

TRABAJOS DE REVISIÓN

Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos

RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA EL SER HUMANO: ACTUALIZACIÓN

Dr. Manuel Hernández Triana

RESUMEN

Se realizó una actualización de las recomendaciones nutricionales de energía y nutrientes, los cuales constituyen el instrumento básico de trabajo de nutricionistas, trabajadores y planificadores de salud y economía. Desde el año 1943 se han publicado al nivel internacional documentos que trazan las pautas de la cantidad de nutrientes que debe ser ingerida por poblaciones para satisfacer sus requerimientos. Se entiende por recomendación nutricional la cantidad de un nutriente determinado capaz de facilitar un normal funcionamiento del metabolismo del ser humano en casi la totalidad de una población. Las recomendaciones tienen fines prácticos y un enfoque meramente poblacional. Estas recomendaciones se actualizan con regularidad por organismos internacionales de acuerdo con los resultados de la investigación nutricional. Para este trabajo se han tomado como documentos de referencia las recomendaciones del Consejo de Alimentación y Nutrición de los EE.UU., 2002, los Comités de Expertos de Energía y Proteínas de FAO/OMS/UNU, 2004 y las Recomendaciones Nutricionales y Guías de Alimentación para la Población Cubana, 1996.

Palabras clave: Energía, nutriente, requerimientos, recomendación.

El requerimiento de un nutriente se define como la cantidad necesaria para el sostenimiento de las funciones corporales del organismo humano dirigidas hacia una salud y rendimiento óptimos. Los requerimientos nutricionales del ser humano tienen 3 componentes: el requerimiento basal; el requerimiento adicional por crecimiento, gestación, lactancia o actividad física; y la adición de seguridad para considerar pérdidas de nutrientes por manipulación y procesamiento. El requerimiento de nutrientes del ser humano está influido por

la esencialidad y función del nutriente, por diferencias individuales, factores ambientales y por la adaptación al suministro variable de alimentos.¹

La ausencia de manifestaciones carenciales específicas a determinados niveles de ingestión, ha sido la base estructural sobre la cual se ha fundamentado una gran parte del establecimiento de los requerimientos de nutrientes del ser humano. Adicionalmente, los valores de la concentración normal de diferentes nutrientes en el organismo, sus pérdidas estimadas dia-

rias y el cálculo de una relativa capacidad de reserva han sido medidos, establecidos o referidos para seres humanos con estado de salud aceptable y buena alimentación. Estos valores han sido utilizados como fundamento para el establecimiento de recomendaciones de ingestión.

La simple observación de la cantidad de nutrientes que ingieren poblaciones que crecen y viven normalmente, brinda una cierta estimación de sus requerimientos nutricionales. Un ejemplo clásico y típico de ello lo constituyen los requerimientos nutricionales de energía alimentaria de niños. El establecimiento de las recomendaciones nutricionales para este grupo de edad en los Comités de Expertos de FAO/OMS/UNU (Universidad de las Naciones Unidas) de 1957, 1973 y 1985 se basaba en ingestiones observadas en niños que crecían de acuerdo con estándares internacionales. Sin embargo, tal metodología requiere de consideraciones más individuales en el momento actual y de hecho se ha recomendado se utilice, más bien el gasto de energía que la ingestión, como punto de partida para el establecimiento de recomendaciones.

En los años 40 se llevaron a cabo mediciones de los requerimientos de nutrientes en gran escala fundamentalmente mediante estudios de privación de nutrientes en seres humanos, los cuales han sido prohibidos en su totalidad en el momento actual. Los requerimientos de proteína han sido establecidos mediante estudios de balance de nitrógeno; los requerimientos de energía fueron medidos durante años por calorimetría indirecta y en la actualidad se estructuran sobre la base de estudios de gasto de energía diaria. Para todos los minerales los estudios de balance han resultado apropiados para medir requerimientos. Sin embargo, para las vitaminas estas técnicas resultan imprecisas porque se modifican quími-

camente y pueden ser, además, sintetizadas por bacterias de la flora intestinal.

FUNDAMENTOS DE LA MEDICIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES

El establecimiento del requerimiento diario de cada uno de los nutrientes necesita de un conocimiento exacto de fisiología nutricional sobre su digestión, absorción, transporte celular, metabolismo, retención y excreción. La retención de nutrientes depende fundamentalmente de su capacidad de almacenamiento en el organismo. Las vitaminas liposolubles y los minerales se almacenan, por ejemplo, de manera central en importantes órganos de almacenamiento como hígado, esqueleto óseo y tejido adiposo; mientras que, contrariamente, las vitaminas hidrosolubles carecen de un depósito específico de almacenamiento y solo su participación como cofactores enzimáticos o metabolitos activos puede ser considerada como un relativo espacio frágil de almacenamiento.^{1,2} Cuando se conoce con exactitud el lugar y la dimensión de la reserva, puede calcularse con fidelidad su contribución parcial al requerimiento del nutriente. De esta manera el recambio de los diferentes nutrientes en el organismo y su excreción por la orina, bilis o piel, establece un mecanismo de regulación de la concentración en los líquidos corporales, que también está en relación directa con el requerimiento del organismo.

En la tabla 1 se muestran los valores estimados de la concentración normal de diferentes nutrientes en el organismo, las pérdidas estimadas diarias y el cálculo de una relativa capacidad de reserva en el organismo. Estos valores han sido establecidos o referidos para seres humanos con estado de salud aceptable y buena alimentación, lo cual varía considerablemente en el

caso de que se presenten desviaciones de esta acepción de normalidad.

Para algunos grupos poblacionales existen datos asegurados solo parcialmente sobre los exactos requerimientos nutricionales de varios componentes. Esto es muy marcado para niños pequeños, gestantes y adultos mayores. Mediante la interpolación de los datos de que se disponían para grupos de edad opuestos, es decir, lactantes y adultos, se han obtenido muchos de los datos actuales disponibles de requerimientos. Cuando no se ha dispuesto de datos consistentes en seres humanos se ha hecho uso

entonces de la información disponible de la experimentación animal.

Recomendaciones para el suministro de nutrientes

El valor óptimo o deseado de suministro de un nutriente determinado siempre se encuentra por encima de su requerimiento real. La recomendación nutricional con todas las adiciones en relación con los requerimientos reales se corresponde con la cantidad de un nutriente determinado que *en diferentes condiciones ambientales y en to-*

TABLA 1. Almacenes corporales y capacidad de reserva calculada en el organismo de diferentes nutrientes¹

	Contenido corporal total	Pérdida corporal total	Pérdida diaria	Capacidad de reserva
Grasa (g)	9 000	6 500	150 ^(a)	6-7 semanas
Proteína (g)	11 000	2 400 ^(b)	60 ^(c)	6-7 semanas
Carbohidratos (g)	500	150	-	Pocas horas
Agua (g)	40 000	4 000	1 000 ^(d)	4 d
Sodio (mEq)	2 600	800 ^(e)	320 ^(f)	2-3 d
Potasio (mEq)	3 500	300	260 ^(g)	1-2 d
Calcio (g)	1 500	500 ^(h)	0,1 ⁽ⁱ⁾	10-20 años
Hierro (mg)	4 000	3 000 ^(j)	23 ^(k)	4-5 meses
Vitamina A (1g Ret Eq)	151 000		300 ^(l)	1-2 años
Vitamina B ₁₂ (1g)	5 000		1 ^(m)	10-20 años
Vitamina B ₁ (mg)	25 ⁽ⁿ⁾		0,35 ^(o)	2-3 meses

(a) Grasa: valor correspondiente a una ingestión de 1 400 kcal.

(b) Proteína: la pérdida de tejido muscular puede elevar el valor hasta 20 % del contenido proteico

(c) Proteína: en caso de suministro de 240 kcal, junto con 150 g de grasa, esta cantidad de proteínas representa 1 640 kcal, lo cual es suficiente para satisfacer el ayuno del ser humano.

(d) Agua: en caso de ayuno el ser humano pierde 800 g de agua por piel y pulmones y 400 g por la orina. Por ello 200 g de agua tienen que ser compensados por el metabolismo.

(e) Sodio: una disminución del líquido extracelular de 15 L (Na = 140 mEq/L) a 13 L (Na = 123 mEq/L) y una pérdida de 300 mEq Na de los huesos.

(f) Sodio: pérdida de 4 L de sudor por día con un contenido de 40 mEq Na/L

(g) Diarrea y vómitos considerables.

(h) Calcio: con la consideración de que la osteoporosis clínica se instaura cuando un tercio de los minerales óseos se pierden.

(i) Calcio: expresión de un balance de calcio manifiestamente negativo.

(j) Hierro: pérdidas en Hb de 20 % y de 1 g de hierro de los almacenes de ferritina.

(k) Hierro: asumiendo una pérdida crónica de 50 mL de sangre por una hemorragia crónica y una pérdida fisiológica de 1 mg Fe/d, que se compensa por una absorción incrementada de 3 mg/d.

(l) Vit A: una estimación muy aproximada, porque muchos seres humanos en Asia viven con un suministro muy inferior, sin manifestaciones clínicas de deficiencia.

(m) Vit B₁₂: cantidad capaz de generar mejorías en pacientes con anemia perniciosa. El requerimiento fisiológico diario puede ser muy inferior.

(n) Vit B₁: de ellos se captan 0,5 1g/g en músculo esquelético y 1 1g/g en los principales órganos digestivos.

(o) Vit B₁: con la consideración de un requerimiento mínimo diario de 0,7 mg y una alimentación con arroz pulido que solo suministra 0,35 mg.

das las posibles situaciones de la vida es capaz de facilitar un *óptimo o normal* funcionamiento del metabolismo del ser humano. Mientras que el establecimiento de los requerimientos nutricionales ha sido obtenido mediante la realización de ensayos bioquímicos, fisiológicos o clínicos, el establecimiento de las recomendaciones nutricionales responde más a fines prácticos y tiene un enfoque meramente poblacional.^{1,3}

Como ejemplos pioneros de recomendaciones nutricionales para grupos poblacionales se toman siempre las primeras existentes establecidas por la Liga de las Naciones en el año 1938 y la primera edición de las *Recommended Dietary Allowances* de EE.UU. en el año 1943, las cuales cumplieron funciones de hilo conductor en consejería nutricional en conexión con la defensa nacional en esos años. Las guerras y las limitaciones alimentarias de diverso tipo contribuyeron de forma significativa al desarrollo del establecimiento de recomendaciones nutricionales al nivel internacional.

Las recomendaciones para el suministro de alimentos al ser humano deben reflejar los resultados obtenidos u observados por vías experimentales y clínicas y no deben ser solo un ejemplo de justeza estadística o de buenos resultados epidemiológicos, sino que deben reflejar lo más exactamente posible, la necesidad real cuantificada de la cantidad de alimentos a suministrar para cubrir los requerimientos exactos de cada nutriente para el ser humano.

