

Publicación INCAP PCE/047

3. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES NUTRICIONALES PARA NIÑOS DE 0 A 5 AÑOS DE EDAD*Benjamín Torún¹*

Los **requerimientos nutricionales** son las cantidades de energía y nutrientes que un individuo sano debe obtener de los alimentos para conservar la salud y realizar sus funciones en condiciones óptimas. Tales funciones incluyen el crecimiento, la reposición de células y tejidos, y las actividades metabólicas, fisiológicas y de conducta.

Aunque los requerimientos específicos de una persona pueden ser de interés clínico, los requerimientos nutricionales usualmente se expresan como el **promedio de los valores individuales** de grupos de población con características similares de edad, sexo, condiciones de embarazo o lactancia y, en algunos casos, de actividad física.

Las **recomendaciones nutricionales** son valores sugeridos por grupos de expertos. Representan las cantidades de nutrientes que los alimentos deben aportar para satisfacer los requerimientos de todos los individuos sanos de una población. Para ello se agrega una cantidad adicional de nutrientes al promedio de los requerimientos individuales, la cual cubre la variabilidad individual. La ingestión de estas cantidades adicionales no causan alteraciones metabólicas ni daños a la salud, y cuando sobrepasan los requerimientos de un individuo, son eliminadas por el organismo.

La recomendación de *energía alimentaria* difiere de las recomendaciones para nutrientes específicos. En este caso, la recomendación nutricional es el requerimiento promedio del grupo, ya que si se recomendara que todas las personas de un grupo de población ingirieran una cantidad adicional de energía para cubrir la variabilidad entre individuos, muchas personas podrían tornarse obesas.

Las **recomendaciones dietéticas diarias (RDD)** son las cantidades de energía y nutrientes que se deben ingerir para cumplir con las recomendaciones nutricionales. Aunque se expresan como **recomendaciones diarias**, realmente son cantidades que deben ser ingeridas como **promedio diario** a lo largo de cierto período de tiempo. Ese período no ha sido bien establecido y puede variar de un nutriente a otro pero, con fines prácticos, se puede considerar como una semana. Las RDD

¹ Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP), Guatemala, Guatemala

toman en consideración la biodisponibilidad de los nutrientes en los alimentos, entendiendo como tal la proporción de nutrientes ingeridos que son digeridos, absorbidos y utilizados por el ser humano.

3.1 Determinación de requerimientos y recomendaciones

Los requerimientos nutricionales de los niños varían con su edad, tanto cuando se expresan en términos absolutos como por unidad de peso corporal. Los cambios son mayores y más rápidos durante el primer año de vida, debido a la alta velocidad de crecimiento y a los marcados cambios metabólicos y de actividad física.

Formas de calcular los requerimientos y recomendaciones

Los requerimientos de los diversos nutrientes para niños de 0 a 5 años han sido determinados de distintas maneras que incluyen:

- *Estudios experimentales*, en que se mide cambios metabólicos o velocidad de crecimiento cuando se ingieren distintas cantidades del nutriente. Ejemplo: requerimientos de aminoácidos esenciales para preescolares (Pineda *et al.* 1981; Torún *et al.* 1981).
- *Cálculos factoriales*, sumando las cantidades del nutriente que son necesarias para diversas funciones biológicas, tales como crecimiento corporal, recambio celular, metabolismo, reposición de pérdidas obligatorias, y saturación o aumento de depósitos. Algunas de esas cifras factoriales son medidas y otras se basan en consideraciones teóricas o en datos de adultos y niños mayores. Ejemplo: requerimientos de hierro para menores de un año (FAO/OMS 1991).
- *Mediciones de la ingestión de alimentos* en niños sanos que crecen adecuadamente, y cálculo de la cantidad del nutriente en esos alimentos. Ejemplo: requerimientos de energía para menores de 10 años (FAO/OMS/UNU 1985).
- *Respuestas terapéuticas*, midiendo la cantidad del nutriente ingerida para corregir los signos clínicos o bioquímicos de deficiencia. Ejemplo: requerimientos de vitamina B₁₂ para lactantes¹ (FAO/OMS 1991; Jadhav *et al.* 1962).

¹ Se usará los términos LACTANTES para referirse a los niños que aún no han cumplido un año y PREESCOLARES para aquellos entre 1 y 6 años de edad.

- *Estimaciones a partir de los requerimientos de adultos o niños de otras edades.* Ejemplo: requerimientos de vitamina A para preescolares (FAO/OMS 1991).
- *Combinaciones de varios métodos.* Ejemplo: requerimientos de aminoácidos esenciales para menores de cuatro meses, usando datos experimentales y mediciones de la ingestión de fórmulas lácteas o de soya (Holt y Snyderman 1961; Fomon 1974).

Las recomendaciones de varios nutrientes se basan en algunas suposiciones, por lo que podrían cambiar en el futuro.

Con pocas excepciones, los nutrientes en la leche humana satisfacen las necesidades durante los primeros 3 a 6 meses de vida. Por ello la mayoría de las recomendaciones para lactantes de estas edades se derivan de las cantidades de nutrientes contenidos en la leche humana que ingieren los niños nacidos a término y que crecen adecuadamente mientras son amamantados en forma exclusiva¹ por madres sanas y bien nutridas. Al volumen promedio de leche ingerida se agrega 25%, o sea dos veces el coeficiente de variación.

Formas de expresión

Los requerimientos y recomendaciones generalmente se expresan para grupos de edad divididos en trimestres o semestres durante el primer año de vida, y en períodos de 1, 2 ó 3 años hasta los 10 años de edad, sin distinción de sexo. Para algunos nutrientes esa expresión se hace por unidad de peso corporal, y para otros se hace como la cantidad total que el niño debe ingerir en un día.

Otra forma de expresar las RDD es relacionando los nutrientes con la cantidad de energía alimentaria ingerida (por ejemplo, mg de un nutriente por cada 1000 kcal). Esto se hace: a) En el caso de nutrientes cuyos requerimientos son influenciados por la ingestión o metabolismo de energía alimentaria; o, b) Cuando se hacen recomendaciones integrales para la dieta, partiendo de la premisa de que si se ingiere una cantidad suficiente de comida para satisfacer las necesidades de energía, también se debería satisfacer las necesidades de nutrientes específicos. Para los niños que ya comen los mismos alimentos y en las mismas proporciones que los adultos, esta forma de expresión permite recomendar dietas con una composición que satisfaga las necesidades de todos los miembros de la familia.

¹ El término LACTANCIA EXCLUSIVA se usa para indicar que la leche humana es la única fuente de energía y nutrientes en la dieta.

Ese enfoque fue usado para recomendar las metas nutricionales para América Latina (Bengoa *et al.* 1988). Sin embargo, se debe tener en mente que: a) Esta expresión de las recomendaciones nutricionales no se puede aplicar a los lactantes de la misma manera que a los demás miembros de su familia, ya que las comidas de los niños pequeños usualmente son diferentes; y, b) Dado que los requerimientos de energía y de los diversos nutrientes cambian con la edad a distintas velocidades, una dieta que al llenar las necesidades de energía de todos los miembros de la familia también llene las de otros nutrientes, aportará varios nutrientes en cantidades que sobrepasarán las necesidades de los grupos etarios con requerimientos más bajos. Por ejemplo, una dieta que contenga 80 μg de folatos por 1000 kcal, aportará los 170 μg requeridos diariamente por las mujeres adolescentes y adultas, pero dará el doble de los 40-50 $\mu\text{g}/\text{día}$ requeridos por niños entre 1 y 5 años de edad.

Grupos de edad y pesos promedio

Los requerimientos y recomendaciones generalmente se expresan en este documento sin diferenciar entre varones y niñas, clasificándolos en los grupos de edad que se muestran en el cuadro 1. La fracción 0,9 no es una pretensión de precisión, sino que se usa con fines de identificar claramente los grupos de edad. Por ejemplo, el intervalo de 3 a 5,9 meses comienza al cumplir 3 meses y termina antes de cumplir 6.

Para calcular las recomendaciones por unidad de peso corporal se usó el punto medio de cada intervalo de edad y la mediana del peso para esa edad en las tablas del Centro Nacional de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos, que han sido recomendadas como normas internacionales de comparación por la OMS (OMS 1983). Las RDD para grupos de población se deben calcular en base al *peso esperado para niños sanos de cada edad*, y no en base al peso esperado para su *talla*. Muchos lactantes y preescolares de América Latina tienen cierto retraso en el crecimiento longitudinal debido a una alimentación deficiente. El cálculo de las RDD de acuerdo al peso esperado para niños sin retraso podría permitir la corrección de las deficiencias y una velocidad de crecimiento compensatorio¹.

Fuentes de información

En esta revisión se dio prioridad a los criterios y cifras aceptados por grupos y organismos internacionales (FAO/OMS 1991; FAO/OMS/UNU 1985; Bengoa *et al.* 1988; FAO/OMS 1962; FAO/OMS 1980). Para aquellos nutrientes cuyos requerimientos no han sido establecidos por grupos internacionales de expertos, o que no

¹ El término CRECIMIENTO COMPENSATORIO se refiere a un crecimiento más acelerado para permitir que los niños con retraso en crecimiento alcancen el tamaño de niños normales de la misma edad.

han sido revisados por ellos en muchos años, también se consideró lo recomendado por varios grupos nacionales en los últimos tres a cinco años (Food and Nutrition Board 1989; Department of Health [UK] 1991). También se incluyó información de documentos que aún están en prensa (FAO/OMS, en prensa), y se hizo un análisis de estudios recientes, algunos de los cuales todavía son controversiales.

Cuadro 1
Peso medio y requerimientos de energía alimentaria de niños menores de 6 años^a

Edad	Peso kg ^b	Requerimiento diario medio			
		kJ/kg/d	kcal/kg/d	kJ/d ^c	kcal/d ^c
0-2,9 meses	4,6	485	116	2200	550
3-5,9 meses	6,7	418	100	2800	650
6-8,9 meses	8,2	397	95	3300	800
9-11,9 meses	9,4	418	100	3900	950
1-2,9 años	12,2	428	102	5200	1250
3-5,9 años	17,2	390	93	6700	1600

^a Fuente: FAO/OMS/UNU (1985)

^b Promedio de la mediana del peso de niños y la mediana del peso de niñas, en el punto medio del intervalo de edad (OMS 1983)

^c Aproximando a 100 J o 50 kcal más cercanos

3.2 Energía

Los alimentos son la fuente de energía para las funciones metabólicas del organismo, inclusive la síntesis de sustancias orgánicas y el crecimiento celular. Los niños retienen una parte de la energía que ingieren, transformada en tejidos de crecimiento. Aparte de eso, el ser humano tiende a mantener un equilibrio entre la energía que ingiere y la que gasta en procesos metabólicos y actividad física. La ruptura de ese equilibrio puede llevar a desnutrición energética o a obesidad.

Fuentes alimentarias

Todo alimento que contenga carbohidratos, proteínas o grasas, es una fuente de energía para el organismo. Su densidad energética se mide por la cantidad de energía metabolizable en cada gramo del alimento. Los alimentos con mayor densidad energética son los ricos en grasas y, en segundo término, los ricos en carbohidratos.

Los carbohidratos (4 kcal ó 16,7 kJ por gramo) y las grasas (9 kcal o 37,7 kJ/g) se usan principalmente para generar energía. Las proteínas de la dieta tienen otros destinos metabólicos, pero parte de ellas también se usa como fuente de energía (4 kcal o 16,7 kJ/g). El alcohol etílico aporta cantidades importantes de energía (7 kcal o 29,4 kJ/g) a las personas de poblaciones que consumen vino, cerveza o licor habitualmente. Sin embargo, dados sus efectos nocivos para la salud, no es considerado como una fuente recomendable de energía alimentaria.

Determinación y cálculo de requerimientos

Los requerimientos de energía de un niño son la cantidad de energía alimentaria que debe ingerir para compensar el gasto energético impuesto por su metabolismo basal, actividad física, termogénesis y crecimiento. Este último incluye la energía almacenada en los nuevos tejidos y la gastada para sintetizarlos. La actividad física debe incluir aquellas actividades deseables para un buen desarrollo social, emocional y cognoscitivo del niño, tales como los juegos, la exploración de su medio ambiente y la interacción con otros niños y adultos.

Casi todos los comités nacionales de expertos han aceptado las cifras sugeridas por FAO/OMS/UNU, basadas en la ingestión de energía asociada con crecimiento normal, más un incremento de 5% por la subestimación de ingestión de leche materna durante el primer año de vida y para permitir un nivel adecuado de actividad física del segundo año en adelante (FAO/OMS/UNU 1985). El cuadro 1 muestra esas cifras y el peso corporal correspondiente para cada grupo de edad.

Estimaciones más recientes, basadas en mediciones del gasto energético total con agua doblemente marcada (Lucas *et al.* 1987; Fjeld *et al.* 1988; Prentice *et al.* 1988; Roberts *et al.* 1988; Vásquez-Velásquez 1988) y ajustadas por la cantidad teórica de energía retenida en los tejidos de crecimiento (Department of Health [UK] 1991), dan cifras de requerimientos alrededor de 15% menores que las cifras de FAO/OMS/UNU. Debido a la incertidumbre sobre algunas consideraciones teóricas con el método de agua doblemente marcada en niños y a la necesidad de obtener más datos, se sigue aceptando las recomendaciones internacionales, aunque éstas están en vías de revisión por grupos internacionales de expertos (Torún *et al.* 1996).

Recomendaciones nutricionales

El cuadro 2 muestra las RDD de energía, que son iguales a los requerimientos promedio para cada grupo de edad. Los requerimientos de energía de lactantes alimentados exclusiva o principalmente al pecho materno parecen ser menores que



los de niños alimentados con fórmulas lácteas (Whitehead RG, y Paul AA 1988; Paul *et al.* 1988). Las RDD para niños menores de seis meses en los Cuadros 1 y 2 se aplican a los que no son amamantados en forma exclusiva. Los que sí lo son, satisfacen sus requerimientos a partir de la leche que maman.

Cuadro 2
Recomendaciones dietéticas diarias (RDD) de energía alimentaria,
expresadas por unidad de peso corporal^a

Edad	Recomendación dietética diaria	
	kJ/kg/d	kcal/kg/d
0 - 2,9 meses	485	115
3 meses - 2,9 años	420	100
3 - 5,9 años	390	95

^a Basado en FAO/OMS/UNI (1985), redondeando las unidades de energía a múltiplos de 5.

3.3 Proteínas

Las proteínas de la dieta son la fuente de *nitrógeno* y *aminoácidos* que los humanos necesitan para sintetizar sus proteínas corporales y otras sustancias nitrogenadas, tales como ácidos nucleicos, ciertas hormonas y neurotransmisores. Aun bajo condiciones metabólicas estables, las proteínas del organismo constantemente se están degradando y resintetizando, manteniéndose así en un estado de equilibrio dinámico. La intensidad y la velocidad de este recambio de proteínas varían de un tejido a otro, y cambian con la edad y la adaptación a diversos niveles de ingestión de proteínas.

Los aminoácidos que se liberan cuando las proteínas son catabolizadas pueden ser reutilizados para síntesis de otras proteínas. No obstante, algunos *aminoácidos* se pierden por procesos catabólicos oxidativos y la dieta debe reponer el nitrógeno y los *aminoácidos esenciales* perdidos. Estos últimos, también llamados *indispensables*, son los aminoácidos que el ser humano no puede sintetizar.

Fuentes alimentarias

Los alimentos de origen animal, como carnes, pescados, huevos y leche, son las mejores fuentes de proteínas debido a su alta digestibilidad y composición de

aminoácidos. Las principales fuentes de proteína vegetal son las leguminosas de grano y, en menor grado, los cereales y nueces. Se digieren menos que las proteínas animales y usualmente no tienen uno o más aminoácidos esenciales en suficiente cantidad. El aminoácido que generalmente limita la calidad proteínica de los cereales es la lisina, y en las leguminosas, la metionina. El triptofano y la treonina también son deficientes en las proteínas de varios cereales y otros vegetales. La proteína de soya es una excepción notable, ya que tiene una buena composición de aminoácidos esenciales.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento de proteínas de un niño es la cantidad de proteínas que debe ingerir para formar los tejidos necesarios para crecer adecuadamente, compensar las pérdidas de sustancias nitrogenadas, y mantener un buen estado de salud. Los requerimientos de proteínas se deben medir bajo condiciones óptimas de ingestión de energía, ya que cuando la dieta es deficiente en energía, el organismo usa más proteínas como sustratos para producirla.

