o cualitativa relacionado con cualquier aspecto de la investigación en el campo de la nutrición.

2.2 Original breve: Trabajo de la misma característica que el original, que por sus condiciones especiales y concreción, puede ser publicado de manera más abreviada.

2.3 Revisión: Trabajo de revisión, preferiblemente sistemática, sobre temas relevantes y de actualidad para la nutrición.

2.4 Notas Clínicas: Descripción de uno o más casos, de excepcional interés que supongan una aportación al conocimiento clínico.

2.5 Perspectiva: Artículo que desarrolla nuevos aspectos, tendencias y opiniones. Sirviendo como enlace entre la investigación y la sociedad.

2.6 Editorial: Artículo sobre temas de interés y actualidad. Se escribirán a petición del Comité Editorial.

2.7 Carta al Director: Observación científica y de opinión sobre trabajos publicados recientemente en la revista, así como otros temas de relevante actualidad.

2.8 Carta Científica: La multiplicación de los trabajos originales que se reciben nos obligan a administrar el espacio físico de la revisa. Por ello en ocasiones pediremos que algunos originales se reconviertan en carta científica cuyas características son:

- Título
- Autor (es)
- Filiación
- Dirección para correspondencia
- Texto máximo 400 palabras
- Una figura o una tabla
- Máximo cinco citas

La publicación de una Carta Científica no es impedimento para que el artículo *in extenso* pueda ser publicado posteriormente en otra revista.

2.9 Artículo de Recensión: Comentarios sobre libros de interés o reciente publicación. Generalmente a solicitud del Comité editorial aunque también se considerarán aquellos enviados espontáneamente.

2.10 Artículo Especial: El Comité Editorial podrá encargar, para esta sección, otros trabajos de investigación u opinión que considere de especial relevancia. Aquellos autores que de forma voluntaria deseen colaborar en esta sección, deberán contactar previamente con el Director de la revista.

2.11 Artículo Preferente: Artículo de revisión y publicación preferente de aquellos trabajos de una importancia excepcional. Deben cumplir los requisitos señalados en este apartado, según el tipo de trabajo. En la carta de presentación se indicará de forma notoria la solicitud de Artículo Preferente. Se publicarán en el primer número de la revista posible.

EXTENSIÓN ORIENTATIVA DE LOS MANUSCRITOS

Tipo de artículo	Resumen	Texto	Tablas y figuras	Referencias
Original	Estructurado 250 palabras	Estructurado 4.000 palabras	5	35
Original breve	Estructurado 150 palabras	Estructurado 2.000 palabras	2	15
Revisión	Estructurado 250 palabras	Estructurado 6.000 palabras	6	150
Notas clínicas	150 palabras	1.500 palabras	2	10
Perspectiva	150 palabras	1.200 palabras	2	10
Editorial	—	2.000 palabras	2	10 a 15
Carta al Director	—	400 palabras	1	5

Eventualmente se podrá incluir, en la edición electrónica, una versión más extensa o información adicional.

3. PROCESO EDITORIAL

El Comité de Redacción acusará recibo de los trabajos recibidos en la revista e informará, en el plazo más breve posible, de su recepción.

Todos los trabajos recibidos, se someten a evaluación por el Comité Editorial y por al menos dos revisores expertos.

Los autores puden sugerir revisores que a su juicio sean expertos sobre el tema. Lógicamente, por motivos éticos obvios, estos revisores propuestos deben ser ajenos al trabajo que se envía. Se deberá incluir en el envío del original nombre y apellidos, cargo que ocupan y email de los revisores que se proponen.

Previamente a la publicación de los manuscritos, se enviará una prueba al autor responsable de la correspondencia utilizando el correo electrónico. Esta se debe revisar detenidamente, señalar posibles erratas y devolverla corregida a su procedencia en el plazo máximo de 48 horas. Revista Española de Nutrición Comunitaria no acepta la responsabilidad de afirmaciones realizadas por los autores

REUNIÓN DE CONSENSO SOBRE LA METODOLOGÍA DE LAS ENCUESTAS ALIMENTARIAS, TIPIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y ESTILOS DE VIDA SALUDABLES

ORGANIZADO POR:

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE NUTRICIÓN COMUNITARIA

SENC
SOCIEDAD ESPAÑOLA NUTRICION COMUNITARIA

CON LA PARTICIPACIÓN DE:

FUNDACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN NUTRICIONAL

fiN Fundación para la Investigación Nutricional

FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN (FEN)

FEN
FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN
Miembro español de «The European Nutrition Foundations Network»

CON LA COLABORACIÓN DE:

The Coca-Cola Company
Hidratando al Mundo desde 1886

Revista Española de
Nutrición Comunitaria
Spanish Journal of Community Nutrition