Los campos de aplicación y la capacidad de dictamen de las recomendaciones nutricionales para la población son los siguientes:

1. La planificación de una alimentación que cubra requerimientos nutricionales.

2. La producción alimentaria y el abastecimiento nutricional de diferentes grupos de población.
3. La orientación en la toma de decisiones sobre el abastecimiento nutricional.
4. La calificación de datos de consumo de alimentos.
5. La valoración de la oferta nutricional en relación con las necesidades fisiológicas.
6. El desarrollo de nuevos productos en la industria alimentaria.
7. El etiquetado de alimentos que contenga informaciones nutricionales.
8. La estructuración de guías alimentarias para la población.
9. El desarrollo de programas de formación en nutrición y alimentación.

En el tema de recomendaciones nutricionales son de uso común los conceptos siguientes:

Suministro dietario recomendado (RDA): es la ingestión dietética diaria promedio de un nutriente suficiente para abastecer los requerimientos de 97,5 % de los individuos sanos de un grupo particular de edad y sexo de la población.

Ingestión adecuada (IA): es la ingestión dietética diaria promedio basada en aproximaciones o estimaciones observadas o determinadas de forma experimental, del nivel de ingestión de nutrientes en grupos de personas aparentemente sanas, el cual *se asume* es adecuado y que se usa cuando no se puede determinar la RDA.

Requerimiento estimado promedio (REP): es el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se estima sea capaz de mantener los requerimientos de la *mitad* de los individuos saludables de un determinado grupo de edad y sexo.

Niveles seguros y adecuados de ingestión (NSA): en años anteriores se había establecido este término cuando las evidencias

existentes eran suficientes para establecer un rango de requerimientos, pero insuficientes para la estructuración de una recomendación propia. Esta categoría, junto con la observación de mantener para los oligoelementos el nivel máximo en el rango de seguridad apropiado, se mantuvo en las recomendaciones desde 1985. Porque la vitamina K y el selenio han avanzado ya desde este nivel a recomendaciones establecidas, se movieron a la tabla principal de recomendaciones nutricionales. Se ha considerado que el establecimiento de NSA para sodio, potasio y cloro era difícil de justificar y solo se estimaron los “requerimientos mínimos deseados” para esos electrólitos. Sodio de 120 en los primeros 6 meses de vida a 500 mg/d en el adulto, potasio de 500 a 2 000 mg/d para los mismos grupos y se consideró que 3 500 mg/d de potasio podían reducir la prevalencia de hipertensión y afecciones cardíacas.

Requerimiento estimado de energía (REE): en el caso particular de energía se establece el *requerimiento estimado de energía*, definido como el nivel de ingestión dietética diaria promedio que se predice sea capaz de mantener el balance energético de un adulto saludable de determina edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física, el cual a su vez, es consistente con un buen estado de salud. En niños, mujeres embarazadas y que lactan, el REE se establece de forma tal que incluye las necesidades asociadas con la deposición tisular y la secreción de leche materna a un ritmo consistente con la buena salud.

Niveles máximos de ingestión tolerable (IT): es el nivel máximo de ingestión dietética diaria promedio que se propone sin riesgos ni efectos adversos para la salud de casi todos los individuos de una población. Cuando la ingestión sobrepasa este límite, se elevan los riesgos para la salud.

Las recomendaciones para la ingestión de energía y nutrientes para el ser humano han sido periódicamente revisadas y actualizadas por los Comités de Expertos de FAO/OMS/UNU, por el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE.UU. (FNB/USA) y por los comités nacionales de alimentación y nutrición de diversos países. Las informaciones más recientes de estos grupos datan de los años 2004³ y 2002.⁴⁻⁸

Las más recientes recomendaciones de energía y nutrientes se caracterizan en líneas generales por las modificaciones o innovaciones siguientes:

1. *Grupos de edades*: como el pico de masa ósea no se alcanza hasta los 25 años, el grupo de edades de 19 a 22 se ha extendido hasta 24 años.
2. *Pesos de referencia*: los valores de peso corporal para el establecimiento de recomendaciones habían sido situados en los años 70 en un valor arbitrario ideal; estos fueron sustituidos en 1989 por el valor de la mediana de los valores de peso y talla de los adultos de referencia de cada grupo de edades de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (NHANES II)⁹ de EE.UU. y en el 2002 por los valores de la encuesta NHANES III (Johnson CI, Wright JD. Third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III), 1988-1991, unpublished data on B vitamins intake from food. National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention: USA;1997). La Organización Mundial de la Salud ha establecido valores de referencia de peso y talla para diferentes grupos poblacionales.¹⁰ En Cuba se dispone de valores establecidos por el Grupo Nacional de Crecimiento y Desarrollo del MINSAP.¹¹ Una alternativa razonable ha sido recientemente propuesta

para el caso particular de las recomendaciones de energía, que se basa en la selección de valores de talla y el valor de peso ideal para esa talla, con el objetivo de alcanzar un *índice de masa corporal* (IMC) que se encuentre dentro de los límites aceptables (18,5-24,99).

3. El establecimiento de REEs para 4 niveles de gasto energético.⁴
4. Actividad física.³ Paralelo a las recomendaciones de energía alimentaria, se han establecido en el año 2004 recomendaciones de niveles a desarrollar de actividad física, para el sostenimiento de la salud y la disminución del riesgo de enfermedades crónicas.
5. El establecimiento de RDAs para carbohidratos dietarios y proteínas.⁴
6. El desarrollo de definiciones de fibra dietética, fibra funcional y fibra total.⁴
7. El establecimiento de ingestiones adecuadas para fibra total.⁴
8. El establecimiento de ingestiones adecuadas para ácido linoleico y ácido α -linolénico.⁴
9. El establecimiento de rangos aceptables de distribución de macronutrientes como porcentaje de la ingestión de energía para grasas, carbohidratos, proteínas y ácidos linoleico y α -linolénico.⁴
10. El estimado de nuevos factores de conversión de carotenoides provitamina A, a equivalentes de retinol.^{7,8}
11. Definición de antioxidante dietario.^{7,8}
12. Similares recomendaciones de vitamina E y selenio para adultos de uno y otro sexos.⁷
13. Diferente recomendación de vitamina C para hombres y mujeres basadas en distinta composición corporal.⁷
14. Establecimiento de requerimientos de vitamina E basados solo en niveles de α -tocopherol.⁷
15. Utilización de los equivalentes dietarios de folato para establecimiento de sus

requerimientos, requerimientos diferenciados para hombres y mujeres y recomendación especial para el folato proveniente de alimentos enriquecidos.⁶

16. Recomendación del uso de alimentos fortificados o suplementos de vitamina B₁₂ con vistas a cubrir los requerimientos.⁶
17. Elevación de las ingestiones adecuadas de calcio y fósforo y de las recomendaciones nutricionales de magnesio.⁸
18. Nuevas recomendaciones para la ingestión de colina.⁶
19. Establecimiento de RDAs para cobre y molibdeno.⁸
20. Establecimiento de nuevos niveles máximos de ingestión tolerable para vitamina A, vitamina C, vitamina E, niacina, vitamina B₆, vitamina D, fólico de alimentos fortificados, colina, calcio, fósforo, magnesio, selenio, flúor, boro, cobre, yodo, manganeso, molibdeno, níquel, vanadio y cinc.

RECOMENDACIONES PARA LA INGESTIÓN DE ENERGÍA

La energía alimentaria que es requerida para el sostenimiento de la respiración, circulación sanguínea, trabajo físico y síntesis de proteínas corporales es suministrada por carbohidratos, proteínas, grasas y alcohol de la dieta. El balance energético de un individuo depende de la ingestión y el gasto de energía. Se define como *requerimiento estimado de energía* (REE) la ingestión promedio consistente con un buen estado de salud que se predice pueda mantener el balance energético en adultos saludables de una edad, sexo, peso, talla y nivel de actividad física definidos. En niños, mujeres embarazadas y que lactan, se utilizan los valores de REE para adicionarle las necesidades asociadas con la deposición tisular o la secreción de leche materna a

rangos consistentes con un buen estado de salud. Aunque las más actuales recomendaciones de energía alimentaria estiman los REE mediante ecuaciones específicas (basadas en el peso corporal o en el gasto energético medido por métodos isotópicos) para 4 rangos diversos de actividad física, el nivel de actividad física que se recomienda para el cálculo de las recomendaciones de población es el de “activo”, con el objetivo de mantener la salud y reducir el riesgo de enfermedades crónicas.^{3,4}

Las recomendaciones de energía alimentaria así propuestas por el FNB/USA, 2002⁴ para individuos activos se presentan en la tabla 2.

TABLA 2. Requerimientos estimados de energía para individuos saludables moderadamente activos

Grupos de edades	kcal/d		
	Masculino	Femenino	
0-6 meses	570	520	3 m
7-12 meses	743	676	9 m
1 a 2 años	1 046	992	24 m
3 a 8	1 742	1 642	6 a
9 a 13	2 279	2 071	11 a
14 a 18	3 152	2 368	16 a
> 18	3 067	2 403	19 a

Por encima de los 19 años deben sustraerse 10 kcal/d para hombres y 7 kcal/d para mujeres.

El establecimiento de recomendaciones se ha basado fundamentalmente en ingestiones observadas, métodos factoriales y estudios de balance. En la más reciente propuesta de 2004³ el gasto real de energía para niños y adolescentes ha sido medido mediante la utilización de técnicas isotópicas. Para adultos las recomendaciones de energía se han establecido por el método factorial que comprende la estimación de la *tasa metabólica basal* (TMB), mediante ecuaciones de predicción y su multiplicación por factores de actividad física típicos de diferentes estilos de vida.³

Basado en el hecho de la elevada prevalencia de sobrepeso corporal y factores de riesgo de enfermedades crónicas en algunas sociedades, se ha recomendado una combinación de propuesta del Comité de FAO/OMS/UNU, 2004,³ en relación con la estimación de la TMB por las ecuaciones de Schofield^{12,13} y los múltiplos de la TMB y además la consideración adicional del Grupo Consultivo de Expertos de OMS/FAO sobre Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas de 2003,¹⁴ el cual ha propuesto el valor de IMC = 21 como meta a alcanzar para la prevención de enfermedades crónicas.

RECOMENDACIONES NUTRICIONALES DE ENERGÍA ALIMENTARIA PARA NIÑOS Y ADOLESCENTES

Requerimientos de energía para niños de 0 a 3 años de edad

Los valores de las más actuales recomendaciones de energía alimentaria para lactantes, son aproximadamente 80 % del valor que había sido establecido en las Recomendaciones del Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU 1985.¹⁵ En este las recomendaciones para lactantes y niños hasta 3 años de edad se basaron en las ingestiones de energía observadas en esas edades, las cuales fueron recolectadas de datos de la literatura desde 1940 hasta 1980. Datos de años recientes de medición de la ingestión de energía en estas edades han mostrado resultados que son 2-15 % más bajos que los de 1985.³ Adicionalmente, en el Comité de Expertos de 1985 se añadió un extra de 5 % a los requerimientos estimados, con el objetivo de corregir posibles subestimaciones de la medición de la ingestión de energía. En las recomendaciones del FNB/USA 2002,⁴ y en el Comité de Ex-

pertos de FAO/OMS/UNU 2004³ se prescinde de esta corrección de 5 %.