Proteínas o nitrógeno total. Las cifras sugeridas por el comité de expertos de FAO/OMS/UNU se muestran en el cuadro 3 (FAO/OMS 1991). Para *lactantes hasta los 6 meses de edad*, se basan en la cantidad de leche materna ingerida por niños que han crecido bien (OMS 1985). Para *niños mayores de seis meses*, se basan en un método factorial modificado que combina datos experimentales de balance de nitrógeno (Iyengar *et al.* 1979; Huang *et al.* 1980; Torún *et al.* 1981; Intengan *et al.* 1981; Egaña *et al.* 1983) y pérdidas obligatorias (Huang *et al.* 1980; Viteri y Martínez 1981; Torún *et al.* 1981), con estimaciones de requerimientos para crecimiento (Fomon *et al.* 1982) y consideraciones teóricas sobre las variaciones del crecimiento y la eficiencia en la conversión de proteínas dietéticas en proteínas corporales (FAO/OMS 1991).

Los requerimientos se expresan en relación a las proteínas de leche o huevo, que no tienen aminoácidos limitantes.

Aminoácidos esenciales. Las cifras aceptadas por expertos internacionales (cuadro 4) (FAO/OMS/UNU 1985; FAO/WHO 1991) para *lactantes menores de seis meses* se basan en una combinación de datos experimentales de balance de nitrógeno y crecimiento (Holt y Snyderman 1961) y de ingestión de fórmulas lácteas o de proteína de soya (Fomon 1974). Para *niños preescolares* se basan en datos experimentales de aminoácidos libres en plasma, balance de nitrógeno y eliminación urinaria de úrea y creatinina (Pineda *et al.* 1981; Torún *et al.* 1981), confirmados por la ingestión de leche y proteínas de soya (Torún *et al.* 1981; Torún, Cabrera *et al.* 1981; Torún, *et al.* 1981).

El Cuadro 5 muestra el patrón de aminoácidos esenciales aceptado internacionalmente (FAO/OMS/UNU 1985; FAO/WHO 1991; FAO 1989), basado en los requerimientos de niños preescolares de Guatemala (Pineda *et al.* 1981; Torún, Pineda *et al.* 1981).

Cuadro 3
Requerimientos y recomendaciones de proteínas^a

Edad	Requerimiento ^b		Recomendación dietética diaria ^c			
			Proteínas de referencia ^b		Proteínas de dieta mixta ^d	
	g/kg/d	g/d ^e	g/kg/d	g/d ^e	g/kg/d	g/d ^e
0-2,9 m	1,51	7,0	2.05 ^f	9,5	— ^g	— ^g
3-5,9 m	1,38	9,0	1.85	12,5	2,5	17,0
6-8,9 m	1,25	10,0	1.65	13,5	2,2	18,0
9-11,9 m	1,15	11,0	1.50	14,0	2,0	19,0
1-2,9 a	0,94	11,5	1.20	14,5	1,6	19,5
3-5,9 a	0,85	14,5	1.05	18,0	1,4	24,0

^a Fuentes: FAO/OMS/UNU (1985) y Bengoa *et al.* (1988).

^b Proteínas de leche o huevo. Los datos para menores de 6 meses se aplican a niños que no son alimentados exclusivamente con leche materna.

^c RDD = requerimiento más 2 veces el coeficiente de variabilidad, redondeando al múltiplo de 5 más cercano.

^d Proteínas con digestibilidad verdadera de 80-85% y calidad aminoacídica de 90% en relación a la leche o huevo.

^e Usando los pesos mostrados en el cuadro 1.

^f RDD para menores de 3 meses = ingestión proteínica promedio de lactantes amamantados. El requerimiento fue calculado con un coeficiente de variabilidad de 17.5%.

^g Se asume que antes de los 3 meses todo niño es alimentado con fórmulas lácteas con calidad proteínica similar a las proteínas de referencia.

Recomendaciones nutricionales

Las RDD de proteínas para *lactantes menores de tres meses* son iguales a la cantidad de proteínas que ingieren los niños que son amamantados en forma exclusiva. Para *niños de tres y más meses* las RDD son el requerimiento promedio más dos veces el coeficiente de variabilidad, que es entre 15% y 17,5% en lactantes, y 12,5% en mayores de 1 año (FAO/OMS/UNU 1985). Muchos niños de América Latina tienen dietas con proteínas que se digieren en menor proporción que las proteínas de la leche, y que contienen cantidades menores de ciertos aminoácidos esenciales, por lo que se debe hacer ajustes por su digestibilidad y calidad aminoacídica (Torún 1988). El cuadro 3 muestra las RDD (también llamadas "niveles seguros de ingestión") para niños que ingieren primordialmente proteínas de origen animal (FAO/OMS/UNU 1985) o una dieta mixta con predominio de alimentos vegetales (Bengoa *et al.* 1988).

Cuadro 4
Requerimientos de aminoácidos esenciales, mg/kg/día

Aminoácidos	Lactantes ^a 0-4 meses	Preescolares ^b 1.5-2.5 años
Fenilalanina + tirosina	111	69
Histidina	26	^c
Isoleucina	66	31
Leucina	132	73
Lisina	101	64
Metionina + cisteína	47	27
Treonina	59	37
Triptofano	16	12,5
Valina	83	38

^a Fuente: Fomon. S) (7)

^b Fuente: Torún et al (2)

^c No determinado. Aún hay dudas sobre su esencialidad para preescolares

Cuadro 5
**Patrón de aminoácidos esenciales para evaluar la calidad
 nutricional de las proteínas^a**

Aminoácidos	mg/g de proteína
Fenilalanina + tirosina	63
Histidina	19
Isoleucina	28
Leucina	66
Lisina	58
Metionina + cisteína	25
Treonina	34
Triptofano	11
Valina	35

^a Fuente: FAO/OMS/UNU (1985), basado en requerimientos de aminoácidos de preescolares (Torún et al. 1981) y las RDD de proteínas de referencia (FAO/OMS/UNU 1985).

No existe un requerimiento de proteínas de *origen animal*, ya que las necesidades de nitrógeno total y aminoácidos esenciales pueden ser satisfechas con alimentos de origen vegetal. Sin embargo, dado que los alimentos de origen animal son las mejores fuentes alimentarias de algunos micronutrientes y que las proteínas animales favorecen la absorción del hierro inorgánico en la dieta (FAO/OMS 1991), es recomendable que las dietas predominantemente vegetales incluyan alimentos que aporten alrededor de 20% de proteínas animales (Bengoa *et al.* 1988; Torún 1988). Esto también mejorará el patrón de aminoácidos esenciales y la calidad proteínica de la dieta. Además, algunas observaciones y datos experimentales sugieren que los niños que ingieren alimentos de origen animal tienen un mejor crecimiento longitudinal (Dagnelie *et al.* 1994).

Aunque esta revisión de los requerimientos y recomendaciones nutricionales se refiere a niños sanos, las altas tasas de enfermedades diarreicas que afectan a millones de niños en América Latina ameritan un comentario especial. En muchas regiones del continente, los niños menores de cinco años tienen 8-10 episodios anuales de diarrea, durante los cuales reducen su ingestión de alimentos y aumentan las pérdidas fecales por malabsorción y malabsorción. La alimentación durante la convalecencia debe compensar esas pérdidas para evitar una desnutrición progresiva. Aunque esos requerimientos adicionales no se han establecido con precisión, se ha sugerido que durante la convalecencia la dieta debe incluir alimentos que aumenten la ingestión de proteínas entre 20% y 40% por encima de las recomendaciones usuales para niños sanos (Bengoa *et al.* 1988, Torún 1988). Esos alimentos aportarán, además, otros nutrientes que también se pierden en exceso durante los episodios diarreicos. Este criterio puede aplicarse a las recomendaciones de los demás nutrientes.

3.4 Lípidos

En la dieta los principales lípidos son las grasas, que usualmente están en forma de triglicéridos, ácidos grasos libres y colesterol.

Las grasas son una fuente importante de energía alimentaria que proveen más del doble de la energía aportada por una cantidad equivalente de proteínas y carbohidratos. Por ello juegan un papel determinante para aumentar la densidad energética de las dietas, particularmente las basadas en alimentos "voluminosos" de origen vegetal, como las consumidas por grandes sectores de población en América Latina. La masa o volumen de esas dietas dificulta la satisfacción de las necesidades energéticas de lactantes destetados y preescolares, ya que su capacidad gástrica limita la cantidad de alimentos que los niños pueden ingerir.

Casi todas las células del organismo, excepto los eritrocitos y las neuronas del sistema nervioso central, pueden usar los ácidos grasos como fuente de energía. Cuando no hay suficiente aporte de glucosa para el cerebro, éste puede usar como fuente de energía las cetonas que se producen por el catabolismo de ácidos grasos.

Las grasas aumentan la palatabilidad de los alimentos al absorber y retener sabores, y al cambiar su textura. Al ser digeridas, emulsificadas y absorbidas, las grasas alimentarias facilitan la absorción de nutrientes liposolubles, como las vitaminas A, D y E. Además, algunos de los ácidos grasos que forman parte de ellas son indispensables para los humanos y deben ser provistos por la dieta.

Los ácidos grasos pueden ser *saturados (AGS)*, sin uniones dobles entre sus átomos de carbono; *monoinsaturados (AGMI)*, con una unión doble; y *poliinsaturados (AGPI)*, con dos o más uniones dobles. Los AGPI se subdividen en *n-3* (u *omega-3*) y *n-6* (u *omega-6*), según esté la primera unión doble en el tercero o sexto carbono a partir del grupo metilo terminal.

Los principales AGS de los alimentos son los ácidos palmítico y esteárico. El principal AGMI es el ácido oleico. Los principales AGPI en alimentos vegetales son los ácidos linoleico (n-6) y linolénico (n-3), y en pescados los ácidos eicosaenoico (AEP, n-3) y docosahexaenoico (ADH, n-3). La mayor parte de AEP y ADH son sintetizados por el plancton y algas marinas que los pescados ingieren.

Es importante notar que los aceites vegetales parcialmente hidrogenados, como las margarinas y mantecas vegetales, tienen ácidos grasos insaturados con configuración *trans*, los cuales se metabolizan más como AGS que como los ácidos grasos naturalmente insaturados, que tienen configuración *cis*.

Los AGS y AGMI pueden ser sintetizados por el organismo humano a partir de acetil-coenzima A. En cambio, los ácidos *linoleico* y *alfa-linolénico* no pueden ser sintetizados en el cuerpo y deben ser ingeridos con los alimentos, por lo que se les llama *ácidos grasos esenciales*. El ácido *araquidónico* (n-6) puede ser considerado *semiesencial*, ya que es sintetizado a partir del ácido linoleico, pero en ausencia de éste se torna esencial. Lo mismo podría decirse del ADH y AEP, que se forman en el cuerpo a partir del ácido linolénico, pero su función aún no está bien establecida, aunque el ADH abunda en las membranas celulares de la retina y células cerebrales.

Los ácidos grasos esenciales son importantes para mantener la estructura y funciones de las membranas celulares y subcelulares, mediante la formación de lípidos estructurales, como los fosfolípidos. También son los precursores de sustancias tales como las prostaglandinas, tromboxanos y leucotrienos. Los ácidos *trans*-poliinsaturados no tienen actividad de ácidos grasos esenciales.

La deficiencia de ácido linoleico se ha manifestado clínicamente en lactantes por descamación de la piel (Wiese *et al.* 1958), y en adultos con alimentación parenteral total libre de grasa se ha producido descamación de la piel, pérdida de cabello y alteraciones en la cicatrización de heridas (Richardson y Sgoutas 1975). Las consecuencias de la deficiencia de ácido linolénico en humanos no son tan claras, aunque se ha sugerido que puede causar alteraciones neurológicas (Holman *et al.* 1982).

La ingestión excesiva de AGS está asociada con el incremento de colesterol plasmático y la producción de aterosclerosis desde la niñez, y el riesgo de desarrollar enfermedad coronaria en la edad adulta (FAO/OMS 1978; OMS 1990; AAP 1992). Un efecto opuesto se ha atribuido a los AGPI, incluyendo el AEP y ADH (Leaf y Weber 1987), y a los AGMI (Grundy 1989).

Fuentes alimentarias

Las principales fuentes de ácidos grasos saturados son las grasas de los mamíferos y aves, incluidos la leche y los huevos. Las carnes grasosas de cerdo, res, pato y otras especies, así como los aceites de coco y palma y muchas margarinas, también son importantes fuentes dietéticas de AGS.

Los ácidos grasos monoinsaturados, junto con los poliinsaturados, predominan en las grasas vegetales. El ácido oleico es particularmente abundante en los aceites de oliva, almendra, maní y ajonjolí. En contraste, es sumamente pobre en el aceite de coco. Las grasas animales también aportan cantidades importantes de ácido oleico (20%-55% de la grasa total). Los aceites de pescados, además de ácido oleico, tienen abundante ácido palmitoleico, que es otro AGMI.

En cuanto a los ácidos grasos poliinsaturados, el linoleico es muy abundante en los aceites de girasol, maíz, cártamo, nuez, soya, algodón y ajonjolí. Los aceites de nuez y soya también tienen un contenido importante de ácido linolénico. Las fuentes dietéticas de AEP y ADH son las grasas de pescados.

Determinación y cálculo de requerimientos

Excepto por pequeñas cantidades de ácidos grasos esenciales, bajo un punto de vista metabólico no hay un requerimiento mínimo de grasas. Sin embargo, la asociación entre desnutrición energética y las dietas con baja densidad de energía ha llevado a recomendar que éstas contengan cierta cantidad de grasas.

Recomendaciones nutricionales

Grasas totales. Varios grupos internacionales de expertos han considerado que cuando la dieta provee un mínimo de 15% de su energía en forma de grasas, se puede llenar fácilmente las necesidades de ácidos grasos esenciales y evitar los problemas relacionados con dietas voluminosas de baja densidad energética (FAO/WHO 1978; OMS 1990). Sin embargo, la dieta de los niños de corta edad probablemente debe contener mayor cantidad de grasa, especialmente en países donde la alimentación debe permitir un crecimiento compensatorio para contrarrestar los episodios de desnutrición o reponer las pérdidas ocasionadas por diarreas y otras enfermedades frecuentes.

Por otra parte, a medida que el contenido total de grasas aumenta en la dieta, también aumenta la proporción de personas obesas y otras alteraciones de la salud asociadas con sobrepeso o ingestiones excesivas de grasas, tales como hipertensión arterial, diabetes mellitus tipo II y ciertos tipos de cáncer (OMS 1990). Esto ha llevado a recomendar que la dieta general de una población no contenga más de 25% ó 30% de energía en forma de grasa total, con distribuciones aproximadamente iguales de AGS, AGMI y AGPI (Bengoa *et al.* 1988; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; OMS 1990; National Research Council 1989).

Pero las alteraciones asociadas a la ingestión excesiva de grasas afectan principalmente a los adultos y niños mayores, y hay cierta preocupación de que los límites mencionados en el párrafo anterior puedan producir retrasos en el crecimiento de niños, tanto en países en vías de desarrollo como en países industrializados (Lifschitz 1992), debido a que la restricción de alimentos con grasa también podría reducir la ingestión de otros nutrientes presentes en esos alimentos. Lo mismo se puede argüir con relación al colesterol en aquellas sociedades donde los huevos constituyen una de las pocas fuentes accesibles de buena proteína alimentaria para lactantes y preescolares.

Acidos grasos saturados y poliinsaturados. El colesterol sérico se eleva más por la ingestión excesiva de AGS que de colesterol alimentario. Esto está claramente asociado con el riesgo de enfermedad coronaria del corazón, por lo que se recomienda que esos ácidos grasos se ingieran en la menor cantidad posible, y nunca en más del 10% de la energía alimentaria (Bengoa *et al.* 1988; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; OMS 1990; National Research Council 1989), incluyendo en esta recomendación a los niños de dos años en adelante (AAP 1992).

Como la ingestión de AGPI puede estar relacionada con un incremento de reacciones de peroxidación a menos que aumente proporcionalmente la ingestión de

antioxidantes como la vitamina E, en adultos se recomienda limitar su ingestión a un máximo entre 7% y 10% de la energía dietética, y al mínimo mencionado más adelante bajo "ácidos grasos esenciales" (Bengoa *et al.* 1988; OMS 1990). Esta recomendación se puede extender sin problemas a los niños, ya que la leche humana contiene alrededor de 7% de su energía como AGPI, y la leche de vaca alrededor de 2%.

Un grupo internacional de expertos sugirió no hacer recomendaciones sobre la relación de ácidos grasos poliinsaturados a saturados, (o relación P:S), porque el énfasis por mantener o elevar esa relación podría promover un incremento en la ingestión de AGPI y no necesariamente una reducción en AGS (OMS 1990).

No se ha establecido una recomendación específica para AGMI, pero se ha argüido que si se reducen los AGS a un mínimo y los AGPI se mantienen en 7% o menos de la energía alimentaria, para que las grasas aporten 25%-30% de la energía total los AGMI -y en especial el ácido oleico- deberán predominar, con una ingestión recomendada del orden de 15% de la energía alimentaria (Grundy 1989).

Ácidos grasos esenciales. Debido a que la deficiencia de ácidos grasos esenciales se ha observado exclusivamente en pacientes con problemas médicos que afectan la ingestión o absorción de grasas, algunos comités de expertos no han querido establecer RDD de estos ácidos (Food and Nutrition Board 1989). Otros, sin embargo, recomiendan que los ácidos linoleico y linolénico constituyan por lo menos 3% y 0,5% de la energía dietética, respectivamente (Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990). Para lactantes se ha recomendado alrededor de 5% de la energía en forma de ácido linoleico (Bengoa *et al.* 1988).

Recomendaciones. Considerando todo lo anterior, así como la cantidad de grasa que es ingerida con la leche materna o fórmulas infantiles por lactantes sanos que crecen bien, se sugiere lo siguiente, de acuerdo con lo expresado por varios grupos de expertos (Bengoa *et al.* 1988; IUNS/WHO 1992; AAP 1992):

- La ingestión total de grasa, AGS, AGPI y colesterol no se debe restringir durante los dos primeros años de edad, excepto en niños con sobrepeso o fuertes antecedentes de hipercolesterolemia familiar. Durante los primeros 4-6 meses de vida, la dieta puede contener 50%-55% de grasa animal, tal como sucede durante la lactancia materna exclusiva. Esto baja a 40%-45% en niños alimentados con fórmulas infantiles.
- Cuando se use leche total o parcialmente descremada —por ejemplo, en programas de ayuda alimentaria— se deberá incrementar su densidad energética a 70-75 kcal (300 kJ)/100 ml, mediante la adición de aceites vegetales y carbohidratos.

- Entre los 2 y 5 años de edad, la dieta debe aportar un promedio diario de 30% de la energía alimentaria en forma de grasas, pero menos de 10% como AGS.
- A partir de los dos años de edad también es conveniente limitar la ingestión de colesterol a un máximo de 300 mg/día, lo que equivale a 1 - 1 1/2 huevo de gallina. Ese límite puede ampliarse en sociedades donde los huevos sean una de las principales fuentes disponibles de proteínas de alta calidad y de otros nutrientes.
- Los ácidos grasos esenciales deben constituir entre 3% y 5% de la energía alimentaria total, o sea 3,3-5,6 g/1000 kcal (4-6,7 g/1000 kJ). Las fórmulas infantiles deben proveer por lo menos 2,7% de la energía como ácido linoleico (American Academy of Pediatrics 1985), o sea 0,20-0,25 g ácido linoleico/100 ml.

3.5 Carbohidratos

La mayor parte de la energía de la dieta se deriva de carbohidratos, excepto en niños que son alimentados exclusivamente con leche materna o fórmulas lácteas. Los carbohidratos de la dieta también juegan un papel importante en el sabor y la textura de los alimentos. Además de la dulzura, influyen en la viscosidad y gelificación, fijan y retienen otros sabores, y estabilizan las emulsiones (FAO/WHO 1980). También proveen los carbonos para la síntesis de triglicéridos, diversos aminoácidos y otros compuestos orgánicos.

Los carbohidratos que se ingieren en exceso y no se usan de inmediato como fuente de energía, se convierten en grasas que se almacenan en los tejidos adiposos. El exceso de estas "reservas" de energía pueden dar origen a obesidad. Sólo una muy pequeña cantidad se almacena como glucógeno en el hígado y músculos.

Los principales carbohidratos alimentarios son los *azúcares* y los *polisacáridos o carbohidratos complejos*. Los azúcares incluyen a los monosacáridos, como la glucosa y fructosa, y a los disacáridos como la sacarosa (o azúcar de mesa), lactosa (o azúcar de leche) y maltosa. Los carbohidratos complejos incluyen a los almidones, que son polímeros de glucosa, y la fibra dietética. La mayoría de los componentes de la fibra dietética no son digeridos y absorbidos por el intestino humano y serán tratados en otra sección. Aquí nos referiremos a los llamados *carbohidratos digeribles o biodisponibles*.

Los alimentos que constituyen las fuentes naturales o procesadas de carbohidratos también aportan otros nutrientes a la dieta. Se exceptúan de esto los jarabes y azúcares refinados, que únicamente aportan energía. Sin embargo, en algunas

regiones de América Latina los azúcares refinados representan uno de los elementos más baratos y fácilmente disponibles para aumentar la densidad energética de la dieta, y son un vehículo práctico para la fortificación de algunos nutrientes en la dieta.

Fuentes alimentarias

Los carbohidratos están ampliamente distribuidos en la naturaleza, particularmente en el reino vegetal. La lactosa es el carbohidrato principal en la dieta de la mayoría de los lactantes, sobre todo en los primeros 6 meses de vida. La leche humana contiene alrededor de 7-7,5 g de lactosa en 100 ml, y la leche de vaca alrededor de 5 g/100 ml.

La miel de abejas, frutas y varios vegetales contienen otros mono- y disacáridos. Sin embargo, la mayor parte de los carbohidratos en la dieta son almidones y dextrinas de cereales, raíces, tubérculos, leguminosas de grano, y sus productos. Los carbohidratos procesados incluyen los azúcares industriales y una gran variedad de productos caseros y comerciales, como jaleas, bebidas endulzadas, dulces, mieles, jarabes y golosinas.

Determinación y cálculo de requerimientos

No es factible definir un requerimiento mínimo de carbohidratos, ya que el organismo humano puede usar otros sustratos como fuente de energía y puede sintetizar glucosa a partir de grasas y proteínas. En preescolares, niños mayores y adultos, la ingestión de alrededor de 50 g diarios de carbohidratos es suficiente para evitar cetosis (Macdonald 1987); no hay información más precisa para lactantes. Por otra parte, no hay razones metabólicas para poner un límite superior a la ingestión de carbohidratos, siempre y cuando se satisfagan las necesidades de todos los demás nutrientes y la ingestión total de energía esté en equilibrio con el gasto energético y las necesidades adicionales para el crecimiento.

Recomendaciones nutricionales

Estas se basan en mantener un balance energético cuando las recomendaciones para proteínas y grasas dietéticas se han cumplido. En general, se recomienda dar prioridad al uso de carbohidratos complejos, ya que los alimentos que los contienen también contribuirán a las necesidades que los niños tienen de otros nutrientes. Se ha demostrado que niños de pocas semanas de edad, aún con diarrea infecciosa, pueden digerir los almidones del arroz y absorber una alta proporción de la glucosa resultante (Lifschitz *et al.* 1991).

El consumo de lactosa, que puede dar síntomas de intolerancia en algunos niños mayores y adultos, no representa un problema para los lactantes y preescolares sanos, salvo en casos específicos que son muy raros (Torun *et al.* 1979; Scrimshaw y Murray 1988).

El consumo frecuente de sacarosa y otros azúcares por preescolares, especialmente en forma de bebidas o golosinas que no se acompañan de otros alimentos, es una importante causa de caries dentales (FAO/OMS 1980; OMS 1990).

3.6 Fibra dietética

La fibra dietética ha sido definida como el conjunto de lignina y polisacáridos no hidrolizados por las enzimas endógenas del tracto digestivo de los humanos (FAO/WHO 1980). Esta definición incluye componentes solubles e insolubles en agua. No debe ser confundida con la llamada "fibra cruda", que es un término obsoleto en nutrición que se refiere al residuo, principalmente de celulosa y lignina, que queda después de tratar los alimentos con ácido y álcali.

La fibra dietética está formada principalmente por carbohidratos complejos no digeribles, como la celulosa, hemicelulosas y pectina de las células vegetales; diversas gomas, mucílagos y polisacáridos de algas; y lignina, que no es un carbohidrato. Algunos complejos proteínicos, lipídicos, materiales inorgánicos, pentosas, ácidos orgánicos (como cítrico y málico), y varios polioles (como sorbitol y xilitol), también forman parte de la fibra dietética. Las células vegetales son la fuente de fibra dietética en los alimentos naturales, mientras que otros polisacáridos agregados a diversos alimentos procesados contribuyen a su contenido de fibra.

Algunos componentes de la fibra dietética son fermentados por microorganismos intestinales y convertidos en ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos y utilizados por el organismo humano, pero no se ha establecido cuán importante es su contribución a la energía metabolizable de la dieta.

Las fibras dietéticas son higroscópicas, por lo que suavizan el bolo fecal, aumentan su volumen y facilitan su tránsito y expulsión del intestino. Esto reduce o evita el estreñimiento. En adultos también reducen el riesgo de diverticulosis del colon, y las dietas ricas en fibra están asociadas con una menor incidencia de cáncer del intestino grueso. Esto puede ser porque ligan algunas sustancias cancerígenas, y porque al aumentar la velocidad de tránsito intestinal reducen la posibilidad de una interacción de los cancerígenos con la mucosa intestinal. Esa misma capacidad de ligar ciertas moléculas y no permitir su absorción intestinal es lo que hace que estas dietas contribuyan a reducir el riesgo de hipercolesterolemia y aterosclerosis. Por otra parte, la fibra dietética también puede interferir en

la absorción de minerales, lo que es particularmente importante en niños y adultos con ingestas marginales de hierro, zinc y otros oligoelementos.

Recomendaciones dietéticas

La importancia de la fibra en la dieta de lactantes y preescolares es principalmente para facilitar la defecación. Al contrario de lo que se creía antes, las dietas ricas en fibra no prolongan ni agravan la enfermedad diarreica, sino que parecen acortar su duración (Torún y Chew 1991). No obstante, no hay ninguna base para recomendar una cantidad determinada de fibra dietética para niños.

Cuando los niños mayores de seis meses empiezan a recibir alimentos gradualmente más variados y ricos en fibra dietética, no hay problemas, siempre que la dieta provea cantidades suficientes de los minerales esenciales que el niño debe absorber. Cuando una dieta es muy rica en fibra y relativamente pobre en nutrientes minerales que pueden ser menos biodisponibles en presencia de la fibra, es altamente recomendable —y quizás necesario— fortificar o suplementar la dieta con esos minerales (Jansen 1980).

3.7 Vitaminas

Las vitaminas son nutrientes esenciales que debe aportar la dieta. Sus principales funciones son como coenzimas en diversas reacciones metabólicas, aunque algunas vitaminas también tienen otras funciones específicas.

Los requerimientos promedio de la mayoría de las vitaminas no se han medido en niños, sino que se han derivado de estimaciones en adultos. Los cálculos de las recomendaciones nutricionales para *lactantes* generalmente se basan en la cantidad de la vitamina consumida por niños que son amamantados en forma exclusiva, en comunidades donde la mayoría de las madres están bien nutridas. El consumo medio de leche materna en tales comunidades es del orden de 750 ml diarios durante los primeros seis meses de edad, con un coeficiente de variación del orden de 12.5% (Food and Nutrition Board 1989; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991; OMS 1985).

Las recomendaciones para *preescolares* generalmente son interpolaciones entre los valores calculados para lactantes y adultos.

3.7.1 Vitamina A

El retinol, retinaldehído y ácido retinoico constituyen la vitamina A. Estos compuestos son esenciales para la visión, proliferación y diferenciación celular

—particularmente de epitelios—, crecimiento, y funciones del sistema inmunológico.

El retinaldehído forma parte de los pigmentos visuales que absorben la luz, por lo que la deficiencia de vitamina A reduce la formación de rodopsina y produce ceguera nocturna. Aunque no se conoce la base molecular de sus otras funciones, la deficiencia vitamínica en distintos grados de intensidad puede producir xeroftalmia (desde xerosis conjuntival hasta ceguera irreversible), hiperqueratosis, retraso en el crecimiento y mayor susceptibilidad a diversas infecciones. La deficiencia crónica también ha sido asociada con una mayor tasa de mortalidad de niños.

Las necesidades corporales de vitamina A pueden ser llenadas por la ingestión dietética de la vitamina ya formada —generalmente como ésteres de retinilo en productos animales— y carotenoides que son precursores de la vitamina, tales como alfa- y beta-carotenos, criptoxantina y alrededor de 50 productos más. Los carotenoides son formados por las plantas y también pueden encontrarse en algunas grasas animales. Los beta-carotenos con configuración *trans*¹ tienen mayor actividad como precursores de vitamina A.

La actividad biológica de la vitamina A y sus precursores todavía es expresada como Unidades Internacionales (UI), particularmente en productos farmacológicos y en varias tablas de composición de alimentos. Esto se refiere al efecto de la vitamina sobre el crecimiento en ratas, donde 1 UI de vitamina A es igual a 0,30 microgramos de retinol (ó 0,344 μg de acetato de retinilo), o a 0,60 μg de beta-caroteno. Pero como la biodisponibilidad de los carotenoides de los alimentos es inferior a la del retinol preformado, la relación en términos de peso entre retinol y beta-carotenos u otros carotenoides precursores de la vitamina, es alrededor de 1 a 6 y 1 a 12, respectivamente. Entonces, se ha propuesto usar el término equivalentes de retinol (ER), con los siguientes valores (FAO/WHO 1967; Bieri y McKenna 1981):

1 ER = 1 μg retinol = 6 μg beta-carotenos = 12 μg de otros carotenoides precursores de vitamina A

1 μg retinol = 1,0 μg ER

1 μg beta-carotenos = 0,167 μg ER

1 μg otros carotenoides precursores = 0,084 μg ER

El hígado contiene más del 90% de las reservas de vitamina A en humanos, en forma de ésteres de retinilo. La pequeña proporción de carotenoides que no se convierten en retinol se depositan principalmente en el tejido adiposo y glándulas suprarrenales.

¹ Todos los compuestos con actividad de vitamina A y sus precursores tienen conformación bioquímica *trans*. Esto debe tenerse en mente a pesar de que no se usará ese término en el resto del texto, para hacerlo más sencillo.

Fuentes alimentarias

La vitamina A preformada se encuentra primordialmente en alimentos de origen animal. Las fuentes más ricas son el hígado de animales y los aceites de hígado de pescados. También se encuentran cantidades apreciables en la yema de huevo, carnes grasosas de pescado, leche íntegra de vaca (es decir, no descremada) y leches fortificadas.

Los carotenoides biológicamente activos son abundantes en diversas verduras y frutas de color amarillo o naranja profundo, como la zanahoria y el mango, y en hojas de color verde oscuro, como la espinaca y las hojas del rábano picante. Sin embargo, el color de las frutas, verduras y hojas no es un indicador muy seguro de su contenido de precursores de vitamina A, ya que puede ser dado por otros pigmentos. Algunos alimentos animales también pueden contener pequeñas cantidades de carotenoides.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento basal de vitamina A fue definido como la menor cantidad que debe ser ingerida para permitir un crecimiento normal y evitar los signos clínicos de deficiencia (FAO/WHO 1991). El requerimiento normativo es la cantidad que debe ser ingerida para poder, además, mantener reservas corporales adecuadas de la vitamina (FAO/WHO 1991).