La leche materna es el alimento óptimo para los lactantes durante el primer año de vida y se recomienda como única fuente de leche para los niños durante los primeros 4 a 6 meses de edad.¹⁶ Cuando un niño está bajo lactancia materna exclusiva durante estas edades suele ingerir alrededor de 500 kcal/d. Este valor ha sido obtenido de una ingestión promedio de 0,78 L de leche/d y una densidad calórica promedio de la leche de 650 kcal/L. Por esta razón las actuales recomendaciones concuerdan más con los valores de ingestión de energía de niños que reciben lactancia materna que las anteriores recomendaciones existentes del Comité de 1985;¹⁵ sin embargo, las presentes recomendaciones contienen valores que son superiores a 500 kcal/d. Para su establecimiento, se utilizaron los pesos de referencia para niños de estas edades establecidos por la Organización Mundial de la Salud en el año 1994.¹⁷

Las reducciones son más manifiestas a partir del 5to. mes de vida. Según los datos de las investigaciones actuales, no existen razones convincentes para mantener la elevada recomendación de propuestas anteriores. La propuesta anterior de 970 y más de 1 000 kcal diarias para niños de más de 10 meses de edad, no encuentra una justificación actual de peso para ser sostenida. Estas consideraciones han sido ampliamente debatidas y aceptadas por todos los comités de expertos sobre este tópico, y la acumulación de datos de 1985 a la fecha sobre los requerimientos de lactantes justifica estos cambios.

El establecimiento de la nueva propuesta de recomendaciones energéticas para niños y adolescentes se establece sobre la base de ecuaciones para la predicción del gasto energético total diario, obtenidas en estudios de agua doblemente marcada con

deuterio y oxígeno 18 o monitoreo cardiaco de 24 h.¹⁶⁻²²

El Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU de 2004³ ha establecido los valores de requerimientos de niños, también sobre la base de los resultados de estudios de agua doblemente marcada para el grupo de edad comprendido entre 1 y 10 años de edad. Los valores que se obtienen para todos estos niños con el uso de las ecuaciones del Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU, 2004 son mucho más bajos que los del FNB/USA 2002.⁴

La recomendación de energía para el embarazo consideró valores de aumento de peso de 12,5 kg, un peso del niño al nacimiento de 3,4 kg y un costo energético de la deposición tisular de 3,32 kcal/g. La deposición total de energía durante el embarazo fue calculada entonces a partir de los valores medios de deposición grasa de 3,7 kg, una deposición proteica de 925 g y valores de equivalentes energéticos de 9,25 y 5,65 kcal, respectivamente. La deposición total de energía durante el embarazo calculada fue de 39 862 kcal (180 kcal/d). Se establecieron recomendaciones de 85, 285 y 475 kcal adicionales por deposición energética para el primero, segundo y tercer trimestre del embarazo.²³

Para mujeres que lactan se han estructurado recomendaciones de energía alimentaria con valores medidos de cantidad de leche producida de 750-780 y 600 mL en los primeros y segundos 6 meses de lactancia. Se ha asumido un contenido energético de 0,67 kcal/g de leche materna, por lo que la producción de energía con la leche materna sería alrededor de 500 kcal/d y la eficiencia de conversión de energía en leche materna de 80-85 %. Se estructuraron así ecuaciones para las recomendaciones de energía para mujeres de menos y más de 19 años, basadas en su recomendación de energía para la edad más la corrección

correspondiente a la producción de leche y la pérdida de peso inicial.²⁴

El establecimiento de recomendaciones para la ingestión de carbohidratos constituye una de las novedades introducidas en las más actuales recomendaciones. Producto de la dependencia del cerebro humano de los carbohidratos, se utilizó la cantidad promedio de glucosa utilizada por este órgano para establecer un *requerimiento estimado promedio* (EAR). Sobre la base de estos datos se ha propuesto una recomendación de *130 g diarios de CHO para niños y adultos*. Para azúcares añadidos se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 25 % o menos de la energía alimentaria. Un valor máximo de *55 % del total de la energía ingerida* ya había sido recomendado con anterioridad.²⁵

Fibra dietética es definida como carbohidratos no digeribles y lignina que se encuentran de forma intrínseca en los productos vegetales. La *fibra funcional* se ha descrito como aquellos carbohidratos aislados y no digeribles para los cuales se han acumulado evidencias de efectos fisiológicos beneficiosos para la salud del ser humano. La denominada *fibra total* proviene entonces de la suma de *fibra dietética* más la *funcional*. La fibra dietética es capaz de retardar el vaciamiento gástrico de los alimentos ingeridos hacia el intestino delgado, lo cual trae como resultado una reducción de las concentraciones posprandiales de glucosa sanguínea; adicionalmente es capaz de interferir con la absorción de la grasa dietaria, el colesterol y la recirculación enterohepática de colesterol y ácidos biliares, lo cual puede resultar en la reducción de las concentraciones séricas de colesterol. La acumulación de evidencias en años recientes sobre estos datos fundamentó el establecimiento de una *ingestión adecuada* (AI) de fibra total de 38 y 25 g/d para hombres y mujeres de 19 a 50 años de edad.

Grasas: la grasa es la mayor fuente de energía para el organismo humano, además de ser factor fundamental para la absorción de vitaminas liposolubles y carotenoides; porque la cantidad de energía consumida en forma de grasa puede variar grandemente, a pesar de que se cubran los requerimientos diarios de energía total, se decidió no establecer niveles de ingestión adecuada ni requerimiento estimado promedio de grasas para adultos.

La ingestión mínima recomendada para adultos de grasa en la dieta es de 15 % para hombres y 20 % para mujeres. El límite superior de la ingestión de grasas debe ser 35 % si el aporte de ácidos grasos esenciales es suficiente y si el aporte de ácidos grasos saturados no es superior a 10 % de la energía consumida. La ingestión de colesterol debe ser inferior a 300 mg/d. Para individuos sedentarios las grasas no deben superar 30 % de la energía diaria. Se deben consumir preferentemente grasas líquidas y blandas a temperatura ambiente, en lugar de grasas duras y sólidas que son ricas en ácidos grasos saturados y ácidos grasos trans (FAO. Grasas y Aceites en la nutrición humana. Estudio FAO Alimentación y Nutrición 1997:57).

Para los niños sí se han establecido niveles de *ingestión adecuada* (AI), que no son equivalentes a recomendaciones de 31 g/d para hembras y varones hasta los 6 meses de edad y 30 g/d para niños en el segundo semestre de vida. No se establecieron en estas recomendaciones niveles máximos tolerables de ingestión para grasas, sino que solo se recomendó mantener tan baja como fuera posible la ingestión de ácidos grasos saturados, ácidos grasos trans y colesterol; pero los niños durante el destete y hasta los 2 años de edad deben consumir de 30 a 40 % de la energía diaria en forma de grasa, con niveles de ácidos grasos similares a los de la leche materna.⁴

Ácidos grasos: los ácidos grasos saturados, moninsaturados y el colesterol se sintetizan en el organismo humano. Hasta el momento actual no se ha podido identificar ningún efecto beneficioso para la prevención de enfermedades crónicas, motivo por el cual se les considera como no necesarios en la dieta del ser humano y no se establecen para estos AI, EAR o RDAs.

El ácido linoleico es un ácido graso esencial cuya deficiencia genera piel rugosa y escamosa, dermatitis y una elevación del cociente eicosatrienoico/araquidónico. Con estas fundamentaciones se estableció un nivel de *ingestión adecuada* para ácido linoleico de 17 y 12 g/d para hombres y mujeres jóvenes, que se basó en el valor de la mediana de ingestión de grupos de población de diferente sexo y edad en los EE.UU., grupos en los cuales la deficiencia de este ácido graso no ha sido detectada.⁴

Ácidos grasos poliinsaturados: desempeñan un papel fundamental en los lípidos estructurales de las membranas celulares, particularmente en el tejido nervioso y en la retina de los ojos. Estos también son capaces de modular el metabolismo de los ácidos grasos n-6, e influir así, el balance de los eicosanoides derivados de n-6 y n-3. Por estas razones se estableció también una *ingestión adecuada* de 16 y 11 g/d para mujeres y hombres sobre la base también de ingestiones observadas en la población norteamericana.⁴

Recomendación de proteínas: el aporte nutricional recomendado (ARN) es la expresión práctica actualmente aceptada de las recomendaciones nutricionales de proteínas. Según los datos más recientes, la ingestión necesaria para mantener el balance de nitrógeno en el organismo es de 75 mg de nitrógeno por kg de peso corporal, lo cual se equipara con los requerimientos nutricionales de proteínas dietarias. Estos datos se han tomado como la base para el

establecimiento de los valores de ARN. Por trabajos de metanálisis de estudios de balance de nitrógeno en seres humanos se han establecido entonces los nuevos valores propuestos de recomendación (RDA) de:

1,5 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 7-12 meses.

1,1 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 1 a 3 años.

0,95 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 4 a 13 años de edad.

0,85 g proteína/kg peso corporal/d para niños de 14 a 18 años.

0,80 g proteína/kg peso corporal/d para adultos de más de 18 años de edad.

El Comité de Expertos de Proteínas de FAO/OMS/UNU de 1985¹⁵ había establecido un valor de 0,75 g/kg peso por día para adultos. Las recomendaciones totales de la actual propuesta se encuentran en un margen similar o discretamente superior.

Requerimientos de aminoácidos esenciales: estudios isotópicos con la utilización del método del punto crítico de oxidación del exceso dietario de aminoácidos esenciales, han sido utilizados en años recientes para la medición de sus requerimientos. Los valores así obtenidos para muchos son más elevados que los determinados por Rose y otros^{26,27} mediante el método del balance nitrogenado (tabla 3).