El cálculo de los requerimientos normativos se presta a muchos errores en niños, por lo que sólo se ha estimado sus requerimientos basales y, a partir de ellos, las recomendaciones nutricionales.

La estimación de los requerimientos basales de lactantes se derivó de observaciones en niños pobres amamantados en India, quienes crecieron bien y no mostraron signos de deficiencia a pesar de ingerir sólo $120 \pm 15 \mu\text{g}$ ER diariamente (Belavady, Gopalan 1959). A esta cifra se agregó arbitrariamente 50% para permitir el establecimiento de reservas hepáticas adecuadas. Los valores para preescolares fueron calculados de las cifras estimadas para lactantes y adultos (FAO/WHO 1991).

El cuadro 6 muestra los requerimientos estimados de vitamina A. En vista del carácter estimativo de los requerimientos y recomendaciones, éstos se han sugerido por grupos de edad, independientemente del peso de los niños.

Cuadro 6
Requerimientos y recomendaciones de vitamina A, μg equivalentes de retinol (ER)/día^a

Edad	Requerimiento estimado	Recomendación dietética diaria
0 - 11,9 meses	180	350
1 - 5,9 años	200	400

^a Fuente: FAO/WHO (1991).

Recomendaciones nutricionales

El cuadro 6 también muestra las RDD, que para lactantes se derivaron de un promedio de ingestión de 700 ml de leche materna con alrededor de 50 mcg ER/dl (FAO/WHO 1991). Las recomendaciones para niños mayores se estimaron de las cifras para lactantes y adultos. Algunos grupos de expertos nacionales han recomendado valores extrapolados de 500 $\mu\text{g}/\text{día}$ para niños mayores de 3 años (Food and Nutrition Board 1989; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991), mientras que otros han recomendado 350-375 $\mu\text{g}/\text{día}$ para preescolares (FNRI, Filipinas 1989). En todo caso, las cifras recomendadas en el cuadro 6 son 2-4 veces mayores que las ingestiones de varios grupos de niños que crecieron bien y no mostraron signos clínicos de deficiencia (e.g., Belavady y Gopalan 1959; Batista 1969; Patwardhan 1969; Reddy 1971).

3.7.2 Tiamina

La tiamina o vitamina B₁, en forma de pirofosfato de tiamina, es una coenzima esencial para el metabolismo de carbohidratos. Participa en la descarboxilación oxidativa de los alfa-ketoácidos y en el sistema de transketolasas asociado al metabolismo de pentosas y glucosa.

Su deficiencia produce una acumulación de piruvatos en el plasma y tejidos. Cuando la deficiencia es prolongada, puede llevar a la producción de beri beri, que incluye alteraciones neurológicas, (confusión, ataxia, oftalmoplejía, debilidad muscular, parálisis periférica), cardiovasculares (taquicardia, cardiomegalia, insuficiencia cardíaca), anorexia y edema (beri beri húmedo) o emaciación muscular (beri beri seco).

La tiamina no se almacena en el cuerpo humano, de modo que las cantidades excesivas que se ingieren se eliminan por la orina junto con otros productos del metabolismo de la vitamina.



Fuentes alimentarias

La tiamina se encuentra en pequeñas cantidades en prácticamente todos los alimentos vegetales y animales. Se encuentra en cantidades apreciables en los cereales no refinados, levadura, vísceras, carnes magras, leguminosas de grano y nueces. En algunas leguminosas, como las arvejas, el contenido de tiamina aumenta con la madurez de la semilla.

En algunos países, las harinas y cereales enriquecidos o fortificados con tiamina representan una importante fuente alimentaria de la vitamina.

Determinación y cálculo de requerimientos

Las necesidades de tiamina del organismo están relacionadas con la cantidad de carbohidratos que se ingieren y metabolizan. En vista de que los carbohidratos constituyen la mayor fuente de energía alimentaria, sus requerimientos tradicionalmente son calculados en función del gasto —y por ende, de la ingestión— de energía. El mismo criterio se aplica a los requerimientos de riboflavina y niacina (FAO/WHO 1967). Los diversos grupos de expertos que los han evaluado han dado cifras para cubrir los requerimientos de toda la población, o sea RDD en vez de requerimientos medios.

Recomendaciones nutricionales

Ningún grupo internacional de expertos ha revisado los requerimientos o recomendaciones de tiamina desde 1967 (FAO/WHO 1967), aunque varios grupos nacionales lo han hecho más recientemente (Food and Nutrition Research Board 1989; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK), 1991). Sus recomendaciones para *lactantes* se han basado en el contenido de la vitamina en leche de mujeres bien nutridas. Para *lactantes preescolares* se han seguido las recomendaciones para adultos por 1000 kcal de energía alimentaria. El Cuadro 7 muestra las recomendaciones de los diversos grupos de expertos. Las diferencias estriban en usar un contenido de tiamina en la leche humana de 0,23 o 0,33 mg/1000 kcal (0,27 o 0,39 mg/1000 kJ) (Nail *et al.* 1980; Department of Health and Social Security, 1977), y una recomendación para adultos de 0,4 o 0,5 mg/1000 kcal (0,48 o 0,6 (/kJ) de energía recomendada (FAO/WHO 1967; MNHW (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991; Food and Nutrition Board 1989).

Sugerimos calcular las RDD para menores de seis meses a partir del contenido de tiamina en la leche de mujeres británicas (0,23 (/kcal), y la ingestión promedio de energía de leche materna, que se expresa como “requerimiento diario”

de energía en el cuadro 1, más 2 desviaciones estándar de esa ingestión como margen de seguridad. Para niños por encima de esa edad, sugerimos usar la recomendación para adultos de 0,4 (/kcal (0,48 (/kJ) (que ya incluye un margen de seguridad) y las ingestiones (o requerimientos) medios de energía que se muestran en el cuadro 1. Las cifras así calculadas están en la última columna del cuadro 7.

Cuadro 7
Recomendaciones dietéticas diarias de tiamina, mg/día

Edad	FAO/WHO 1967 ^a	Estados Unidos 1989 ^b	Canadá 1990 ^c	Reino Unido 1991 ^d	Sugerencia actual
0-2,9 meses	—	0,3	0,3	0,2	0,2
3-5,9 meses	—	0,3	0,3	0,2	0,2
6-8,9 meses	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3
9-11,9 meses	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4
1-2,9 años	0,5	0,7	0,6	0,5	0,5
3-5,9 años	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6

^a FAO/WHO 1967

^b FNB/NRC 1989

^c Ministry of National Health, Canadá 1990

^d Department of Health, UK 1991

3.7.3 Riboflavina

La riboflavina o vitamina B₂ forma parte de las coenzimas llamadas flavoproteínas (flavin-mononucleótido y flavin-adenin-dinucleótido), las cuales catalizan numerosas reacciones de óxido-reducción. Por ello la riboflavina es esencial para el metabolismo intermediario de los substratos de energía. Entre las enzimas que requieren riboflavina también está la que activa la piridoxina (o vitamina B₆) fosforilada, y la que participa en la conversión de triptofano en niacina.

Su deficiencia produce diversos signos clínicos que no son muy específicos, tales como queilosis, estomatitis angular, dermatitis seborreica, alteraciones en la piel de los genitales y anemia normocítica. Debido a su papel en el metabolismo de las vitaminas B₆ y niacina, algunos síntomas atribuidos a una deficiencia de riboflavina pueden ser debidos a alteraciones relacionadas con esas dos vitaminas (McCormick 1988).

En el cuerpo se almacena muy poca riboflavina en forma de flavoproteínas, y los excesos de ingestión se eliminan por la orina en forma de riboflavina o sus metabolitos.

Fuentes alimentarias

Los alimentos animales son las mejores fuentes de riboflavina, sobre todo el hígado, vísceras, carnes, aves, pescados, leche y productos lácteos. Las verduras y hojas verdes, como brócoli, espárragos y espinaca, también son buenas fuentes de la vitamina.

Determinación y cálculo de requerimientos

Al igual que la tiamina, el requerimiento de riboflavina no se ha determinado con precisión y los diversos grupos de expertos han dado recomendaciones que cubren las necesidades de toda la población, o sea RDD en vez de requerimientos medios. Estas se han calculado en la forma descrita para la tiamina, usualmente en relación a la ingestión y gasto de energía (FAO/WHO 1967).

Recomendaciones nutricionales

Al igual que para la tiamina, hay algunas discrepancias entre las recomendaciones hechas por diversos grupos de expertos (FAO/WHO 1967; Food and Nutrition Board 1989; Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991). Hay indicios de que las recomendaciones pueden haber sido sobrestimadas. Así, encuestas clínico-nutricionales en los seis países de Centroamérica mostraron que las manifestaciones clínicas de deficiencia de riboflavina eran muy escasas, no obstante la deficiente ingestión de la vitamina en relación a las recomendaciones vigentes (INCAP, 1969). La sugerencia de una sobrestimación de las recomendaciones también fue hecha a raíz de un estudio reciente en China, en el cual se usaron técnicas más modernas de evaluación del estado nutricional de riboflavina, como la medición del coeficiente de actividad de glutatión-reductasa eritrocitaria (Campbell *et al.* 1990).

Ante la ausencia de datos experimentales fidedignos, sugerimos usar los valores más bajos de las diversas recomendaciones en boga. Estas corresponden a $0,3 \mu/\text{día}$ para menores de 6 meses, y a $0,5 \mu/\text{kcal}$ ($0,6 \mu/\text{kJ}$) por encima de esa edad (Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990). Las cifras correspondientes se muestran en el cuadro 8; también se muestran las recomendaciones internacionales vigentes.

3.7.4 Niacina

Niacina es un término genérico que incluye al ácido nicotínico y la nicotinamida. Se le ha llamado vitamina B₃, pero ese término casi nunca se usa (Bender DA, y Bender AEA 1986). Forma parte de las coenzimas nicotinamidin-adenin-dinucleótidos, NAD y NADP, esenciales para reacciones de óxido-reducción. Por consiguiente, al igual que la tiamina y riboflavina, los requerimientos de niacina están asociados con el gasto energético.

Su deficiencia produce pelagra, que se caracteriza por una dermatitis fotosensible, como quemadura de sol, en las áreas expuestas al sol y en las expuestas a presión, como las rodillas, tobillos, codos y muñecas. En casos graves puede haber diarrea y demencia del tipo de una psicosis depresiva que alterna con períodos de lucidez.

Cuadro 8
Recomendaciones dietéticas diarias de riboflavina, mg/día

Edad	FAO/WHO 1967 ^a	Sugerencia actual ^b
0 - 2,9 meses	—	0,3
3 - 5,9 meses	—	0,3
6 - 8,9 meses	0,6	0,4
9 - 11,9 meses	0,6	0,5
1 - 2,9 años	0,7	0,6
3 - 5,9 años	0,9	0,8

^a En base a 0.55 mg/1.000 kcal (FAO/WHO 1967)

^b En base a 0.5 mg/1.000 kcal (Ministry of National Health, Canadá 1990) y las recomendaciones de energía en el cuadro 1.

Entre las vitaminas, la niacina tiene la peculiaridad de que se puede formar en el organismo humano a partir del aminoácido triptofano, por lo que, estrictamente hablando, no es esencial en la dieta. Entonces, para evaluar la calidad de una dieta en relación a la niacina, también se debe considerar su contenido de triptofano. Diversos factores influyen en la utilización del aminoácido y sus metabolitos para sintetizar las coenzimas de nicotinamida. Teniendo en consideración la variabilidad entre individuos y dando un margen de seguridad, Horwitt y colaboradores propusieron en 1956 asumir que 60 mg de triptofano eran equivalentes a 1 mg de niacina, y que el contenido de la dieta y los requerimientos se expresaran en términos de equivalentes de niacina, EN, donde 1 EN = 1 mg niacina = 60 mg triptofano.

Esta convención se sigue usando, aunque el mismo Horwitt estimó 25 años después (Horwitt *et al.* 1981) que la relación 60:1 era muy baja, y propuso usar 89 μ de triptofano equivalentes a 1 μ de niacina.

Fuentes alimentarias

Las principales fuentes de niacina son las carnes, pescado, leguminosas de grano y cereales. Sin embargo, la mayor parte de la niacina de muchos cereales no está biodisponible, a menos que se traten de forma especial, como se describe más adelante. Algunos alimentos, como la leche y los huevos, tienen poca niacina natural, pero su alto contenido de triptofano los hace excelentes fuentes de equivalentes de niacina. Para calcular los EN derivados del triptofano de los alimentos, se puede considerar que sus proteínas contienen las siguientes proporciones del aminoácido: maíz, 0,6%; otros cereales, leguminosas, frutas y verduras, 1,0%; carnes, 1,1%; leche 1,4%; huevos, 1,5%.

Al hacer recomendaciones dietéticas de niacina es muy importante considerar su biodisponibilidad en los alimentos, particularmente en los cereales. Casi toda la niacina se encuentra en el afrecho o salvado del cereal, en forma de *niacitina*, que es ácido nicotínico esterificado a una diversidad de moléculas. La niacitina *no puede ser utilizada* por los humanos, a menos que el ácido nicotínico se libere de ella. Esto se logra tratando los cereales en un medio alcalino (e.g., remojándolos por varias horas en agua de cal, como se acostumbra en algunas partes de Centroamérica y México con el maíz para hacer tortillas), horneándolos con polvos de hornear alcalinos, o tostando el grano entero (Kodicek *et al.* 1956; Kodicek 1976). Alrededor del 10% de la niacina puede liberarse de la niacitina de los cereales por hidrólisis ácida en el estómago de personas con una acidez gástrica normal (Carter y Carpenter 1967).

Casi todas las tablas de composición de alimentos dan el contenido químico de niacina en los alimentos, sin considerar su biodisponibilidad. Muchas de ellas, además, no incluyen los equivalentes de niacina derivados del triptofano de los alimentos.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento dietético de niacina es la menor cantidad necesaria para prevenir o curar la pelagra. Estudios experimentales de depleción y repleción en adultos (Horwitt *et al.* 1956) establecieron como requerimiento promedio 5,5 EN/1000 kcal (6,6 EN/5000 kJ) . Los requerimientos de niños no se conocen y se han inferido de los de adultos.

Recomendaciones nutricionales

Un litro de leche humana contiene alrededor de 1,5 mg de niacina y 210 mg de triptofano, lo que representa alrededor de 7 EN/1000 kcal (8,4 EN/5000 kJ). Esta cifra sobrepasa la recomendación para adultos de 6,6 EN/1000 kcal (7,9 EN/5000 kJ), correspondiente al requerimiento promedio más 2 desviaciones estándar. El aporte de EN de la leche de vaca también sobrepasa la recomendación para adultos.

Se acepta entonces, como recomendación para lactantes y preescolares la misma que para adultos. El cuadro 9 muestra las cifras expresadas como mg de EN por día, asumiendo una biodisponibilidad adecuada de la vitamina en la dieta.

Cuadro 9
Recomendaciones dietéticas diarias de niacina biodisponible en los alimentos, como equivalentes de niacina (EN) por día^a

Edad	EN mg/día
0 - 2,9 meses	4
3 - 5,9 meses	4
6 - 8,9 meses	5
9 - 11,9 meses	6
1 - 2,9 años	8
3 - 5,9 años	11

^a Fuente: FAO/OMS (FAO/WHO 1967) y requerimientos de energía en el cuadro 1. Cifras aproximadas al mg más cercano

3.7.5 Vitamina B₆

La vitamina B₆ o piridoxina, es una mezcla de piridoxina (o piridoxol), piridoxal, piridoxamina y sus fosfatos. Sus formas metabólicamente activas son cofactores de numerosas enzimas que catalizan varias reacciones de los aminoácidos. Aunque también es una coenzima esencial para algunas reacciones del metabolismo del glucógeno, lípidos y ácidos nucleicos, debido a su gran participación en el metabolismo intermediario de las proteínas corporales, los requerimientos de la vitamina B₆ se calculan en relación a la cantidad de aminoácidos que el organismo debe metabolizar.