Los resultados previos del grupo de Rose y otros,^{28,29} en los cuales se basaban las previas estimaciones de las necesidades de aminoácidos, adolecen de 2 deficiencias fundamentales: por una parte, errores en las mediciones del balance nitrogenado que conducían en los estudios a balances positivos constantes y adicionalmente el diseño de estas investigaciones conducía a un cálculo excesivamente bajo de los requerimientos de aminoácidos, porque los estudios fueron hechos siempre tras un

TABLA 3. Patrones de composición aminoacídica de las proteínas dietarias, basados en requerimientos de aminoácidos esenciales de niños y adultos desde 1985 hasta la fecha, para el cálculo de la calidad de las proteínas dietarias

	Patrón de composición (mg AA/ g proteína)			Reeds Comité Expertos 2004 1 a 4 años	Reeds Comité Expertos 2004 10 a 14 años	Reeds Comité Expertos 2004 14 a 18 años	Millward 1999 adultos
	FAO/OMS/ /UNU 1985 adultos	FAO/OMS/ /UNU 2001 adultos	FNB/ USA 2002				
Histidina	16		18				
Isoleucina	13	29	25	36	32	30	30
Lisina	16	45	55	63	58	53	31
Leucina	19	59	47	52	47	42	33
Met + Cys	17	20	25	32	28	26	27
Phen + Tyr	19	59	47	52	47	42	33
Treonina	9	23	27	43	36	34	26
Triptófano	5	8	7	11	9	8	6
Valina	13	38	32	40	36	32	23

período de ingesta manifiestamente baja de aminoácidos y en el período pre-ensayo, la ingestión de energía no proteica era siempre alta, todo lo cual conducía inevitablemente a una adaptación a bajas ingestiones de aminoácidos, que se reflejó en los resultados. Estos resultados obtenidos con anterioridad fueron considerados como “mínimos absolutos” y no podían entonces utilizarse para el establecimiento de recomendaciones de ingestión de aminoácidos esenciales. Las diferencias entre las recomendaciones del Comité de Expertos de Energía y Proteína de FAO/OMS/UNU de 1985¹⁶ y estas consideraciones de *Vernon Young* (Young VR. Protein and Amino Acid Requirements in Adults. Protein Working Paper - No. 6 Prepared for the FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5, 2001) son considerables (tabla 3) y los nuevos valores tendrán serias implicaciones para la política alimentaria, principalmente en el análisis de la adecuación de dietas de poblaciones que ingieren diversos alimentos básicos.

Paralelamente a estos resultados existen contradicciones entre los resultados del

grupo de investigaciones del Instituto de Tecnología de Massachussetts (MIT)³⁰ y el grupo de trabajo de la Escuela Londinense de Higiene y Medicina Tropical (Millward J. Conceptual Framework for Estimating Protein and Amino Acid Requirements-Recent Recommendations and Methodological Issues Relating to Balance. Protein Background Paper-No.3.1 Prepared for the FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5, 2001) sobre los requerimientos de aminoácidos esenciales para el ser humano.

En la tabla 4 se muestran los resultados de los requerimientos de aminoácidos de niños y adultos medidos en años recientes, según la metodología isotópica de oxidación del exceso de aminoácidos por los 2 grupos que han estado al frente de estas investigaciones. Durante los años posteriores a 2001, el Comité de Expertos de Proteínas de FAO/OMS/UNU, 2004, ha estado sesionando sobre este tema y hasta el momento actual (septiembre 2004) no existe un documento de propuesta concreto que defina el camino a seguir en esta controversia de resultados.

TABLA 4. Patrón de composición aminoacídica para el cálculo de la calidad de las proteínas de la dieta

Aminoácido esencial	Patrón recomendado (mg AA/ g proteína)		
	(1) FNB/USA,2002 Niños 1-3 años	(2) FAO/OMS/UNU,1985 Niños 2-5 años	(3) Millward, 1999 Niños 2-5 años
Histidina	18 ⁽⁴⁾	19	-
Isoleucina	25	28	22
Lisina	55	58	26
Leucina	51	66	34
Metionina + Cisteína	25	25	19
Fenilalanina + Tirosina	47	63	27
Treonina	27	34	20
Triptófano	7	11	5
Valina	32	35	18

(1) Basado en los *requerimientos promedio estimados* (EAR) de aminoácidos esenciales y proteína total de niños de 1 a 3 años de edad. FNB/USA, 2002, los cuales tienen una recomendación de proteínas de 0,88 g/kg peso/d.

(2) Basado en valores de requerimientos de aminoácidos de niños de edad preescolar y una recomendación diaria de proteínas de 1,1 g/kg peso corporal.

(3) Millward, 1999.

(4) Consideró también para adultos un requerimiento de 8-12 mg/kg peso/d.

Ciertamente los requerimientos de aminoácidos esenciales medidos por el método isotópico son superiores para adultos (tabla 3), a los que fueron propuestos por el Comité de Expertos de FAO/OMS/UNU, 1985. Discrepancias considerables se observan entre los resultados de los 2 grupos de trabajo para la lisina y los aminoácidos de cadena ramificada leucina, y valina. El documento de FAO/OMS/UNU de 2004 dictaminará, en el futuro, sobre los valores definitivos que deben ser asumidos como requerimientos para adultos.

Los valores para niños muestran un comportamiento similar (tabla 4) y aunque los requerimientos por el método isotópico son mayores que los que se encontraban en el comité de 1985, las discrepancias persisten entre las recomendaciones del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) de EE. UU. (FNB/USA;2002) y el grupo de trabajo de Londres, Inglaterra (Millward J. A Suggested Conceptual Framework for Estimating Protein

Requirements J. Millward. Protein Background Paper - No. 3.3 Prepared for the FAO/WHO/UNU Working Groups on Energy and Protein in Human Nutrition June 27-July 5,2001).

RANGOS ACEPTABLES DE DISTRIBUCIÓN DE MACRONUTRIENTES (RAM) PARA DIETAS SALUDABLES

Con el doble objetivo de cumplir con las observaciones ya existentes de la potenciación de su exceso al riesgo de enfermedades crónicas, así como cumplir con sus funciones de abastecimiento suficiente de nutrientes esenciales para el organismo, se han desarrollado los rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables. Los RAM se expresan como porcentaje de la cantidad de energía de la dieta, porque su requerimiento en sentido clásico, no es dependiente de ninguna otra fuente de energía o del requerimiento total de energía del individuo.

Cuando la ingestión de grasas es baja y la de carbohidratos alta, los estudios que se realizan en esas poblaciones muestran una reducción del HDL-colesterol en plasma, un incremento del colesterol total y una elevación de los triglicéridos, todo lo cual es consistente con una elevación del riesgo de enfermedad coronaria. Contrariamente, estudios de intervención muestran que cuando las dietas son ricas en grasa, los individuos aumentan mucho de peso. En aquellos susceptibles los riesgos de enfermedad coronaria aún se incrementan más. Las dietas ricas en grasas suelen ser también ricas en ácidos grasos saturados, los cuales elevan el LDL-colesterol y más aún el riesgo.

Por estas razones y basándose en el riesgo más elevado de enfermedades crónicas que se presenta a bajos y altos niveles de grasas en la dieta, y de la observación del mayor riesgo de enfermedad coronaria con dietas elevadas en carbohidratos, se establecieron los valores de los rangos aceptables de distribución de macronutrientes que se muestran en la tabla 5 y se propone que el consumo de dietas con esta composición debe mantener en un valor mínimo el riesgo de enfermedad coronaria, obesidad y diabetes mellitus.

TABLA 5. Rangos aceptables de distribución de macronutrientes (RAM) para dietas saludables, según el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU., 2002⁴

	% de la ingestión diaria de energía
Grasas	20-35
Carbohidratos	45-65
Proteínas	10-35
Ácido linoleico	5-10
Ácido linoléico	0,6-1,2
Relación linoleico/linoléico	5,1-10,1
Ácido eicosapentaenoico	10
Ácido docosahexaenoico	10
Azúcares añadidos	= 25

VITAMINAS Y MINERALES

Vitamina A

Una vitamina cuyas funciones se involucran fundamentalmente en el sostenimiento de la reproducción humana, el mecanismo de la visión y la función inmune. Su deficiencia nutricional puede resultar en afectaciones de la visión nocturna y adaptación a la oscuridad y conduce en su curso sin terapéutica a la xerofthalmia. Permanece a debate la propuesta de afectación inmunológica en la deficiencia subclínica, la cual predispone a una mayor predisposición a infecciones respiratorias y diarreas.²⁹⁻³² El método usado por este consejo para el establecimiento de los *requerimientos estimados promedio* (EAR) se basó en un análisis digital de datos que pudiesen asegurar las reservas corporales de vitamina A.⁸ Se situó así la recomendación alimentaria de esta vitamina a valores de 300-400 µg de equivalentes de actividad de retinol (µg RAE) *diarios para lactantes y niños en el primer año de vida, 300-900 µg RAE para niños y adolescentes, 900 µg RAE para hombres y 700 para mujeres, las recomendaciones durante gestación se elevaron a 770 µg RAE y en la lactancia a 1 300 µg RAE.*⁸ Los valores máximos que se habían establecido para hombres en la recomendación de 1989³⁸ eran de 1 000 µg RAE (tabla 6). De significativa relevancia en estas nuevas recomendaciones nutricionales para el ser humano resulta la propuesta definitiva, después de varios años de debate científico, de los factores de conversión de carotenoides en vitamina A activa. *Un µg de equivalentes de actividad de retinol (µg RAE) es igual a 1 µg de all-trans retinol, 12 µg de β-carotenos y 24 µg de deα-carotenos o β-criptoxantina.* El establecimiento de estas nuevas estimaciones para los factores de conversión de los carotenoides provi-

tamina A en vitamina A activa, pone en evidencia que 50 % menos de bioconversión de carotenoides en vitamina A ocurre a lo que previamente se había valorado, lo cual significa que *se requiere ciertamente 2 veces de mayor cantidad diaria a la supuesta anteriormente de vegetales verdes y amarillos para abastecer los requerimientos nutricionales de actividad de vitamina A del ser humano*. Por esta razón resulta imprescindible incorporar la composición exacta de carotenoides en las tablas de composición de alimentos. A causa de que no han podido ser suficientemente demostradas las funciones adicionales a su función como la de actividad provitamina A, el FNB/USA,

2002, no ha establecido valores concretos de *ingestiones dietarias de referencia* (DRI). Este consejo también estableció, por vez primera, un *nivel máximo de ingestión tolerable para la vitamina A de 600-900 µg/d para niños hasta 8 años, 1 700 µg/d para aquellos de 9 a 13 años de edad y 3 000 µg/d para adultos*.

Vitamina D

Su “ingestión adecuada” es la cantidad necesaria para mantener las concentraciones séricas de 25-hidroxi-vitamina D a niveles seleccionados en un definido grupo de individuos, con limitada e incierta

TABLA 6. Recomendaciones nutricionales de vitaminas. Comparación histórica de los RDIs, RDAs y DRIs, desde 1968 hasta el presente

Vitaminas	RDI*	1968 RDA**	1974 RDA**	1980 RDA**	1989 RDA**	DRIs 2002***
Vitamina A	5 000 IU	5 000 IU	100RE (5000 IU)	1 000 RE	1 000 RE	900mcg (3 000 IU)
Vitamina C	60 mg	60 mg	45 mg	60 mg	60 mg	90 mg
Vitamina D	400 IU	400 IU	400 IU	10 mcg	10 mcg	15 mcg
	(10 mcg)	(10 mcg)	(10 mcg)	(400 IU)	(400 IU)	(600 IU)
Vitamina E	30 IU (20 mg)	30 IU (20 mg)	15 IU (10 mg)	10 mg (15 IU)	10 mg (15 IU)	15 mg #
Vitamina K	80 mcg	—	—	70-140 mcg	80 mcg	120 mcg
Tiamina	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg	1,5 mg	1,2 mg
Riboflavina	1,7 mg	1,7 mg	1,8 mg	1,7 mg	1,8 mg	1,3 mg
Niacina	20 mg	20 mg	20 mg	19 mg	20 mg	16 mg
Vitamina B-6	2 mg	2 mg	2 mg	2,2 mg	2 mg	1,7 mg
Folato	0,4mg	400 mcg	400 mcg	400 mcg	200 mcg	400 mcg alim, 200 mcg sint ##
	(400 mcg)					
Vitamina B-12	6 mcg	6 mcg	3 mcg	3 mcg	2 mcg	2,4 mcg ###
Biotina	(300 mcg)	150-300 mcg	100-300 mcg	100-200 mcg	30-100 mcg	30 mcg
Pantoténico	10 mg	5-10 mg	5-10 mg	4-7 mg	4-7 mg	5 mg
Colina	—	—	—	—	—	550 mg

*El *reference daily intake* (RDI) es el valor establecido por la FDA para uso en etiquetado nutricional. Se basó inicialmente en el mayor valor de la RDA para cada nutriente con vistas a asegurar que se cubriesen las recomendaciones para todos los individuos.