La deficiencia de vitamina B₆ puede producir anemia microcítica que no responde al tratamiento con hierro. La deficiencia grave en lactantes produce convulsiones epileptiformes y diversos signos de alteración neurológica.

Fuentes alimentarias

Las mejores fuentes de vitamina B₆ son las carnes de pollo, pescado y cerdo, huevos e hígado. Las carnes rojas y productos lácteos son relativamente pobres en vitamina B₆. Otras buenas fuentes son los granos integrales de arroz, trigo y avena, frijol de soya, maní y nueces. La flora intestinal sintetiza cantidades importantes de la vitamina, parte de la cual es absorbida.

La biodisponibilidad de la vitamina en los alimentos es muy variable. Mucha de la vitamina B₆ presente en diversos vegetales está ligada a glicósidos no disponibles.

Se pueden perder grandes cantidades de vitamina B₆ durante varias formas de procesamiento de los alimentos. Por ejemplo, 15%-70% se pierde al congelar las frutas y verduras; 50%-70% al procesar embutidos y "carne frías"; 50%-90% al moler y refinar los cereales. El procesamiento de productos lácteos produce pocas pérdidas.

Determinación y cálculo de requerimientos

Basados en las dosis usadas para tratar a lactantes con una deficiencia muy seria de vitamina B₆ (Coursin 1954; Coursin 1964), en varios países se recomienda una ingestión diaria de 0,3 µg para niños menores de seis meses. Sin embargo, esta cantidad de vitamina B₆ es probablemente una sobrestimación de los requerimientos (Department of Health (UK) 1991) que no puede ser llenada por la leche de madres bien nutridas (Bender 1989). Por ello, las recomendaciones actuales del Reino Unido basan los requerimientos y RDD de lactantes en el contenido de vitamina B₆ en la leche humana.

Para preescolares, se usa el criterio derivado para adultos, basado en una estimación del requerimiento del orden de 11 µg de vitamina B₆ por gramo de proteína ingerida, con un coeficiente de variación de 20% (Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991; Coursin 1954).

Recomendaciones nutricionales

Sugerimos usar para *lactantes* las RDD del Reino Unido, basadas en 8, 10 y 13 µg vitamina B₆/g proteína ingerida para niños de 0-6, 7-9 y 10-12 meses, respectivamente (Department of Health (UK) 1991), y para *preescolares* 15 µg/g proteína.

El cuadro 10 muestra las recomendaciones para lactantes alimentados con leche de vaca, cuya ingestión de proteínas es mayor que la de los alimentados al pecho materno, y para preescolares con ingestiones relativamente altas de proteínas (12%-15% de la energía alimentaria). Los requerimientos de niños amamantados o con dietas con un contenido menor de proteínas (8%-10% de la energía, como ocurre en muchas sociedades de América Latina) son más bajos, por lo que las RDD en el cuadro 10 satisfarán a todas las poblaciones.

Cuadro 10
Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B₆

Edad	$\mu\text{g/g}$ proteína/día ^a	mg/día ^b
0 - 2,9 meses	8	0.2
3 - 5,9 meses	8	0.2
6 - 8,9 meses	10	0.3
9 - 11,9 meses	12.5	0.4
1 - 2,9 años	15	0.7
3 - 5,9 años	15	0.9

^a Fuente: Reino Unido 1991 (Dept. Of Health 1991)

^b Asumiendo que las proteínas dietéticas representan 15% de la energía ingerida diariamente, según el cuadro 1.

3.7.6 Folatos

Los folatos son compuestos con estructura similar al ácido fólico o pteroilglutámico, que actúan como coenzimas para transportar fragmentos moleculares con un átomo de carbono de un compuesto a otro. Estas reacciones son esenciales para la síntesis de ácidos nucleicos y el metabolismo de varios aminoácidos. Por ello la deficiencia de esta vitamina interfiere con la división celular y la síntesis de proteínas. Esos efectos son más notorios en tejidos y células que crecen rápidamente, tales como los glóbulos sanguíneos. Después de la deficiencia de hierro, la de folatos es la principal causa de las anemias nutricionales. La deficiencia de folatos produce anemia macrocítica, megaloblástica, por defectos en la maduración de glóbulos rojos y blancos.

Cierta cantidad de folatos se almacenan en el cuerpo, especialmente en el hígado que contiene entre 3 y 16 $\mu\text{g/kg}$.

Fuentes alimentarias

Los folatos se encuentran en numerosos alimentos. Las mejores fuentes son el hígado, levadura, hojas de color verde oscuro, leguminosas de grano, maní y varias frutas. Alrededor del 75% de los folatos de los alimentos están en forma de poliglutamatos, cuya biodisponibilidad es de 70%-80% en relación a los monoglutamatos (Halsted 1979).

Los folatos son fácilmente destruídos por calor, oxidación y luz ultravioleta. Por ello hasta 50% de los folatos pueden perderse con la cocción, procesamiento y almacenamiento de los alimentos.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento basal de folatos es la cantidad que la dieta debe aportar para compensar la pérdida normal de folatos del organismo y evitar los signos bioquímicos, hematológicos y clínicos de deficiencia. El requerimiento normativo es la cantidad que debe ser ingerida, además, para mantener un nivel adecuado de reservas corporales (FAO/WHO 1991).

Los requerimientos basales y normativos de folatos sólo han sido calculados para adultos a partir de estudios experimentales de depleción y repleción, y de datos de consumo y biodisponibilidad (FAO/WHO 1991). Los requerimientos para niños podrían estimarse restando 2 desviaciones estándar (calculadas para adultos) de las RDD (Department of Health (UK) 1991; Calloway *et al.* 1992).

Recomendaciones nutricionales

Las recomendaciones para *lactantes* aceptadas por un grupo internacional de expertos (FAO/WHO 1991) se basan en un estudio que mostró que una dieta con 3,6 μg folatos/kg/día permitió un crecimiento adecuado y un estado hematológico normal (Asfour *et al.* 1977). Las recomendaciones para *preescolares* sugeridas por ese mismo grupo internacional, son una interpolación entre lo aceptado para lactantes y lo calculado para adultos (a partir de estimaciones del requerimiento normativo y un coeficiente de variación asumido en 15%, lo que da 3,1 μg folatos/kg/día). El cuadro 11 muestra las RDD propuestas.

Cuadro 11
Recomendaciones dietéticas diarias de folatos

Edad	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}^{\text{a}}$	$\mu\text{g}/\text{día}^{\text{b}}$
0 - 2,9 meses	3,6	17
3 - 5,9 meses	3,6	25
6 - 8,9 meses	3,6	30
9 - 11,9 meses	3,6	35
1 - 2,9 años	3,3	40
3 - 5,9 años	3,3	50

^a Fuente: FAO/WHO (1991)

^b Usando los pesos mostrados en el cuadro 1, excepto para 3-5.9 años en quienes se usó la cifra exacta recomendada por FAO/WHO (1991).

3.7.8 Vitamina B₁₂

La vitamina B₁₂ incluye las cobalaminas que pueden dar origen a las cianocobalaminas. La participación del cobalto en la estructura de estos compuestos es la única función conocida de ese mineral en humanos.

La vitamina B₁₂ está involucrada en el reciclaje de los folatos que actúan como coenzimas en la maduración de los glóbulos sanguíneos. Debido a esta interacción, su deficiencia produce una anemia megaloblástica igual a la deficiencia de folatos.

La vitamina B₁₂ también es necesaria para la mielinización del cerebro, médula espinal y nervios periféricos, por lo que una deficiencia grave puede producir síntomas neurológicos y neuropsiquiátricos, y daños neurológicos irreversibles.

Las reservas corporales de vitamina B₁₂, 80% de las cuales están en el hígado, son muy estables, ya que la conservación de la vitamina por el riñón y por una circulación enterohepática es muy eficiente. Esto también hace que la deficiencia de vitamina B₁₂ raramente sea de origen dietético, y que casi siempre sea por problemas de malabsorción (Herbert 1990). Estos generalmente están asociados a la falta de una glucoproteína secretada por el estómago, llamada "factor intrínseco", que es necesaria para la absorción intestinal de la vitamina.

Lo raro de la deficiencia dietética y el hecho de que la corrección de las alteraciones clínicas requiere dosis terapéuticas de la vitamina, explica por qué no se incluye la vitamina B₁₂ en las recomendaciones nutricionales de algunos países, como las Filipinas (Food and Nutrition Research Institute (Filipinas) 1989).

Fuentes alimentarias

Toda la vitamina B₁₂ que se encuentra en la naturaleza es sintetizada por microorganismos. La vitamina B₁₂ que se encuentra en los alimentos de origen animal se deriva de la ingestión por el animal de microorganismos que contienen la vitamina o por la actividad biosintética de la flora bacteriana que vive en su intestino delgado. Las mejores fuentes para los humanos son el hígado y otras vísceras, y los moluscos bivalvos (ostras, almejas, etc.). En segundo término están varios peces y otros mariscos, la yema de huevo, carnes de rumiantes y quesos fermentados. Otros alimentos animales, inclusive la leche, contienen cierta cantidad de vitamina B₁₂ (Herbert 1990).

Las plantas contienen únicamente la vitamina producida por microorganismos que viven en ellos (por ejemplo, en los nódulos de las raíces de algunas leguminosas) o cuando están "contaminadas" con fertilizantes orgánicos o enterobacterias.

Los niños que viven en condiciones poco higiénicas o que se chupan los dedos con frecuencia, ingieren cantidades importantes de vitamina B₁₂ (Herbert 1990).

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento basal de vitamina B₁₂ es la cantidad necesaria para mantener funciones hematopoyéticas y neurológicas normales. El comité de FAO/OMS decidió no definir un requerimiento normativo, ya que la cantidad adicional de vitamina B₁₂ necesaria para mantener las reservas corporales es apenas 10% más que el requerimiento basal (FAO/WHO 1991).

Los requerimientos de *lactantes* se basan en la ingestión de vitamina B₁₂ por niños sanos amamantados por madres vegetarianas u omnívoras, equivalente a 0,06 y 0,09 µg/día, respectivamente (Jathar *et al.* 1970; Collins *et al.* 1951), mientras que la ingestión de leche materna por lactantes que desarrollaron una franca deficiencia de vitamina B₁₂ sólo aportaba entre 0,02 y 0,05 µg/día (Jadhav *et al.* 1962; Srikantia y Reddy 1967).

Los requerimientos de *preescolares* no se han establecido y pueden estimarse por interpolación entre las cifras calculadas para lactantes y adultos.

Recomendaciones nutricionales

Las recomendaciones para *lactantes* hechas por un grupo internacional de expertos (FAO/WHO 1991), se basan en la dosis de 0,1 µg/día administrada a lactantes con deficiencia de vitamina B₁₂ para curar la anemia megaloblástica (Cuadro 12) (Jadhav *et al.* 1962). Los expertos del Reino Unido (Department of Health (UK) 1991) recomiendan 0,3 µg/día para normalizar la excreción urinaria de ácido metil-malónico,

además de curar la anemia (Specker *et al.* 1990). Esta cifra también es recomendada en los Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989) y Canadá (Ministry of National Health and Welfare 1990) para "permitir un margen sustancial para almacenamiento".

Para *preescolares*, el grupo de FAO/OMS recomienda 0,04 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$, basados en los requerimientos de los adultos más 0,01 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$ para permitir la expansión de las reservas corporales con el crecimiento (Cuadro 12).

Cuadro 12
Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina B₁₂^a

Edad	$\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$	$\mu\text{g}/\text{día}$
0 - 11,9 meses	—	0,1 ^b
1 - 2,9 años	0,04	0,5
2,9 - 5,9 años	0,04	0,7

^a Fuente: FAO/WHO (1991) y los pesos mostrados en el cuadro 1

^b Las recomendaciones de EUA (FNB/NRC 1989), Canadá (Ministry of National Health 1990) y el Reino Unido (Dept of Health 1991) son de 0.3 $\mu\text{g}/\text{día}$

3.7.9 Acido pantoténico

El ácido pantoténico es una vitamina del complejo B que forma parte de la coenzima A y de la sintetasa de ácidos grasos, las cuales son esenciales para el metabolismo intermediario de las fuentes de energía y muchas otras reacciones involucradas en la síntesis de compuestos tales como esteroides, esteroides, porfirinas y acetilcolina.

Se encuentra en abundancia en los tejidos animales, cereales y leguminosas, y en menor cantidad en la leche, verduras y frutas.

La deficiencia de origen dietético es prácticamente inexistente bajo condiciones normales. Los únicos casos de deficiencia de ácido pantoténico en humanos han sido producidos con dietas experimentales. Sus manifestaciones clínicas incluyen fatiga, cefalea, mareos, debilidad muscular y alteraciones gastrointestinales (Hodges *et al.* 1958; Hodges *et al.* 1959). También podría suceder en pacientes con alimentación parenteral permanente.

Por lo tanto, no hay recomendaciones definitivas para su ingestión. En Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989) y el Reino Unido (Department of Health (UK) 1991) se han hecho recomendaciones tentativas de 2-3 mg/día para lactantes, y 3-4 mg/día para preescolares. En base a ello, las autoridades británicas recomiendan que las fórmulas para alimentación infantil contengan 2 mg de ácido pantoténico por litro (Department of Health (UK) 1991).

3.7.10 Biotina

La biotina es otra vitamina del complejo B. Forma parte de varios sistemas enzimáticos esenciales para lipogénesis, gluconeogénesis y catabolismo de varios aminoácidos.

Las mejores fuentes alimentarias de biotina son el hígado, yema de huevo, soya, cereales y levadura. También es sintetizada por la flora bacteriana intestinal.

Al igual que el ácido pantoténico, no se conocen deficiencias de esta vitamina en condiciones normales. Se han producido con el consumo de grandes cantidades de clara de huevo crudo, debido a su contenido de avidina, que es una glucoproteína que liga la biotina y no permite su metabolismo en humanos (Baugh *et al.* 1968), así como con el uso de soluciones sin biotina en pacientes con alimentación parenteral prolongada (McClain 1983).

En Estados Unidos se han hecho recomendaciones tentativas de 10 y 15 $\mu\text{g}/\text{día}$ para lactantes durante el primer y segundo semestre de edad, respectivamente (Food and Nutrition Board 1989), de acuerdo al contenido de biotina en fórmulas infantiles recomendado por la Academia American Academy of Pediatrics (AAP, 1976). Para preescolares se puede interpolar una cifra entre 15 $\mu\text{g}/\text{día}$ y los 30-100 $\mu\text{g}/\text{día}$ recomendados para adultos (Food and Nutrition Board, National Research Council 1989).

3.7.11 Vitamina C

La vitamina C, que está formada por el ácido L-ascórbico y, en menor proporción, por el dehidroascórbico, está involucrada en una gran cantidad de procesos biológicos, muchos de los cuales dependen de su actividad reductora o antioxidante. Juega un papel importante en la síntesis de colágeno y norepinefrina, y en el metabolismo intermediario de varios aminoácidos, folatos, corticosteroides, péptidos neuroendócrinos y ácidos biliares. Además favorece la cicatrización de las heridas, influye en las funciones de los leucocitos y se le ha atribuido un papel beneficioso en otras funciones del sistema inmunológico, reacciones alérgicas, metabolismo del colesterol y carcinogénesis.

Otro importante efecto nutricional de la vitamina C es que aumenta la absorción intestinal del hierro inorgánico cuando los dos nutrientes se ingieren juntos. Esto es particularmente significativo para poblaciones cuyo hierro dietético proviene primordialmente de vegetales.

Los signos clínicos de deficiencia incluyen gingivitis e hiperqueratosis folicular. La deficiencia grave, correspondiendo a un contenido corporal menor de 300

mg de vitamina C en adultos (Levine 1986), produce escorbuto que, además de la gingivitis e hiperqueratosis, se manifiesta con encías sangrantes, petequias y dolores articulares.

Las reservas corporales de vitamina C son del orden de 1,5-3,0 gramos en adultos. Se encuentra en casi todos los tejidos, pero con mayor concentración en las glándulas suprarrenales, hipófisis y retina, y algo menos en hígado, pulmones, páncreas y leucocitos.

Fuentes alimentarias

Las principales fuentes de vitamina C son verduras, tubérculos y frutas, tales como los tomates, espinaca, chiles, brócoli, papas, fresas y cítricos. Los alimentos de origen animal tienen muy poco o nada de vitamina C, y los cereales y leguminosas de grano prácticamente carecen de ella. A algunos alimentos procesados se les agrega ácido ascórbico como antioxidante.

La temperatura alta y la exposición de los alimentos a oxígeno y superficies metálicas aumentan la oxidación de la vitamina C. Aunque muchas tablas de composición de alimentos subestiman el contenido de vitamina C al no incluir al ácido dehidroascórbico en sus cálculos, la vitamina ingerida con la dieta generalmente es menor que lo calculado de la composición química de los alimentos, debido a su destrucción por calor u oxidación, y por las pérdidas en el agua de cocción que se descarta. Entre 33% y 80% de la vitamina C se puede perder al cocinar diversos vegetales, y la sobrecocción y recalentamiento puede producir otro 3%-25% de pérdida (Oliveros y Sumabat 1968). El jugo de naranja y bebidas similares pueden perder de 10% a 95% de su vitamina C mientras permanecen almacenados, dependiendo de la duración y temperatura de almacenamiento, y del material de empaque usado (Reyes y Bengoa 1989).

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento de vitamina C de lactantes y preescolares no se conoce. Los requerimientos de adultos se han determinado a partir de las cantidades metabolizadas diariamente, evaluaciones isotópicas de reservas corporales y las cantidades necesarias para corregir las alteraciones clínicas o bioquímicas.

Recomendaciones nutricionales

No ha habido manifestaciones clínicas de deficiencia de vitamina C en lactantes con ingestiones tan bajas como 7-12 $\mu\text{g}/\text{día}$ provenientes de leche materna o fórmulas infantiles (FAO/OMS, 1970; Goldsmith 1961; Rajalakshmi *et al.* 1965).

La concentración de vitamina C en la leche de mujeres bien nutridas varía entre 30 y 80 mg/litro según su ingestión de vitamina (Department of Health (UK) 1991), lo cual aporta por lo menos 20 mg/día a niños que maman 700 ml/día. Esta es la base de la recomendación para *lactantes* de un grupo internacional de expertos (FAO/OMS, 1970), la cual sigue siendo aceptada por las autoridades Canadienses (Ministry of National Health and Welfare 1990), aunque en algunos países la han subido a 25 (Reino Unido) o 30 (Estados Unidos y Filipinas) mg/día.

Para *niños* mayores de un año (Food and Nutrition Board 1989; Food and Nutrition Research Institute (Filipinas) 1989; Department of Health (UK) 1991) o tres años (FAO/WHO 1970; Ministry of National Health and Welfare 1990), se ha interpolado cifras entre las recomendadas para lactantes y adultos.

Tomando en consideración que niños amamantados en sociedades cuyas madres no tienen una alta ingesta de vitamina C no han mostrado alteraciones relacionadas a deficiencia de la vitamina, sugerimos para lactantes 20 mg/día de acuerdo con lo recomendado en Canadá (Ministry of National Health and Welfare 1990) y FAO/OMS (FAO/WHO 1970). Para niños entre uno y 5,9 años se sugiere 30 mg/día, por interpolación entre las recomendaciones para lactantes y adultos (Department of Health (UK) 1991).

En las sociedades donde la dieta de los niños preescolares es muy pobre en alimentos de origen animal, es altamente recomendable que ingieran alimentos ricos en vitamina C durante cada comida para favorecer la absorción del hierro inorgánico de los vegetales (FAO/WHO 1991; Bengoa *et al.* 1988). Aunque esto resultaría en una mayor ingestión diaria de la vitamina, no debe ser considerado como un incremento de las *recomendaciones nutricionales* de vitamina C, las cuales tienen como objetivo evitar las alteraciones bioquímicas y clínicas de deficiencia de la vitamina y mantener reservas corporales adecuadas.

3.7.12 Vitamina D

La vitamina D incluye el ergocalciferol o vitamina D₂, y el colecalciferol o vitamina D₃. Realmente no es un nutriente esencial que debe ser aportado por la dieta, pues puede ser sintetizada en la piel a partir de 7-dehidrocolesterol, en una reacción que es catalizada por la luz ultravioleta. La cantidad de vitamina D producida de esta manera depende de la extensión de piel expuesta a la luz, el tiempo de exposición, el color de la piel (la piel oscura con mayor contenido de melanina requiere más tiempo de exposición) y la longitud de onda de la luz ultravioleta. Las costumbres de vestimenta y permanencia fuera del hogar, la raza, la latitud donde se vive, la estación del año y la contaminación ambiental que puede bloquear la luz del sol influyen en ella. Dados todos estos factores, hay grupos de

población con alto riesgo de sintetizar poca vitamina D, entre los que predominan los lactantes y preescolares de corta edad, sobre todo si viven en lugares alejados del ecuador o en ciudades con alta contaminación ambiental. Ante ello, la vitamina D es considerada un nutriente esencial en la dieta de ciertos grupos de edad.

La principal función de la vitamina D es favorecer la absorción intestinal de calcio y regular el metabolismo de calcio y fósforo para permitir una buena mineralización ósea y otras funciones celulares. Es esencial para el crecimiento y la formación de huesos y dientes normales. También se le ha vinculado con la regulación de la presión arterial (Sowers *et al.* 1985). Su deficiencia produce desmineralización de los huesos. Cuando es grave produce raquitismo en los niños, que se caracteriza por deformidades óseas.

Aunque los expertos de FAO/OMS (FAO/WHO 1970) recomiendan que la ingestión de vitamina D se exprese como microgramos de colecalciferol, se siguen usando las Unidades Internacionales, UI, especialmente en alimentos fortificados, productos farmacológicos y en muchas tablas de composición de alimentos. La actividad biológica de 1 mg de colecalciferol equivale a 40 UI, y 1 UI equivale a 0,025 μg de colecalciferol.

Fuentes alimentarias

Las fuentes naturales de vitamina D son algunos alimentos de origen animal, como los pescados grasos, huevos, hígado y mantequilla. La leche de todas las especies, incluyendo la humana, contiene muy poca vitamina D (Reeve *et al.* 1982; Tsang 1983; AAP 1985). En muchos países, la principal fuente dietética de la vitamina D son los alimentos fortificados, tales como la leche de vaca y las fórmulas infantiles.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento de vitamina D, definido como la menor cantidad de vitamina que la dieta debe aportar para mantener una homeostasis normal de calcio y fósforo y una mineralización normal de los huesos, no se conoce debido a lo variable que puede ser la síntesis de vitamina D en la piel. Algunos estudios hechos hace varias décadas en lactantes nacidos a término (Jeans y Stearns 1938; Jeans 1950) indicaron que la ingestión diaria de 2,5 μg (100 UI) de vitamina D permitían buena mineralización y crecimiento adecuado, pero la ingestión de 7,5-10 $\mu\text{g}/\text{día}$ permitió una mayor absorción intestinal de calcio y mayor velocidad de crecimiento. La ingestión de cantidades mayores de vitamina no aumentaron más esos efectos.

Recomendaciones nutricionales

En base a los estudios antes mencionados, un grupo internacional de expertos recomendó en 1970 (FAO/WHO 1970) que la dieta debe proveer 10 μg de vitamina D/día a niños menores de siete años. Basados en estudios más recientes sobre el crecimiento de niños amamantados con y sin suplementación de vitamina D, o alimentados con fórmulas fortificadas, grupos de expertos en Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989;) y el Reino Unido (Department of Health 1991) han propuesto cantidades menores para lactantes, como se muestra en el cuadro 13. Excepto por individuos o grupos en riesgo, los expertos británicos y canadienses consideran que después de los tres años de edad se puede reducir aún más (Ministry of National Health and Welfare, (Canadá) 1990) o ya no es necesaria (Department of Health 1991.) la ingestión de vitamina D, mientras que en Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989) continúan recomendando 10 μg /día a través de la niñez y adolescencia.

Cuadro 13
Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina D, expresadas como equivalentes de colecalciferol^a

Edad	$\mu\text{g}/\text{día}^b$
0 - 2,9 meses	8
3 - 5,9 meses	8
6 - 8,9 meses	7
9 - 11,9 meses	7
1 - 3,9 años	7
4 - 5,9 años ^b	

^a Puede requerir fortificación de alimentos o suplementación de la dieta.

^b Fuentes: 0-5.9 meses, promedio de Estados Unidos y el Reino Unido (FNB/NRC 1989; Dept. of Health 1991); 6-11.9 meses, Reino Unido (Dept. of Health 1991); 1-3.9 años, Canadá y Reino Unido (Ministry of National Health 1990; Dept. of Health 1991). Después de 3 años, las recomendaciones del Reino Unido, Canadá y Estados Unidos son 0, 5 y 10 μg -día, respectivamente.

Coincidimos con el comité del Reino Unido (Department of Health 1991) en que, a partir del momento en que los niños tienen mayor independencia para pasar más tiempo a la intemperie, el aporte dietético de vitamina D ya no es esencial sino hasta la ancianidad. En regiones donde la luz solar no es

adecuada durante todo o parte del año (como sucede en regiones australes de América Latina o en ciudades con alto grado de contaminación ambiental), se recomienda que la dieta de niños mayores de cuatro años y adultos aporte 5 μg de vitamina D/día.

La ingestión de 7-8 μg , o alrededor de 300 UI de vitamina D, puede requerir la fortificación de alimentos, suplementación de la dieta con preparaciones farmacológicas o, en el caso de lactantes amamantados, suplementación de la dieta de sus madres. En varios países se recomienda la fortificación de la leche de vaca y fórmulas infantiles con 10 μg (400 UI) de vitamina D por litro (Food and Nutrition Board 1989).

Por otra parte, se puede argüir que la ingestión de las cantidades de vitamina D que se muestran en el cuadro 13 no es esencial en áreas tropicales, aunque sí podría ser aconsejable para lactantes que no se exponen mucho al sol, dado el bajo contenido natural de vitamina D en la leche materna o de vaca.

3.7.13 Vitamina E

La vitamina E incluye ocho compuestos naturales: alfa-, beta-, gama- y delta-tocoferoles y tocotrienoles. El alfa-tocoferol es el compuesto más abundante en la naturaleza y con mayor actividad biológica.

La función principal de la vitamina E es como antioxidante, participando en la "eliminación" de los radicales libres peroxilos que oxidan los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas celulares. Así, la vitamina E es la principal defensa del organismo contra oxidaciones potencialmente dañinas, junto con el selenio, vitamina C y beta-carotenos. Se le han atribuído diversas funciones, inclusive un papel en la protección contra ciertos tipos de cáncer, aunque ello requeriría cantidades farmacológicas de la vitamina.

La deficiencia de vitamina E en humanos produce alteraciones neurológicas (reflejos ausentes o alterados, ataxia, debilidad, reducción sensorial en brazos y piernas) y anemia hemolítica (Oski y Barness 1967; Bieri *et al.* 1983; Muller 1986), y aparentemente sólo ocurre en recién nacidos prematuros con muy bajo peso y en niños con malabsorción de grasas asociada a diversos problemas congénitos (Food and Nutrition Board 1989).

El alfa-tocoferol natural, antes llamado d-alfa-tocoferol, ahora es denominado RRR-alfa-tocoferol. El producto sintético, antes llamado dl-alfa-tocoferol, es una

mezcla de ocho isómeros a la que ahora se denomina *todo-rac*-alfa-tocoferol (International Union of Nutritional Sciences 1987). Para fines dietéticos, la actividad biológica de la vitamina E se expresa como equivalentes de RRR-alfa-tocoferol, ET, con las siguientes equivalencias:

- Para las formas *naturales* de vitamina E, 1 ET = 1 mg RRR-alfa-tocoferol = 2 mg beta-tocoferol = 10 mg gama-tocoferol = 3,3 μ g alfa-tocotrienol.
- Para la forma sintética, 1 ET = 1,5 mg acetato de *todo-rac*-alfa-tocoferol.
- 1 Unidad Internacional (UI) = actividad biológica de 1 mg del acetato del compuesto sintético.

El alfa-tocoferol se almacena primordialmente en el medio lipídico de varios tejidos. Su concentración es más alta en las glándulas suprarrenales, testículos, hipófisis y plaquetas, pero en términos absolutos es más abundante en hígado, músculos y tejido adiposo.

Fuentes alimentarias

Los tocoferoles se derivan de productos vegetales. Algunos productos animales, como los huevos, grasas y algunas carnes, pueden tener pequeñas cantidades derivadas de la dieta del animal. Las principales fuentes de vitamina E, sobre todo como gama-tocoferol, son los aceites vegetales (especialmente de soya, girasol y maíz), las margarinas y mantecas hechas de ellos, las nueces y las semillas de girasol. El germen de trigo y varias hojas verdes también contienen cantidades importantes de vitamina E.

Varios alimentos procesados fortificados con vitamina E, o a los que se agrega la vitamina como antioxidante, también son fuentes dietéticas importantes.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento de vitamina E es determinado en gran parte por el contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en los tejidos, que a su vez refleja el contenido de AGPI de la dieta. Esto hace difícil definir los requerimientos, que en adultos pueden variar en órdenes de magnitud de uno a cinco, según su dieta. Algunos grupos de expertos han hecho recomendaciones basadas en estimaciones de los AGPI dietéticos, proponiendo 0,4 mg ET por gramo de AGPI ingeridos (Department of Health (UK) 1991).

Los requerimientos infantiles no han sido establecidos, pero se han hecho recomendaciones dietéticas en la forma descrita a continuación.

Recomendaciones nutricionales

El cuadro 14 muestra las recomendaciones dietéticas estimadas para *lactantes* a partir de la ingestión de leche de madres bien nutridas, y para *preescolares* por interpolación entre las recomendaciones para lactantes y adultos, combinando las RDD de Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989) y Canadá (Ministry of National Health and Welfare 1990).

Cuadro 14
Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina E, en términos de equivalentes de alfa-tocoferol (ET)^a

Edad	mg ET/día
0 - 2,9 meses	3
3 - 5,9 meses	3
6 - 8,9 meses	4
9 - 11,9 meses	4
1 - 2,9 años	5
3 - 5,9 años	6

^a Fuente: Estados Unidos (FNB/NRC 1989) y Canadá (Ministry of National Health 1990)

En algunos países se fortifican las fórmulas lácteas para aportar por lo menos 0,3 mg ET/100 ml y 0,4 mg ET/g de AGPI (Department of Health 1991; 1980).

Para recién nacidos prematuros se ha recomendado una suplementación oral con 17 μ de vitamina E sintética (todo-*rac*-alfa-tocoferol) diariamente hasta los 3 meses de edad (Farrel *et al.* 1985).

3.7.14 Vitamina K

La vitamina K está constituida por una serie de metil-naftoquinonas, que incluyen principalmente a la filoquinona sintetizada por las plantas, menaquinona formada por bacterias, y la menadiona sintética. Los tejidos de los animales contienen filoquinona y menaquinonas. Aunque es necesaria para la síntesis de varias proteínas de la sangre, huesos y riñones, la función principal de la vitamina K es en la coagulación de la sangre a través de la síntesis de protrombina y otras 5

proteínas involucradas en este proceso. Por lo tanto, su deficiencia puede dar origen a hemorragias difíciles de controlar espontáneamente.

El contenido corporal de vitamina K es pequeño y se almacena principalmente en el hígado. Allí, alrededor del 90% son menaquinonas, probablemente sintetizadas por bacterias intestinales (Shearer *et al.* 1988). Sin embargo, parece que las necesidades de vitamina K no pueden ser aportadas en su totalidad por síntesis bacteriana, ya que la restricción dietética de la vitamina produce alteraciones en los factores de coagulación (Suttie *et al.* 1988).

Fuentes alimentarias

El contenido de vitamina K en los alimentos varía mucho. Las hojas verdes son la mejor fuente dietética. También se encuentra en pequeñas pero importantes cantidades en la leche de vaca y productos lácteos, carnes, huevos, cereales y varias frutas y verduras. La leche humana es muy pobre en vitamina K (alrededor de 2 $\mu\text{g/litro}$, aunque esta cifra puede variar entre 1 y 10 $\mu\text{g/litro}$), mientras que la leche de vaca contiene entre 4 y 18 $\mu\text{g/litro}$.