** Las RDAs fueron establecidas y revisadas periódicamente por el *Food and Nutrition Board*. Los valores que se muestran son las mayores RDAs para cada nutriente en el año correspondiente.

*** Los *dietary reference intakes* (DRI) son los valores más recientes de recomendaciones dietéticas establecidas por el *Food and Nutrition Board del Institute of Medicine*, 1997-2001. Estos valores reemplazan a las previas recomendaciones dietéticas de EE. UU. y pueden ser la base para la actualización periódica de los RDIs. El valor mostrado es el más elevado para cada nutriente.

Los valores históricos de los factores de conversión de la vitamina E fueron utilizados en las nuevas DRIs de forma tal que 15 mg se define como el equivalente de 22 IU de vitamina E natural o 33 IU de vitamina E sintética.

Se recomienda que mujeres en edad fértil obtengan 400 mcg de ácido fólico sintético de cereales fortificados o suplementos dietéticos, en adición al ácido fólico de la dieta.

Se recomienda que personas de más de 50 años de edad cubran sus requerimientos de vitamina B₁₂ mediante alimentos fortificados o suplementos, con vistas a elevar su biodisponibilidad.

exposición a la luz solar y también limitadas reservas.⁵ Este valor de concentración sérica se ha definido como la concentración por debajo de la cual se presentan manifestaciones de la deficiencia de esta vitamina como raquitismo u osteomalacia. El valor de ingestión adecuada de vitamina D ha sido redondeado hasta las 50 UI (1 μg de colecalfiferol = 40 UI de vitamina D) más cercanas y entonces duplicados como factor de seguridad para cubrir las necesidades de todos los individuos, con independencia de la exposición a la luz solar.⁵ Los valores así establecidos de ingestión dietética de referencia son de 5 μg de colecalfiferol/d desde el nacimiento hasta los 50 años de edad, 10 μg /d entre 50 a 70 años y 15 μg /d después de los 70 años de edad para hombres y mujeres.⁵ Estas recomendaciones han sido establecidas en el caso de ausencia de una apropiada exposición a la luz solar que garantice la síntesis de la provitamina al nivel de piel. Aún no se han establecido recomendaciones concretas sobre la dimensión y las características de la exposición solar con el objetivo de cubrir requerimientos mínimos de la vitamina D, pero indicaciones de resultados obtenidos en seres humanos en cámaras solares, en los cuales se ha medido la concentración sérica de los metabolitos de vitamina D, sugieren que la cantidad requerida corresponde a la exposición al sol durante 15 min, 3 veces por semana, en zonas no expuestas de la piel y sin que medien pantallas o cremas solares.³³ Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 25 μg /d para lactantes y 50 μg /d para niños y adultos.

Vitamina E

A esta vitamina se le considera como un antioxidante que previene la propagación de la peroxidación lipídica.²⁹ Para el establecimiento de sus requerimientos se ana-

lizaron datos de la inducción de su deficiencia en seres humanos y los datos de ingestión que se correspondían con la hemólisis inducida por el peróxido de hidrógeno y con modificaciones de las concentraciones de α -tocoferol en suero. La vitamina E también funciona con un antioxidante *in vitro*, capaz de mantener esta función fisiológica en los seres humanos. La recomendación nutricional que se establece para hombres y mujeres adultos es de 15 mg/d⁷ de α -tocoferol, valor superior al de las recomendaciones de 1989³⁸ (tabla 6). *Para niños de 5, 6 y 9 años de edad se proponen 6, 7 y 11 mg/d, respectivamente.* Otras formas naturales de los tocoferoles como β -, γ -, σ -tocoferol y los tocotrienoles, no son capaces de cubrir los requerimientos de vitamina E, porque no pueden ser convertidos a α -tocoferol en el ser humano y son además reconocidos pobremente por la proteína de transferencia de α -tocoferol. Para el establecimiento de las ingestiones recomendadas, se define al α -tocoferol como RRR- α -tocoferol, la única forma del tocoferol que se encuentra en los alimentos y las formas 2R-estereoisoméricas del α -tocoferol (RRR, RSR, RRS y RSS- α -tocoferol) que se encuentran en los alimentos fortificados y en los suplementos. Se ha establecido un nivel máximo de ingestión tolerable para cualquier forma de α -tocoferol de 200-800 mg/d para niños y adolescentes y 1 000 mg/d para adultos.⁷

Vitamina K

Funciona como coenzima en la síntesis de las formas biológicamente activas de proteínas involucradas en la coagulación sanguínea y en el metabolismo óseo.²⁹ A causa de la falta de datos para el establecimiento de los *requerimientos estimados promedio* (EAR) se han propuesto "ingestiones

adecuadas” basadas en datos representativos de ingestión observada en los individuos de la Tercera Encuesta de Nutrición y Salud (NHANES III) de EE. UU.¹⁰ Se establecieron en 1989,³³ por primera vez, recomendaciones de 1 µg/kg peso; posteriormente, estos valores se situaron a niveles de 120 y 90 µg/d para hombres y mujeres respectivamente,⁸ valores más elevados que los contenidos en la recomendación anterior (tabla 6).

Vitamina C

El ácido ascórbico funciona en el organismo como un antioxidante hidrosoluble gracias a su elevado potencial reductor. Con el objetivo de permitir su acción antioxidante se ha elevado su recomendación a *75 mg/d para mujeres*, a causa de su inferior masa magra y *90 mg/d para hombres*,⁷ valores superiores a los 60 mg/d que habían sido recomendados desde 1980³³(tabla 6). Estos niveles de ingestión deben ser capaces de mantener concentraciones de ácido ascórbico en los neutrófilos cercanas a su valor máximo y los valores de su excreción urinaria a un valor mínimo. A causa del elevado estrés oxidativo de los *fumadores* y del *turnover* de la vitamina C, en ellos la ingestión recomendada debe elevarse en *35 mg/d*. Sus niveles máximos de ingestión tolerable se colocan a 2 000 mg/d para adultos, 400 mg/d para niños hasta 3 años, 650 mg/d hasta 8 años y 1 200-1 800 mg/d entre 9 y 18 años de edad.

Vitaminas del complejo B y colina

En la última edición de las Ingestiones Dietéticas de Referencia de los EE. UU. (FNB/USA,2002)⁶ se ofrecen para las vitaminas del complejo B recomendaciones directas o *requerimientos estimados promedio*, los cuales se relacionan con sus fun-

ciones generales en el organismo. Para estas vitaminas el requerimiento estimado es algo superior que el valor requerido para evitar la aparición de manifestaciones carenciales, lo cual permite un cierto margen de seguridad, sin embargo, no existen evidencias concretas sobre beneficios observables adicionales para la salud, más allá de la prevención de signos y síntomas de deficiencias. En el caso del ácido fólico se hizo una recomendación especial para la reducción del riesgo de defectos del tubo neural.

Ácido fólico

El criterio básico para establecer los requerimientos de ácido fólico en las nuevas recomendaciones del FNB/USA, 2002,⁶ se centró en la cantidad de *equivalentes dietarios de folato* necesarios para mantener los niveles de folato eritrocitario, aunque también se consideraron algunos datos sobre los niveles plasmáticos de homocisteína y la concentración plasmática de folato. El término *equivalentes dietarios de folato* es de nueva incorporación en estas recomendaciones, como consecuencia del diferente nivel de absorción de los distintos compuestos de ácido fólico. Con el objetivo de ajustar la elevada absorción del ácido fólico (forma libre) comparado con el folato que habitualmente se encuentra en los alimentos, se estableció el término *de equivalentes dietarios de folato (EDF)*, en el cual, $1 EDF = 1 \mu g \text{ de folato de los alimentos} = 0,6 \mu g \text{ de folato añadido a los alimentos o } 0,5 \mu g \text{ de suplementos medicamentosos de folato tomados con el estómago vacío}$. Los defectos del tubo neural se presentan en menos de 1 % de los embarazos. La cantidad de folato necesaria para prevenir estos defectos ha sido determinada como de *400 µg/d* de ácido fólico, adicionales al folato que ya contienen los

alimentos. Por lo tanto, la recomendación establecida para mujeres en edad fértil, con vistas a prevenir estos defectos del tubo neural, es tomar 400 $\mu\text{g}/\text{d}$ de ácido fólico a partir de alimentos enriquecidos o suplementos farmacológicos, así como del folato de los alimentos proveniente de una dieta variada. Se sugiere incrementar la investigación en relación con la definición de los requerimientos en el tercer trimestre del embarazo. En relación con las recomendaciones nutricionales de la previa edición del FNB/USA, 1989, sus valores se han elevado en 100 % (tabla 6) y regresado a los valores que habían sido propuestos para esta vitamina desde el año 1968. Estas nuevas recomendaciones han introducido la propuesta de nivel máximo de ingestión tolerable para el ácido fólico, en valores de 800-1 000 $\mu\text{g}/\text{d}$ para mujeres adultas de más de 18 años de edad. Para niños los niveles oscilan entre 400-800 $\mu\text{g}/\text{d}$ entre 1-18 años de edad.

Vitamina B₁

Las estimaciones de los requerimientos de tiamina se han basado en la cantidad necesaria para alcanzar y mantener una actividad normal de la transcetolasa eritrocitaria y evitar una excreción excesiva de la vitamina en orina. Se establecieron niveles de requerimientos estimados que no difieren esencialmente de los valores precedentes del FNB/USA, 2002 (tabla 6), y que se encuentran a niveles de 1-2 mg/d .

Riboflavina

Sus requerimientos estimados fueron establecidos sobre la base de las cantidades necesarias para mantener en límites normales los valores de excreción de sus metabolitos, valores de la vitamina en sangre y del coeficiente de activación de la

glutación reductasa eritrocitaria. Los valores de requerimientos no sufrieron tampoco modificaciones importantes y se continúan manteniendo a niveles entre 1-3 mg/d en comparación con las recomendaciones anteriores (tabla 6).

Niacina

Para la coenzima de numerosas deshidrogenasas corporales que transfieren el ion hidruro se fundamentó la medición de su requerimiento, en la relación de los niveles de ingestión con la excreción por vía urinaria de sus metabolitos. Sus requerimientos también se expresan como *equivalentes de niacina*, lo cual permite tomar en cuenta la contribución del aminoácido triptófano al estado nutricional total de niacina. Sus requerimientos diarios no sufrieron una modificación esencial en las nuevas recomendaciones y se sitúan en valores que oscilan entre 11-12 mg/d para adultos, los cuales son inferiores a los 19-20 mg diarios que se proponían como requerimiento de niacina en las recomendaciones desde el año 1968 (tabla 6). En las más recientes recomendaciones se han establecido niveles máximos de ingestión tolerable que oscilan entre 10 mg para niños de 1 a 3 años y 35 mg/d para mujeres gestantes.

Vitamina B₆

La vitamina-coenzima del metabolismo de los aminoácidos, el glucógeno y las bases de la esfingosina necesitaron para el establecimiento de su requerimiento, del análisis de diversos datos de estudios bioquímicos, pero las decisiones se centraron principalmente en los niveles de ingestión requeridos para mantener niveles aceptables de fosfato de piridoxal en plasma. Las nuevas recomendaciones se acompañan de una sugerencia de aumentar la investi-

gación en la búsqueda de indicadores más fieles para el establecimiento de requerimientos. Sus valores de requerimientos diarios sufren una discreta disminución en las nuevas recomendaciones del FNB/USA, 2002, en relación con las anteriores (tabla 6) y sus cifras para adultos se encuentran alrededor de 1 a 1,4 mg/día,⁶ en comparación con valores previos de 2,0-2,2 mg/d. En esta versión también se establecieron niveles máximos de ingestión tolerable que oscilaron entre 30 mg/d en niños de más de 1 a 3 años y 100 mg diarios para adultos.

Vitamina B₁₂

La coenzima del metabolismo de los ácidos grasos de cadena impar y de la transferencia de grupos metilo fue sometida a la estimación de sus requerimientos para el ser humano, mediante la medición de la ingestión necesaria para el mantenimiento del estado hematológico y sus valores séricos. Sus valores de requerimientos se sitúan ahora a niveles de 2 µg/d (valor máximo 2,4),⁶ el cual se encuentra en el mismo rango que el situado en las recomendaciones precedentes (tabla 6). Se recomienda para adultos mayores el suplemento farmacológico o la ingestión de alimentos fortificados hasta tanto se disponga de datos más fidedignos de los requerimientos a esa edad.

Ácido pantoténico

Esta vitamina que funciona como componente de la coenzima A y de la fosfopanteína, cumple una de sus funciones trascendentales en el metabolismo de los ácidos grasos.^{1,2,34} Para esta no se estableció un requerimiento estimado, sino solamente una “ingestión adecuada”, es decir se basó la estructuración de esta recomen-

dación en las ingestiones observadas en grupos de población saludables, que fueron suficientes para reemplazar su excreción urinaria. Sus valores de recomendación se colocan en 5 mg/d,⁶ en rango similar a las previas recomendaciones de este consejo en 1989 (tabla 6).

Biotina

Es una vitamina que funciona como coenzima en las reacciones de carboxilación dependientes del bicarbonato.²⁹ El nivel de “ingestión adecuada” se estableció de igual forma de acuerdo con datos limitados de ingestiones observadas y sus niveles de referencia de ingestión en esta nueva propuesta se colocan en el límite inferior de 30 µg/d, en relación con las recomendaciones precedentes de 1989 (tabla 6).

Colina

Funciona como un precursor de la acetilcolina, los fosfolípidos y el donador de grupos metilo, la betaína. El nivel de “ingestión adecuada” se basó en los valores necesarios para mantener la función hepática, medida con la actividad de la alanina aminotransferasa sérica.⁶ Aunque se definieron valores de ingestión adecuada para esta vitamina, existen algunos datos que permitieron medir si un suplemento dietético de colina es necesario para todas las etapas del ciclo vital. Estos datos sugirieron la posibilidad de que los requerimientos de colina puedan ser mantenidos por vía de síntesis endógena en algunas de esas edades. A pesar de estas observaciones, este consejo estableció, por vez primera, referencias dietéticas de ingestión adecuada de colina de 550 mg/d y valores de 1 a 3,5 g diarios fueron propuestos como niveles máximos de ingestión tolerable.

TABLA 7. Recomendaciones nutricionales de minerales. Comparación histórica de los RDIs, RDAs y DRIs, desde 1968 hasta el presente

Nutriente	RDI*	1968 RDA**	1974 RDA**	1980 RDA**	1989 RDA**	DRIs 2002***
Calcio	1 000 mg	1 300 mg	1 200 mg	1 200 mg	1 200 mg	1 300 mg
Fósforo	1 000 mg	1 300 mg	1 200 mg	1 200 mg	1 200 mg	1 250 mg (700 adult)
Hierro	18 mg	18 mg	18 mg	18 mg	15 mg	18 mg
Iodo	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg	150 mcg
Magnesio	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	400 mg	420 mg
Cinc	15 mg	10-15 mg	15 mg	15 mg	15 mg	11 mg
Selenio	70 mcg	—	—	—	70 mcg	55 mcg
Cobre	2 mg	—	—	2-3 mg	1,5-3 mg	0,9 mg
Manganeso	2 mg	—	2,5-7 mg	2,5-5 mg	2-5 mg	2,3 mg
Cromo	120 mcg	—	—	50-200 mcg	50-200 mcg	35 mcg
Molibdeno	75 mcg	—	45-500 mg	150-500 mcg	75-250 mcg	45 mcg

*El *reference daily intake* (RDI) es el valor establecido por la FDA para uso en etiquetado nutricional. Se basó inicialmente en el mayor valor de la RDA para cada nutriente con vistas a asegurar que se cubriesen las recomendaciones para todos los individuos.

**Las RDAs fueron establecidas y revisadas periódicamente por el *Food and Nutrition Board*. Los valores que se muestran son las mayores RDAs para cada nutriente en el año correspondiente.

***Los *dietary reference intakes* (DRI) son los valores más recientes de recomendaciones dietéticas establecidas por el *Food and Nutrition Board* del *Institute of Medicine*, 1997-2001. Estos valores reemplazan a las previas recomendaciones dietéticas de EE. UU. y pueden ser la base para la actualización periódica de los RDIs. El valor mostrado es el más elevado para cada nutriente.

MINERALES Y ELEMENTOS TRAZA

Calcio

Las mayores contribuciones de las nuevas recomendaciones nutricionales para el calcio están relacionadas con la obtención de datos para el establecimiento de una “ingestión adecuada”, a partir de estudios de balance en individuos que consumían cantidades variables del mineral, de un modelo factorial que utilizaba la acumulación de calcio en el tejido óseo y de experiencias clínicas, en las cuales se indagó sobre los cambios en el contenido mineral, la densidad ósea o la frecuencia de fracturas a diferentes niveles de ingestión. Gracias a estos estudios pudo ser estimado el valor de la *retención porcentual máxima* de calcio. En 1997 se propuso un modelo matemático no lineal que relacionaba ingestión y retención de calcio. Con las ecuaciones desarrolladas es posible determinar el nivel de calcio requerido para alcanzar el nivel de retención de calcio deseado.

Se decidió utilizar para el calcio los valores de “ingestión adecuada” y no, *requerimiento estimado promedio* (EAR).⁵ La “ingestión adecuada” representa una aproximación del nivel de ingestión que parece ser suficiente para mantener el estado nutricional de calcio, aunque también es posible que valores más bajos de ingestión de este mineral pueden resultar adecuados para muchas personas. La decisión final para el establecimiento de *recomendaciones nutricionales* definitivas para calcio, tendrá que esperar entonces por estudios adicionales sobre balance de calcio con rangos más amplios de ingestión o mediciones a más largo plazo de los niveles de suficiencia.

Con estas consideraciones se establecieron entonces niveles de *ingestión diaria adecuada de calcio de 200-300 mg para el primer año de edad, 500 mg de 1 a 3 años, 800 de 4 a 8, 1 300 para la adolescencia y 1 000-1 200 mg para adultos*.⁵ Estos valores se encontraron en el rango de los propuestos con anterioridad por el Consejo de

Alimentación y Nutrición de EE. UU. (tabla 7); pero más elevados que la propuesta de muchos otros países. Su nivel máximo de ingestión tolerable es de 2,5 g/d.

Fósforo

Componente de la hidroxiapatita ósea, enlaces fosfato de energía, fosfolípidos, fosfoproteínas, ácidos nucleicos, segundos mensajeros hormonales, cAMP, cGMP y monofosfato cíclico de inositol. Para el fósforo se establecen recomendaciones nutricionales concretas a partir del año de edad. Para el niño menor de 1 año se estableció un valor de "ingestión adecuada" de *100 mg/d durante los primeros 6 meses y 275 mg/d de 7 a 12 meses de edad, 460 y 500 mg/d se proponen para niños de 1 a 3 y 4-8 años de edad. Para niños y adolescentes entre 9 y 18 años de edad se recomiendan 1 230 mg/d y 700 mg/d a partir de los 19 años.* Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 4-5 g/d.⁵

Magnesio

Para el magnesio se han establecido recomendaciones concretas a partir del primer año de vida. *Para niños de 1-3 y 4-8 años de edad se establecen recomendaciones de 80 y 130 mg/d, respectivamente. Para niños de 9 a 15 años se recomiendan 240 mg/d y después de esta edad la recomendación se sitúa entre 300 y 420 mg/d,*⁵ valores que son solo discretamente superiores a los de las recomendaciones anteriores (tabla 7). Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 65-110 mg/d para niños y 350 mg/d para adultos.

Hierro

Componente de la hemoglobina, mioglobina, citocromos y múltiples

enzimas. La anemia por deficiencia de hierro es la deficiencia nutricional más extendida en el mundo, la cual genera fatiga, disminución de la productividad y desarrollo cognitivo desbalanceado. La determinación de los requerimientos de hierro se ha llevado a cabo por el método factorial.⁸ El *requerimiento estimado promedio* (EAR) se ha determinado dividiendo la cantidad requerida de hierro absorbido entre la absorción fraccional de hierro dietario, la cual se estima tenga un valor de 18 % para adultos que ingieren la típica dieta norteamericana. De esta forma se establece una recomendación nutricional para el hierro de *8 mg/d para hombres y 18 mg/d para mujeres premenopáusicas, respectivamente.* Para la mujer *embarazada* se eleva esta recomendación a *27 mg/d.*⁸ El valor de 18 mg/d, que ya había sido propuesto en el año 1980, vuelve a situarse como máxima recomendación nutricional para adultos, después de la reducción a 15 mg/d que proponía el consejo de 1989 (tabla 7). Se establecen niveles máximos de ingestión tolerable de 40 y 45 mg/d para niños y adultos, respectivamente.