La flora intestinal del yeyuno e íleon es otra fuente potencialmente importante de vitamina K, aunque no se conoce con exactitud cuánto de las menaquinonas que sintetizan son usadas por el organismo humano.

Determinación y cálculo de requerimientos

Los requerimientos mínimos para niños no se conocen, pero de los niveles plasmáticos de protrombina en recién nacidos y niños amamantados en forma exclusiva se han derivado recomendaciones, principalmente como profilaxis para la enfermedad hemorrágica del recién nacido.

Recomendaciones nutricionales y profilácticas

En contraste con la mayoría de otros nutrientes, las recomendaciones de vitamina K para lactantes se basan en los valores más altos y no en los valores medios de ingestión de la vitamina en la leche materna, dada la baja concentración de vitamina K en la leche de muchas mujeres y la asociación epidemiológica de la enfermedad hemorrágica del recién nacido con la lactancia materna exclusiva cuando no se administra una dosis farmacológica de la vitamina inmediatamente después del parto. Actualmente se recomienda que a todo recién nacido a término se le administre rutinariamente 0,5-1,0 mg de vitamina K por vía intramuscular, y a los prematuros por lo menos 1 mg (Food and Nutrition Board 1989; Department of Health 1991; AAP 1985).

Las recomendaciones dietéticas para *lactantes* del comité de expertos de Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989) son de 5 y 10 $\mu\text{g}/\text{día}$ durante el primer y segundo semestre de edad, respectivamente; los expertos del Reino Unido (Department of Health 1991) recomiendan 10 $\mu\text{g}/\text{día}$ en ambos semestres. Aunque no hay una base clínica o bioquímica para ello, para *preescolares* se recomienda alrededor de 1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$. El cuadro 15 muestra las recomendaciones propuestas por el comité de expertos de Estados Unidos.

Cuadro 15
Recomendaciones dietéticas diarias de vitamina K^a

Edad	$\mu\text{g}/\text{día}$
0 - 2,9 meses	5
3 - 5,9 meses	5
6 - 8,9 meses	10
9 - 11,9 meses	10
1 - 2,9 años	15
3 - 5,9 años	20

^a Fuente: Estados Unidos (FNB/NRC 1989)

En ese país se ha recomendado fortificar las fórmulas lácteas para lactantes para que aporten 4 μg de vitamina K por 100 kcal, equivalente a alrededor de 60 $\mu\text{g}/\text{litro}$ (Food and Nutrition Board 1989).

3.8 Minerales

Varios minerales son esenciales para la vida y la salud, y deben ser aportados por la dieta o agregados a un vehículo, como es el caso de la sal yodada o el agua fluorurada. Los minerales actúan como elementos estructurales del esqueleto y otros órganos, transportadores de sustancias en el organismo, cofactores en sistemas enzimáticos, activadores o facilitadores de reacciones metabólicas, y elementos constituyentes de moléculas con funciones esenciales.

3.8.1 Calcio

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano. Constituye 1,5%-2% del peso corporal en adultos. Alrededor del 99% del calcio está en los huesos y dientes, principalmente en forma de fosfato y, en menor proporción, como car-

bonato. El 1% restante está en los fluidos extracelulares, estructuras intracelulares y membranas celulares. Además de su papel estructural en el esqueleto y dientes, el calcio participa en numerosos procesos metabólicos que incluyen la activación de enzimas, transmisión nerviosa, transporte a través de membranas, coagulación de la sangre, contracción de músculos voluntarios e involuntarios, inclusive el músculo cardíaco, y funciones hormonales.

La formación de huesos es más intensa durante los períodos de crecimiento más activos, y la mineralización se acentúa durante la adolescencia. No se sabe a qué edad exactamente se alcanza el máximo de masa ósea, pero probablemente no es antes de los 25 años (Food and Nutrition Board 1989). Existe un consenso sobre la conveniencia de ingerir abundante calcio durante la adolescencia para reducir el riesgo de osteoporosis en la vejez, particularmente entre las mujeres. Hay cierta evidencia de que la ingestión de cantidades generosas de calcio antes de la pubertad y después de los 25 años también puede contribuir a este efecto protector.

La absorción intestinal de calcio es más eficiente durante los períodos de mayor requerimiento del mineral. Así, los niños pueden absorber hasta 75% del calcio dietético, comparado con 20%-40% en los adultos (Heaney *et al.* 1982). Por otra parte, aunque la leche humana contiene 4 veces menos calcio que la leche de vaca, su absorción es mayor en la leche humana (66%, comparado con 40% de la leche de vaca). La absorción también es más eficiente mientras menos calcio hay en la dieta (Heaney *et al.* 1975).

La ingestión elevada de proteínas aumenta las pérdidas urinarias de calcio, mientras que un aumento en la ingestión de fósforo reduce la excreción urinaria de calcio. Debido a ese efecto opuesto, una dieta rica en proteínas y en fósforo (por ejemplo, con leche y huevos) tiene poca influencia sobre las pérdidas y los requerimientos de calcio (Spenser *et al.* 1988).

Fuentes alimentarias

La leche es la principal fuente de calcio para lactantes y muchos preescolares. La yema de huevo, las leguminosas de grano, varias verduras y hojas verde oscuro también son buenas fuentes de este mineral. Los cereales, en general, tienen muy poco calcio, pero la costumbre de tratar el maíz con cal hace que sus productos, como las tortillas, sean una importante fuente dietética del mineral en varios países de América Latina. Algo similar sucede con el tofu precipitado con calcio. Los huesecillos de peces como las sardinas y el salmón, y la costumbre de mascar huesos blandos de pollo también aportan cantidades importantes de calcio.

Determinación y cálculo de requerimientos

El requerimiento de calcio para *lactantes* se ha estimado a partir de la cantidad del mineral absorbido por niños que han crecido adecuadamente y han sido amamantados en forma exclusiva. El requerimiento para *preescolares* se basa en estimaciones de que entre uno y 10 años de edad, la cantidad de calcio necesaria para el crecimiento óseo aumenta gradualmente de 70 a 150 mg/día (1,8 a 3,8 mmol/d). El Cuadro 16 muestra esas estimaciones (Department of Health [UK] 1991).

Cuadro 16
Requerimientos y recomendaciones dietéticas diarias de calcio para niños que no son amamantados, mg/día^a

Edad	Requerimiento estimado ^b	Recomendaciones dietéticas diarias		
		FAO/OMS 1962 ^c (FAO/WHO)	Estados Unidos 1989 ^c (FNB/NRC)	Reino Unido 1991 ^c (Dept of Health)
0 - 2,9 meses	160	500-600	400	525
3 - 5,9 meses	160	500-600	400	525
6 - 8,9 meses	160	500-600	600	525
9 - 11,9 meses	160	500-600	600	525
1 - 2,9 años	70	400-500	800	350
3 - 5,9 años	95	400-500	800	425

^a 40 mg = 1 mmol

^b Cantidad que debe ser absorbida. < 1 año: calcio retenido de leche materna. > 1 año: estimación del calcio que debe ser retenido para crecimiento óseo.

^c Año de publicación. Referencia bibliográfica entre paréntesis.

Recomendaciones nutricionales

Las últimas recomendaciones dietéticas de calcio hechas por un grupo internacional son de hace 30 años (FAO/WHO 1962). Grupos nacionales de expertos han hecho recomendaciones más recientemente (por ejemplo, Food and Nut Board 1989; Food and Nut Res Inst 1989; Ministry of Nat Health and Welfare 1990; Dep of Health 1991).

Las recomendaciones para *lactantes amamantados* en forma exclusiva corresponden al contenido de calcio en la leche materna, con una variación del orden de 15%. Para *niños alimentados con fórmulas infantiles*, se basan en la recomendación para los amamantados, corregida por la menor absorción del calcio en la leche de vaca (40 en vez de 66%), y asumiendo una variación de 12,5-15% (FAO/WHO 1962; Food and Nutrition Board 1989; Department of Health 1991).

Para los *preescolares*, un comité de expertos del Reino Unido basó sus recomendaciones en las estimaciones del calcio requerido para crecimiento óseo entre uno y 10 años de edad, asumiendo una absorción de 35% y una variación de 15%, mientras que un comité en Estados Unidos usó un criterio arbitrario en sus recomendaciones para niños mayores de seis meses. El cuadro 16 muestra las recomendaciones de esos grupos y de FAO/OMS.

En vista de lo especulativo de esas recomendaciones, creemos que mientras no haya mejor evidencia científica al contrario, se debe tomar como base las recomendaciones hechas por FAO/OMS y el Reino Unido, dada su coincidencia y los argumentos fisiológicos usados para calcularlos (cuadro 17). La recomendación para niños amamantados en forma exclusiva es del orden de 300 mg/día, en vista de que el calcio de la leche humana se absorbe mejor que el de leche de vaca.

Estas recomendaciones pueden ser fácilmente alcanzadas con leche materna (alrededor de 320 mg, u 8 mmol/litro) o dietas que incluyan leche de vaca (alrededor de 1400 mg, ó 35 mmol/litro).

Cuadro 17A

Recomendaciones dietéticas diarias (RDD) sugeridas para calcio y fósforo, basadas en proporciones molares de ambos minerales y una proporción decreciente con la edad de calcio: fósforo^a

Edad	RDD de calcio		RDD de fósforo	
	mmol/d ^b	µg/d	mmol/d ^b	mg/d
0 - 2,9 meses	12,5	500	9,6	297
3 - 5,9 meses	12,5	500	9,6	297
6 - 8,9 meses	12,5	500	10,4	321
9 - 11,9 meses	12,5	500	10,4	321
1 - 2,9 años	10,0	400	10,0	309
3 - 5,9 años	10,0	400	10,0	309

Cuadro 17B

Cifras simplificadas de las recomendaciones^c

Edad	RDD de calcio		RDD de fósforo	
	mmol/d	mg/d	mmol/d	mg/d
< 1 año	12,5	500	10,0	300
1 - 5,9 años	10,0	400	10,0	300

^a Ca P (mol) = 1.3:1 en < 6 meses, 1.2:1 en 6-11.9 meses, 1:1 en ≥ 1 año.

^b 1 mmol Ca = 40 mg, 1 mmol P = 30.9 mg

^c Combinando grupos de edad y redondeando el P a 10 mmol ó 300 µg/día

3.8.2 Fósforo

El cuerpo de un adulto tiene aproximadamente 750-1100 g de fósforo. Alrededor de 80% se encuentra en los huesos y dientes, en una proporción de 1 a 2 respecto a la masa de calcio. El resto está en los tejidos blandos y como un componente de las proteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y otra serie de compuestos. Aparte de su contribución a la estructura del esqueleto y su presencia en sustancias esenciales para la vida, la energía usada en la mayoría de los procesos metabólicos se deriva de las uniones de fosfato del adenosintrifosfato (ATP), fosfocreatina y compuestos similares. Además, las reacciones de fosforilación-defosforilación son cruciales para el metabolismo.

La leche humana contiene 6-7 veces menos fósforo que la leche de vaca, pero los niños absorben 85%-90% del fósforo en la leche humana y sólo 65%-70% de la leche de vaca.

La deficiencia de fósforo es casi inexistente en condiciones normales, dada la ubicuidad del mineral en los alimentos. Se ha observado una forma de raquitismo hipofosfatémico en niños prematuros alimentados exclusivamente con leche materna, ya que estos niños necesitan más fósforo que el aportado por esa leche para la mineralización de sus huesos (Rowe *et al.* 1979). También se ha producido deficiencia del mineral en pacientes que ingieren como antiácido hidróxido de aluminio por períodos prolongados de tiempo, ya que éste liga el fósforo de la dieta y no permite su absorción (Lotz *et al.* 1968). Esta deficiencia produce desmineralización de los huesos, debilidad, anorexia, dolores óseos y malestar general.

Fuentes alimentarias

Casi todos los alimentos contienen cantidades nutricionalmente importantes de fósforo, especialmente los alimentos ricos en proteínas y los cereales. En varios países alrededor de 50% del fósforo dietético proviene de leche y productos lácteos, carne, aves y pescado, y otra proporción substancial viene de aditivos agregados a productos procesados. Las leguminosas de grano, nueces y varias verduras también son buenas fuentes de fósforo.

La mayoría de alimentos contienen más fósforo que calcio: 15 a 20 veces más en carnes, aves y pescados (excluidos los huesos), y alrededor de 2 veces más en huevos, cereales, leguminosas y nueces. Sólo la leche, quesos, hojas verdes y huesos tienen más calcio que fósforo.

Determinación y cálculo de requerimientos

Los requerimientos de fósforo no se conocen y las recomendaciones dietéticas son un tanto arbitrarias.

Recomendaciones nutricionales

Se ha considerado que una dieta que provea cantidades equivalentes de calcio y fósforo y que se ingiera en cantidades suficientes para satisfacer las necesidades de calcio, también satisfará las de fósforo (FAO/WHO 1962; Food and Nutrition Board 1989; Department of Health (UK) 1991). Una de las diferencias entre algunos grupos de expertos estriba en recomendar cantidades equivalentes en términos de peso (Food and Nutrition Board 1989) o molaridad (Ministry of National Health and Welfare (Canadá) 1990; Department of Health (UK) 1991). El argumento en favor de esto último es que el calcio y fósforo se encuentran en el cuerpo humano en cantidades aproximadamente equimolares. Otra diferencia es recomendar proporciones dietéticas de calcio a fósforo de 1,3:1 para niños menores de seis meses, y 1,2:1 en el segundo semestre de edad, basado en la proporción de los dos minerales en la leche de vaca (durante el primer semestre) y en un mayor aumento gradual en la ingestión de fósforo a medida que se introducen otros alimentos en la dieta (Food and Nutrition Board 1989).

Nos parece más racional el uso de las proporciones molares, así como la ingestión de una mayor proporción de calcio que fósforo en el primer año de edad. Por lo tanto, sugerimos las cifras que se muestran en el cuadro 17, calculadas a partir de las recomendaciones de calcio. Las recomendaciones para menores de seis meses son para niños alimentados con sucedáneos de leche humana. La recomendación para lactantes amamantados en forma exclusiva es de 125 mg/día, dada la mayor absorción de fósforo de la leche humana.

3.8.3 Magnesio

El cuerpo de un adulto contiene 20-28 g de magnesio, 60% del cual está en los huesos, cerca de 40% en músculos y tejidos blandos, y 1% en los fluidos extracelulares. Juega un papel fundamental en numerosas reacciones enzimáticas esenciales para la vida, que incluyen los procesos biosintéticos mediados por el complejo Mg-ATP, la transferencia de grupos fosfato, la oxidación de ácidos grasos, y la síntesis y degradación del ADN. El magnesio extracelular puede actuar en forma sinérgica o antagónica con el calcio para mantener el potencial eléctrico de las membranas de nervios y músculos, y para la transmisión de impulsos a través de las uniones neuromusculares.

No hay informes de deficiencia primaria (o dietética) de magnesio y sólo se ha producido experimentalmente en un estudio con pacientes con cáncer oral (Shils 1969). Los síntomas incluyeron náusea, debilidad muscular, alteraciones miográficas e irritabilidad.

La deficiencia de magnesio usualmente es secundaria a la malabsorción intestinal o diarrea profusa, desnutrición, alteraciones renales, o alimentación intragástrica o parenteral con mezclas deficientes en magnesio (Shils 1988).

Fuentes alimentarias

Casi todos los alimentos contienen magnesio, aunque es más abundante en dietas con predominio de verduras, leguminosas y cereales sin refinar, que en dietas a base de alimentos refinados, carnes y lácteos. Las principales fuentes son las nueces y los granos enteros de leguminosas y cereales sin moler. Más del 80% del magnesio de los cereales se pierde al degerminarlos y quitarles sus capas externas. Los vegetales verdes también son buenas fuentes de magnesio, mucho del cual está en la clorofila. Con excepción de los bananos, las frutas tienen poco magnesio, al igual que los alimentos de origen animal.