Selenio

Es considerado un elemento esencial para el ser humano. Forma parte de la enzima glutatión-peroxidasa de eritrocitos humanos y en China su deficiencia ha sido asociada con enfermedades de la niñez temprana. En el organismo existe en 2 formas, selenometionina y selenocisteína, que se encuentran presentes en selenoproteínas como la glutatión peroxidasa, la yodotironina, desiodinasa y la selenoproteína P.²⁹ Los niveles en el organismo dependen de los niveles de selenio en el suelo. Los efectos metabólicos de la deficiencia de selenio se generan por una mayor sensibilidad a determinados tipos de lesión oxidativa, alteraciones del metabolismo de las hormo-

nas tiroideas, aumento a la susceptibilidad al mercurio, aumento de la concentración plasmática de glutatión. Algunos datos indican que el cretinismo del recién nacido puede deberse a una combinación de deficiencia de yodo y selenio. La deficiencia de selenio se ha asociado a la enfermedad de Keshan, miocardiopatía endémica que afecta a niños y mujeres en edad fértil en China. Se demostró en varios estudios que la suplementación con selenio mejoraba la enfermedad.³⁵ Una etiología viral adicional y potenciada por la deficiencia de selenio fue también demostrada en esa epidemia.³⁶ Esta fue la primera vez que pudo demostrarse que el estado nutricional deficitario del huésped es capaz de producir cambios genéticos en un organismo patógeno que lo afecta.³⁷ Si estos resultados son aplicables a los demás virus patógenos ARN como polio, hepatitis, gripe o VIH, las consecuencias para la salud pública pueden ser importantes. Por primera vez en 1980 se propusieron 50-200 µg Se/d para adultos como necesidad nutricional. En la última recomendación del año 2002, los límites se mantienen en 55 µg Se/d para adultos⁷ y el FNB/USA, 2002, estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 400 µg Se/d.

Flúor

Se establece por primera vez en el año 2002 para el flúor una ingestión adecuada capaz de reducir el riesgo de caries dentales y no generar efectos colaterales. Los valores son *de 0,01 mg/d en los primeros 6 meses de vida; 0,5 en el segundo semestre de vida; 0,7 mg/d para niños de 1 a 3 años; 1 mg/d para niños de 4 a 8 años y de 2 a 3 mg/d para todas las edades superiores.*⁵ Se estableció un nivel máximo de ingestión tolerable de 10 mg/d para adultos.

Manganeso

Es un constituyente del tejido óseo y participa, además, como cofactor enzimático del metabolismo de aminoácidos, lípidos y carbohidratos. Existen pocos datos para el establecimiento de un *requerimiento estimado promedio* para el manganeso. Por esta razón se propone una ingestión adecuada basada en los valores medios de ingestión informados por el Estudio de la Dieta de la FDA de EE. UU. Los valores que se han establecido son de *2,3 y 1,8 mg/d para hombres y mujeres,*⁸ discretamente inferiores a los del año 1989 (tabla 7). Se ha establecido un nivel máximo de ingestión tolerable de 2-6 mg/d para niños y 11 mg/d para adultos.

Molibdeno

Este elemento es cofactor de múltiples enzimas en la forma denominada molibdopterina. Un error innato del metabolismo que conduce a una deficiencia de la oxidasa del sulfito se debe a la carencia de molibdopterina, lo cual resulta en disfunción neurológica y retraso mental. Datos de balance de molibdeno fueron utilizados para estructurar el *requerimiento estimado promedio* y la recomendación nutricional de este nutriente, la cual se situó entonces en *45 µg/d para hombres y mujeres.*⁸ Este valor es significativamente inferior a la anterior propuesta de 75-250 µg/d (tabla 7). Los niveles máximos de ingestión tolerable son de 100-600 µg/d para niños de 1 a 8 años, 1 100 µg/d para niños de 9 a 13 años y 1 700-2 000 µg/d para adultos.

Cinc

Funciona también como catalizador de varias enzimas, en el mantenimiento de la integridad estructural de proteínas y en la

regulación de la expresión genética. La franca deficiencia de cinc en el ser humano es rara. Los síntomas debidos a una deficiencia moderada son diversos y generados por la ubicuidad de este elemento en los procesos metabólicos. El análisis factorial de las pérdidas de cinc y sus requerimientos para el crecimiento, así como valores de la absorción fraccional fueron usados para establecer el valor del *requerimiento estimado promedio* (EAR). La recomendación nutricional establecida se colocó a *11 mg/d para hombres y 8 mg/d para mujeres*, valores inferiores a los previamente existentes (tabla 7). Los niveles máximos de ingestión tolerable son de 4-5 mg/d para niños durante el primer año de edad, 7 mg/d para niños de 1 a 3 años, 12 mg/d para niños de 4 a 12 años, 23 mg/d entre 9 y 12 años y de 30-40 mg/d para adultos.⁸

Yodo

Componente importante de las hormonas tiroideas que se encuentran involucradas en la regulación del metabolismo humano. Una deficiencia severa puede comprometer el desarrollo cognitivo de niños y generar bocio en adultos. El método utilizado para establecer su requerimiento estimado promedio fue la acumulación y el recambio del yodo en el organismo. La recomendación establecida es de *150 µg/d* para los 2 sexos,⁸ valor similar al usado desde 1968 (tabla 7). Sus niveles máximos de ingestión tolerable son de 200-600 µg/d para niños desde 1 hasta 13 años de edad y 1 000 µg/d para adultos.

Cobre

Cofactor de la catálisis de numerosas metaloenzimas que actúan como oxidasas que promueven la oxidación del oxígeno molecular. La franca deficiencia de cobre

en el ser humano es rara,^{2,29} los signos clínicos incluyen anemia normocítica hipocrómica, leucopenia y neutropenia. El método utilizado para establecer el requerimiento estimado promedio estuvo basado en una combinación de indicadores bioquímicos obtenidos con diversos niveles de ingestión de cobre. La recomendación que se estableció a partir de esos valores de EAR fue de *900 µg/d* para hombres y mujeres,⁸ valor inferior a los precedentes (tabla 7). Sus niveles máximos de ingestión tolerable son de 1-5 mg/d para niños desde 1 hasta 13 años de edad y 10 mg/d para adultos.

Cromo

Es un elemento potenciador de la acción de la insulina,³⁸ tanto *in vitro* como *in vivo*. Algunos estudios han demostrado el efecto del cromo sobre los niveles de glucosa y la concentración de insulina en sangre, pero no todos han tenido resultados positivos. La deficiencia fundamental ha sido la carencia para el diagnóstico de la deficiencia de cromo, el cual sea suficientemente sensible para responder a los efectos de la suplementación con este elemento. No se tienen suficientes evidencias para el establecimiento de un requerimiento estimado promedio, motivo por el cual para este elemento solo se estructura una ingestión adecuada basada en los datos de ingestiones estimadas de cromo, derivadas de la cantidad promedio de cromo/1 000 kcal de dietas balanceadas y de los datos de ingestión media de energía provenientes del estudio NHANES III. Por ello, la ingestión adecuada que se estableció fue de *35 µg/d para hombres y 25 µg/d para mujeres*,⁸ valor inferior a lo considerado aceptable en los años anteriores (75, 250 ó 500 µg/d) (tabla 7). Aunque no se establecen niveles máximos de ingestión tolerable, sí se

propone tener especial precaución en no sobrepasar los límites de la recomendación nutricional.

OTROS OLIGOELEMENTOS

Arsénico

Elemento ya considerado esencial para el organismo humano desde 1975, después de haber sido utilizado durante décadas en funciones terapéuticas contra la anorexia, sífilis, neuralgias y reumatismo. En el metabolismo de mamíferos su forma activa es la trimetilada. Sus funciones biológicas están relacionadas con la síntesis de metabolitos metilados provenientes de la metionina (S-adenosil-met, S-adenosil-homocisteína, taurina) o de la arginina (espermidina, espermina, putrescina). El arsénico es capaz de potenciar la síntesis de ADN en los linfocitos.^{2,29} Para este no se han establecido valores de requerimientos, porque los datos existentes de la experimentación animal son los únicos que pueden brindar una idea aproximada de su esencialidad. Se supone que las necesidades del ser humano se encontrarían en el rango de 12-25 µg/d,⁸ cuando la ingestión diaria de energía sea de 2 000 kcal. En la propuesta de recomendaciones nutricionales del FNB/USA, 2002, no se establecen niveles máximos tolerables de ingestión para el arsénico, pero sí se señala que no existe una justificación probada científicamente para la adición de arsénico a los alimentos.

Boro

En 1981 se hizo público que el boro estimulaba el crecimiento animal y que era capaz de prevenir la aparición de anomalías óseas que generaba la deficiencia de colecalciferol. Sus funciones mejor descritas se encuentran en el campo del metabo-

lismo macromineral. El boro es capaz de formar compuestos con sustancias hidroxiladas como adenosina-5-P, piridoxina, riboflavina, ácido dehidroascórbico y nucleótidos de piridina. Sus funciones fundamentales en el organismo humano están relacionadas con la formación ósea y las funciones encefálicas y con el desarrollo adecuado de la actividad eléctrica cerebral.^{2,29} Solo 2 estudios de privación del boro de la dieta, realizados en seres humanos, han mostrado que los requerimientos de este elemento quizás pudiesen encontrarse alrededor de 1 mg/d. En el año 2002, el Consejo de Alimentación y Nutrición de EE. UU. sí estableció un nivel máximo de ingestión tolerable para el boro de 3 mg/d para niños de 1 a 3 años, 6 mg/d para niños de 4 a 8 años, 11 mg/d para niños de 9 a 13 años, 17 mg/d entre 14 y 18 años de edad y 20 mg/d para adultos.⁸

Níquel

En el año 1936 ya se había sugerido que el níquel era un elemento esencial para la nutrición del ser humano, pero no fue hasta el año 1975 en que comenzaron a llevarse a cabo estudios concluyentes sobre la esencialidad de este nutriente para el organismo. No se ha descrito ninguna función fisiológica importante del níquel en el ser humano. En otros organismos cumple funciones redox. Solo se dispone de resultados de estados carenciales de este elemento en animales. Han sido descritos retraso del crecimiento, alteraciones de la reproducción, de la glucemia y afectaciones en la utilización de otros nutrientes como calcio, hierro, cinc y cobalamina. La vitamina B₁₂ es necesaria para la expresión adecuada de la función del níquel en los animales superiores. Solo de estudios en animales se han obtenido datos que pueden indicar un nivel estimado de las necesidades del ser huma-

no y se ha calculado que serían *de 25 a 35 µg/d*.⁸ Los niveles máximos de ingestión tolerable establecidos en el 2002 son de 300 µg/d para niños y 1 000 µg/d para adultos.

Silicio

Desde 1901 se conoce que los tendones, aponeurosis y tejidos oculares tienen altas concentraciones de silicio.³⁹ Se considera que puede tener funciones especiales en la estructura de mucopolisacáridos.⁴⁰ Su absorción intestinal se eleva cuando se administra en forma de preparados especiales de silicio para el tratamiento de las isquemias circulatorias y la osteoporosis.⁴¹ La mayor parte del silicio que se ingiere con la dieta se acumula en aorta, tráquea, tendones, huesos y piel y la causa de ello parece estar en los glucosaminoglicanos.⁴² Sus funciones principales se encuentran en la formación del tejido óseo. Se ha propuesto como hipótesis una posible participación de la deficiencia de silicio en la aterosclerosis, osteoartritis, osteoporosis, hipertensión y enfermedad de Alzheimer. El silicio es necesario para la actividad de hidroxilasa de la prolina ósea, enzima fundamental en la formación del colágeno de este tejido.⁴³ Aunque no se conoce en detalle ninguna de las funciones bioquímicas de este elemento en el hombre, los datos en animales sugieren muy fuertemente que el silicio es un elemento esencial para el ser humano. Por la carencia de resultados

confiables y la no completa concordancia con los estudios en humanos, aún no se ha establecido una recomendación nutricional para silicio y solo se asume que una ingestión de *5-10 mg/d* podría ser adecuada, a pesar de que las ingestiones observadas oscilan entre 20 y 50 mg/d.⁸ No hay indicaciones sobre efectos tóxicos, el trisilicato de magnesio se utiliza desde hace décadas como antiácido.

Vanadio

No se ha descrito ninguna función fisiológica o bioquímica para este elemento. Algunos estudios farmacológicos sugieren funciones miméticas con la insulina, efectos estimulantes de la proliferación y diferenciación celular, fosforilación-desfosforilación, efectos inhibidores sobre la movilidad de espermatozoides, cilios y cromosomas, transporte de glucosa e iones a través de membranas plasmáticas, sobre el movimiento del calcio intracelular y sobre los procesos de oxidación-reducción. Si se determina que el vanadio es esencial para el hombre, pues entonces sus necesidades deben ser muy bajas. En el hombre no ha sido identificada una deficiencia de este elemento. Las dietas que ingiere el ser humano contienen habitualmente < 30 µg vanadio/d. Por ello es posible que una ingestión de *10 µg/d* cubra cualquier posible necesidad.⁸ El FNB/USA, 2002, ha propuesto para adultos un nivel máximo de ingestión tolerable de 1,8 mg/d.

SUMMARY

The nutritional recommendations of energy and nutrients, which are the basic working tool of nutritionists and health and economy workers and planners were updated. Documents setting the guidelines on the amount of nutrients the population should receive to meet its requirements have been published at the international level since 1943. The nutritional recommendation refers to the amount of a certain nutrient capable of facilitating the normal functioning of the human metabolism in almost the totality of the population. The recommendations have practical ends and a merely population approach. They are regularly updated by international bodies in accordance

with the results of the nutritional research. The recommendations made by the U.S. Food and Nutrition Board, 2002, the FAO/WHO/UNO Expert Committees of Energy and Proteins, and the Nutritional Recommendations and Food Guides for the Cuban Population, 1996, were used as reference documents.

Key words: Energy, nutrient, requirements, recommendation.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Elmadfa I, Leitzmann K. Ernährung des Menschen. Germany:Stuttgart:UTB fuer Wissenschaft. Verlag Eugen Ulmer;1990.
2. Ziegler EE, Filer LJ. Conocimientos actuales sobre nutrición. 7^{ma} ed. Washington DC: OMS;1997. ILSI Pub Cientif No. 565
3. FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Report on Human Energy Requirements. Interim Report. Roma: FAO;2004.
4. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) and Recommended Dietary Allowances (RDA) for energy, carbohydrate, fiber, fats, fatty acids, cholesterol, proteins and amino acids. Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The National Academy Press, 2002. [en línea] Jan 2003 [fecha de acceso 20 de mayo de 2004]. URL disponible en: <http://www.nal.usda.gov/fnic/etext/000105.html>.
5. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride. Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The National Academy Press, 2002. [en línea] enero 2003 [fecha de acceso 20 de mayo de 2004]. URL disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/030906360/html>.
6. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B₆, Folate, Vitamin B₁₂, Pantothenic acid, Biotin, and Choline (1999), Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The National Academy Press, 2002. [en línea] enero 2003 [fecha de acceso 20 de mayo de 2004]. URL disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/0309065542/html>.
7. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) for Vitamin C, Vitamin E, Selenium and Carotenoids. Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The National Academy Press, 2002. [en línea] enero 2003 [fecha de acceso 20 de mayo de 2004]. URL disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/030906935/html>.
8. Food and Nutrition Board/Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes (DRI) for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, and Vanadium. Institute of Medicine of the National Academies. Washington DC. The National Academy Press, 2002. [en línea] enero 2003 [fecha de acceso 20 de mayo de 2004]. URL disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/0309062794/html>.
9. Second National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES II), National Center for Health Statistics, Center for Disease Control and Prevention, USA [en línea] enero 2003 [fecha de acceso 10 de julio de 2004]. URL disponible en: <http://www.cdc.gov/nchs/products/elec-products/subject/nhanesii.html>.
10. WHO. Measuring change in nutritional status. Geneva:WHO;1983.
11. Berdasco A, Rivero JM. Valores críticos de peso para la talla en población cubana adulta. Rev Cubana Med 1991;30:26-33.
12. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. Hum Nutr Clin Nutr 1985;39C(Suppl 1):5-41.
13. Cole TJ. The Oxford Brookes BMR database- a re-analysis. Report commissioned by FAO for the joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy in Human Nutrition. Roma: FAO; 2002.
14. WHO/FAO Joint WHO/FAO Expert Consultation on Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases, Draft. Geneva: WHO; 2002 28 March.

15. Report of a Joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO energy and protein requirements. Geneva; World Health Organization; 1985. Technical Report Series 724.
16. IOM (Institute of Medicine). Dietary Reference Intakes: Applications in Dietary Assessment. Washington, DC: National Academy Press; 2000.
17. Kuczmarski RJ, Orden CL, Grummer-Strawn LM, Flegai KM, Guo SS, Wei R, et al. Reference lengths and weights for girls 1 through 35 months of age based on median length and median weight for age. CDC growth charts: United States. *Adv Data Vital Health Statist* 2000;314:1-28.
18. Torun B. Energy requirements of children and adolescents. Background paper prepared for the joint. FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy in Human Nutrition. Roma: FAO; 2001.
19. Spurr GB, Prentice AM, Murgatroyd PR, Goldberg GR, Reina JC, Christman NT. Energy expenditure from minute-by-minute heart-rate recording: comparison with indirect calorimetry. *Am J Clin Nutr* 1988;48:552-9.
20. Ekelund U, Sjöström M, Yngve A, Nilsson A. Total daily energy expenditure and pattern of physical activity measured by minute-by-minute heart rate monitoring in 14-15 year old Swedish adolescents. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:195-202.
21. Butte NF. Energy requirements of infants. Background paper prepared for the joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation on Energy in Human Nutrition. Roma: FAO; 2001.
22. Goran MI, Treuth MS. Energy expenditure, physical activity, and obesity in children. *Pediatr Clin North Am* 2001;48:931-53.
23. Institute of Medicine/Food and Nutrition Board. Nutrition during Pregnancy. Washington DC: National Academy Press; 1990.
24. Prentice AM, Prentice A. Energy costs of lactation. *Ann Rev Nutr* 1988;8:63-79.
25. FAO/WHO Expert Consultation. Carbohydrates in human nutrition. FAO Food and Nutrition paper No. 66. Roma: FAO; 1998.
26. Rose WC. The amino acid requirements of adult man. *Nutr Abstr Rev* 1957;27:631-47.
27. Rose WC, Wixom RL, Lockhart HB, Lambert GF. The amino acid requirements of man. XV. The valine requirement; summary and final observations. *J Biol Chem* 1955;217:987-95.
28. Young VR, Borgonha S. Nitrogen and amino acid requirements: the Massachusetts Institute of Technology amino acid requirement pattern. *J Nutr* 2000;130:1841S-9S.
29. Mathews CK, van Holde KE, Ahern KG. *Bioquímica*. 3era Ed. Madrid: Adison Wesley Pearson Education; 2002.
30. Cáceres A, Hernández M, Muñoz J, Rodríguez A. Las vitaminas en la nutrición humana. Las Palmas de Gran Canaria: Ayuntamiento San Bartolomé de Tirajana; 1999.
31. Blomhoff R. Vitamin A in health and disease. New York: Marcel Dekker Inc; 1994.
32. Gibson RS. Principles of nutritional assessment. Oxford: Oxford University Press; 1990.
33. Food and Nutrition Board-Commission on Life Sciences-National Research Council. Recommended Dietary Allowances. 10thed. Washington DC: National Academy Press; 1989.
34. Ferguson GW, Gehrman WH, Karsten KB, Hammack SH, McRae M, Chen TC et al. Do panther chameleons bask to regulate endogenous vitamin D3 production? *Physiol Biochem Zool* 2003;76(1):52-9.
35. Yang G, Chen J, Wen Z. The role of selenium in Keshan disease. *Adv Nutr Res* 1984;6:203-31.
36. Beck MA, Kolbeck PC, Rohr LH. Benign human enterovirus become virulent in selenium-deficient mouse. *J Med Virol* 1994;43:166-70.
37. Beck MA, Shi Q, Morris VC, Levander OA. Rapid genomic evolution of a non-virulent coxsackievirus B3 in selenium-deficient mice results in selection of identical virulent isolates. *Nature Med* 1995;1:433-6.
38. Anderson RA, Polansky MM, Bryden NA, Canary JJ. Supplemental-chromium effects on glucose, insulin, glucagon, and urinary chromium losses in subjects consuming controlled low-chromium diets. *Am J Clin Nutr* 1991;54:909-16.
39. Schulz H. Ueber den Kieselsäuregehalt menschlicher und tierischer Gewebe. *Pflügers Arch Ges Physiol* 1901;84:67-100.
40. Schwarz K. A bound form of silicon in glycosaminoglycans and polyuronides. *Proc Natl Acad Sci USA* 1973;70:1608-12.

41. Allain P, Cailleux A, Mauras Y, Reinier JC. Etude de l'absorption digestive du silicium après administration unique chez l'homme sous forme de salicylate de méthyl silane triol. *Thérapie* 1983;38:71-4.
42. Adler AJ, Etzion Z, Berlyne GM. Update, distribution and excretion of silicon in normal rats. *Am J Physiol* 1986;251:E670-3.
43. Carlisle EM. Silicon. In Frieden E. *Biochemistry of the essential ultratrace elements*. New York: Plenum;1984.

Recibido: 8 de agosto de 2004. Aprobado: 22 de septiembre de 2004.

Dr. *Manuel Hernández Triana*. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Infanta 1158, CP 10300, Ciudad de La Habana, Cuba <http://www.inha.sld.cu> Tel. (537)-879 5183 (537)878 5919 Fax: (537) 873 8313 Correo electrónico: macondo@infomed.sld.cu; manumacondo@hotmail.com