Determinación y cálculo de requerimientos

No se conocen los requerimientos de magnesio de lactantes y niños. Las recomendaciones nutricionales se basan en el mineral ingerido con la leche materna y en interpolaciones entre esas cifras y las recomendaciones para adultos, las cuales se derivan de estudios de balance de magnesio.

Recomendaciones nutricionales

La ingestión de magnesio por niños amamantados en forma exclusiva es de 5-6 mg/kg/día durante los primeros 6 meses. Si a esta cifra se agrega 25%, asumiendo una variación entre individuos de 12,5% (Food and Nutrition Board, 1989), y se aplican los pesos que se muestran en el cuadro 1 para cada grupo de edad, se obtienen las recomendaciones del cuadro 18. Esas RDD coinciden con las recomendadas en Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989). Las recomendaciones del Reino Unido son 30%-40% más altas durante el primer año (Department of Health (UK) 1991), y las Canadienses son 40%-45% más bajas, tanto para lactantes como preescolares (Ministry of Nat Health and Welfare (Canadá) 1990).

Cuadro 18
Recomendaciones dietéticas diarias de magnesio^a

Edad	Recomendaciones	
	mmol/d	mg/d
0 - 2,9 meses	1,3	30
3 - 5,9 meses	1,9	45
6 - 8,9 meses	2,3	55
9 - 11,9 meses	2,7	65
1 - 2,9 años	3,5	80
3 - 5,9 años	4,9	120

^a Fuente: Estados Unidos 1989 (FNB/NRC) y pesos en el cuadro 1

^b Aproximando a 0,1 mmol y múltiplos de 5 mg. 1 mmol=24.3 mg

3.8.4 Hierro

El cuerpo del adulto contiene alrededor de 4 g de hierro, 2/3 del cual forman parte de la hemoglobina, cuya función primordial es el transporte de oxígeno. El hierro también forma parte de la mioglobina y citocromos, que están involucrados en el almacenamiento y utilización celular de oxígeno, respectivamente, así como de diversos sistemas enzimáticos. Normalmente, 20%-30% del mineral se encuentra almacenado en el hígado, bazo y médula ósea, en forma de ferritina o hemosiderina, y una pequeña fracción está asociada con la proteína de transporte, transferrina.

La deficiencia de hierro es la causa principal de anemia nutricional. Produce una anemia microcítica, hipocrómica, muy común en niños y adultos. Los recién nacidos de madres con deficiencia de hierro tienen pocas reservas del mineral y están más propensos a desarrollar anemia que los niños nacidos de madres con buen estado nutricional de hierro.

Aparte de producir anemia, la deficiencia de hierro ha sido asociada con alteraciones del sistema inmunológico, apatía y bajo rendimiento escolar de niños, y disminución en la capacidad física de adultos.

El hierro hemínico, derivado principalmente de la hemoglobina y mioglobina, es absorbido en una proporción mucho mayor que el hierro inorgánico y casi no es afectado por otros componentes de la dieta. En cambio, la absorción del hierro inorgánico es menor en presencia de sustancias como los fitatos, taninos y ciertos tipos de fibra dietética, que lo ligan o forman complejos insolubles. Por el con-

trario, su absorción es favorecida por el ácido ascórbico y las proteínas animales. También es importante notar que el hierro de la leche humana se absorbe con una gran eficiencia, del orden de 50%, mientras que sólo se absorbe alrededor de 10% del de la leche de vaca.

Por otra parte, el hierro inorgánico se absorbe más cuando una persona tiene deficiencia o bajas reservas corporales del mineral, o cuando no es muy abundante en la dieta. Estas condiciones afectan muy poco la absorción del hierro hemínico.

Fuentes alimentarias

Las carnes son la principal fuente de hierro hemínico. Como otros componentes de la dieta casi no influyen en la absorción de este hierro, y el estado nutricional de hierro de la persona influye muy poco, su contribución para satisfacer los requerimientos se puede calcular determinando su contenido en los alimentos y asumiendo una absorción de 25% (FAO/WHO 1991).

El hierro no hemínico (también llamado inorgánico) se encuentra en leguminosas de grano, cereales, varias verduras y frutas, y productos lácteos. Para estimar en cuánto contribuye el hierro no hemínico para satisfacer los requerimientos, es necesario conocer la composición de la dieta y el estado férrico de la persona, ya que su absorción es muy variable, desde menos de 1% hasta más de 30%, dependiendo del alimento en sí y de los otros componentes de la comida que se ingieren junto con las fuentes de hierro, así como del estado nutricional de hierro del individuo.

Determinación y cálculo de requerimientos

Los requerimientos fisiológicos se han calculado en términos del hierro que se debe absorber, y luego se convierten en estimaciones de requerimientos dietéticos, teniendo en cuenta la biodisponibilidad del mineral en la dieta. Estos requerimientos asumen que la persona tiene reservas corporales adecuadas y consideran la cantidad de hierro necesaria para reponer las pérdidas normales del mineral, así como la cantidad que se debe retener durante el crecimiento o embarazo por el aumento de tamaño de los tejidos y de la masa de glóbulos rojos (FAO/WHO 1991).

En los dos primeros meses de vida hay una marcada reducción fisiológica de la concentración de hemoglobina sanguínea y un aumento proporcional de las reservas corporales, las cuales se movilizan posteriormente. Durante ese tiempo se absorbe muy poco hierro dietético, y la absorción aumenta y se torna muy importante cuando las reservas corporales de hierro se han reducido marcadamente (Dallman *et al.* 1980). Esto sucede entre los cuatro y seis meses de edad en niños

normales nacidos a término, y antes de eso en los prematuros y niños con bajo peso al nacer. Por ello no hay un requerimiento dietético de hierro durante el primer trimestre de vida en niños nacidos a término (FAO/WHO 1991).

Las pérdidas de hierro en lactantes y niños, debidas principalmente a la desca-mación de células gastrointestinales y cutáneas, no se han determinado con precisión, sino que se han calculado en base a su superficie corporal, usando como referencia las pérdidas del hombre adulto (Green *et al.* 1958).

El cuadro 19 muestra los requerimientos de hierro *que debe ser absorbido* (FAO/WHO 1991). Los lactantes y niños requieren mucho más hierro por kg de peso corporal que los adultos.

Cuadro 19
Requerimientos de hierro que debe ser absorbido^a

Edad	Requerimiento, percentil 95 ^b	
	mg/d	µg/kg/d
0 - 2,9 meses	c	c
3 - 11,9 meses	0,96	120
1 - 1,9 años	0,61	56
2 - 5,9 años	0,70	44
Hombre adulto	1,14	18

^a Fuente: FAO/WHO (1991)

^b Asumiendo 15% de variación en relación a la mediana

^c Las necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de la hemoglobina y la movilización de las reservas corporales

Los *requerimientos dietéticos* fueron definidos de dos maneras por un grupo internacional de expertos (FAO/WHO 1991), según el estado nutricional de hierro de las personas: requerimientos basales y requerimientos para evitar la anemia.

Los *requerimientos basales* son la cantidad de hierro dietético necesario para mantener un suministro normal del mineral a los tejidos, sin incluir un incremento apreciable del hierro de reserva, y para conservar todas las funciones evaluables clínicamente. Se aplican a personas con reservas corporales de hierro normales y que absorben alrededor de 40% del ascorbato ferroso administrado oralmente.

Los *requerimientos para evitar anemia* son la cantidad de hierro dietético necesario para evitar la reducción de la concentración de hemoglobina sanguínea por debajo de los límites normales sugeridos por la OMS (1968). Esto presupone bajas reservas corporales de hierro y una absorción de ascorbato ferroso y de hie-

ro dietético 50% mayor que la de personas sin deficiencia del mineral. Debido a esta mayor biodisponibilidad, las cantidades de hierro dietético requeridas son 2/3 de los requerimientos basales (cuadro 20). Según FAO/WHO (1991), los requerimientos para evitar anemia podrían ser una meta aceptable en muchas regiones.

Cuadro 20

Requerimientos y recomendaciones dietéticas diarias de hierro (μ /día) según FAO/OMS, consumiendo dietas con distinto grado de biodisponibilidad del mineral^a

Edad	Requerimiento		Recomendación ^b	
	Basal	Evitar anemia	Basal	Evitar anemia
0 - 2,9 meses	c	c	c	c
A. BIODISPONIBILIDAD BAJA				
3 - 11,9 meses	17	11	21	14
1 - 1,9 años	10	6,5	12	8
2 - 5,9 años	11	7,5	14	9
B. BIODISPONIBILIDAD INTERMEDIA				
3 - 11,9 meses	8,5	5,5	11	7
1 - 1,9 años	5	3,5	6	4
2 - 5,9 años	5,5	3,5	7	5
C. BIODISPONIBILIDAD ALTA				
3 - 11,9 meses	5,5	3,8	7	5
1 - 1,9 años	3,3	2,2	4	3
2 - 5,9 años	3,7	2,5	5	3

^a Fuente: FAO/WHO (1991). La biodisponibilidad baja, intermedia y alta asume 5%, 10% y 15% de absorción para necesidades basales, y 7%, 5%, 15% y 22.5% de absorción para evitar la producción de anemia.

^b Asumiendo 12.5% de coeficiente de variación, y agregando 25% al requerimiento.

^c Las necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de la hemoglobina y la movilización de las reservas corporales

Los requerimientos normativos, o sea la cantidad de hierro necesaria para las reservas corporales del mineral, no fueron calculados por el grupo de FAO/WHO, pero se estimó que serían alrededor de 50% más que los requerimientos basales (FAO/WHO 1991).

Los requerimientos dietéticos de hierro también se ven afectados por su biodisponibilidad, en función del tipo de hierro (hemínico o no hemínico) y de la presencia en la dieta de sustancias que favorecen o interfieren con la absorción del hierro no hemínico. Los expertos de FAO/OMS definieron tres tipos de dietas, cuyo hierro sería absorbido en alrededor de 5%, 10% y 15%, respectivamente, por personas con buen estado nutricional de hierro, o sea para llenar sus requerimientos "basales". Para satisfacer las necesidades definidas para "evitar anemia", el hierro de esas dietas se absorbería en alrededor de 7%, 5%, 15% y 22,5%, respectivamente. Esos tres tipos de dieta tienen las siguientes características:

Biodisponibilidad baja de hierro - Simples y monótonas, a base de cereales, raíces y tubérculos, con cantidades insignificantes de carne, pescado o fuentes de ácido ascórbico. Predominan alimentos tales como leguminosas y cereales ricos en sustancias que reducen la absorción del hierro inorgánico. Son comunes en las clases socioeconómicas más pobres de casi toda América Latina.

Biodisponibilidad intermedia de hierro - Con predominio de cereales, raíces y tubérculos, pero incluyen algunos alimentos de origen animal y fuentes de ácido ascórbico. Una dieta con biodisponibilidad "baja" de hierro puede convertirse en "intermedia" al aumentar su contenido de alimentos que favorecen la absorción de hierro. Lo mismo ocurre con dietas de biodisponibilidad "alta" cuando se consumen usualmente con inhibidores de la absorción de hierro, tales como abundante fibra dietética, café o té. Son comunes en la clase media de muchos países de América Latina.

Biodisponibilidad alta de hierro - Incluyen cantidades abundantes de carne, pollo, pescado o alimentos ricos en ácido ascórbico en la mayoría de las comidas. Son comunes en países con alto consumo de carne y en los grupos socioeconómicos altos de América Latina.

Recomendaciones nutricionales

Los niños normales nacidos a término pueden mantener durante 3 meses niveles adecuados de hemoglobina a partir de sus reservas corporales de hierro y el mineral aportado por la leche materna, leche de vaca o fórmulas infantiles. A partir de esa edad, el grupo de expertos de FAO/OMS recomienda que la dieta aporte las cantidades que se muestran en las dos últimas columnas del cuadro 20, las cuales equivalen a los requerimientos dietéticos más 25% para cubrir una variabilidad entre individuos de 12,5%, aunque admiten que posiblemente se haya sobrestimado los requerimientos de los niños menores de un año, pues algunos estudios sugieren una absorción más eficiente a esa edad (FAO/WHO 1991).

Somos de opinión que las recomendaciones dietéticas deben tener como meta cubrir las necesidades basales de hierro (penúltima columna del cuadro 20), y no únicamente evitar la aparición de anemia. Como el consumo de leche humana o de vaca usualmente es una parte substancial en la dieta de los lactantes, dada la biodisponibilidad de su hierro se podría recomendar una ingestión diaria de 7 mg del mineral entre los 3 y 12 meses de edad. Por otra parte, en Chile se usan fórmulas fortificadas que permiten la ingestión de 10 mg de hierro al día, con lo que han prevenido la anemia ferropénica.

Muchos niños latinoamericanos entre seis y doce meses de edad tienen dietas con un alto contenido de cereales y otros vegetales que podrían reducir la biodisponibilidad del hierro dietético a cerca de 10%. En base a ello y a las características sanitarias de muchos lugares de América Latina que predisponen a altas tasas de morbilidad diarreica, se considera más oportuno recomendar para todos los niños de esa edad 10 mg Fe/día, mientras no se corrobore que la ingestión de 7 mg diarios es adecuada en nuestra Región. Esta cifra se aplica tanto a lactantes cuyas dietas contienen primordialmente alimentos vegetales como animales.

Después de cumplir un año, se puede asumir que las dietas con buena biodisponibilidad de hierro continúan permitiendo una absorción de alrededor de 10% y que las que tienen un predominio de alimentos vegetales permiten la absorción de 7,5% del mineral. En el primer caso, la recomendación de hierro dietético (7 mg/día) es menor que antes del año de edad (cuadro 21), ya que la expansión del volumen sanguíneo y, por ende, la necesidad de hierro, disminuye al reducirse la velocidad de crecimiento del niño. Con una biodisponibilidad de 7,5%, la RDD hasta los cinco años continúa siendo 10 mg/día (cuadro 21).

3.8.5 Zinc

El cuerpo del adulto contiene alrededor de 2 g de zinc, mucho del cual está en los huesos y músculos. Forma parte de numerosas metaloenzimas importantes para el metabolismo de proteínas, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos, y es necesario para el crecimiento normal. También es importante para la actividad de los fotorreceptores en la retina, y forma parte de la proteína salivar, gustina, que estimula las papilas gustatorias.

La deficiencia de zinc produce retraso del crecimiento, pérdida de apetito, alteraciones cutáneas y anomalías inmunológicas. También ha sido asociada con hipogonadismo en hombres, reducción de la sensibilidad gustatoria y olfatoria, ceguera nocturna y alteraciones en la cicatrización de heridas.

De una manera similar al hierro, las cantidades pequeñas del mineral son mejor absorbidas que las grandes, y las personas con deficiencia de zinc lo

absorben más eficientemente. Asimismo, las concentraciones altas de fibra y fitatos en la dieta reducen su biodisponibilidad, mientras que algunos péptidos y aminoácidos la aumentan. Esto hace que la absorción de zinc en dietas de distinta composición varíe desde 2% hasta 38% (Sandström *et al.* 1980; Sandström, Cederblad 1980). Por otra parte, el zinc de la leche humana es mejor absorbido que el de la leche de vaca.

Cuadro 21

Recomendaciones dietéticas diarias de hierro propuestas para niños de América Latina (1 mmol=55,9 mg)

Edad	Dieta variada, con leche humana o de vaca		Dieta predominantemente vegetal	
	mmol/d	µg/d	mmol/d	µg/d
0 - 2,9 meses	—	— ^a	—	— ^a
3 - 5,9 meses	0,18	10 ^{b,c}	0,20	11 ^d
6 - 11,9 meses	0,18	10 ^c	0,20	11 ^d
1 - 2,9 años	0,12	7 ^e	0,16	9 ^f
3 - 5,9 años	0,12	7 ^e	0,18	10 ^f

^a Las necesidades de hierro se satisfacen por la disminución fisiológica de la hemoglobina y la movilización de las reservas corporales.

^b Para niños que consumen fórmulas infantiles o leche de vaca. Para niños amamantados la recomendación podría ser de 4,5 mg o 0,08 mmol/d (Dept of Health, UK 1991).

^c Basado en la experiencia chilena, similar a una biodisponibilidad de 10%.

^d Se asume que antes de un año de edad, la dieta incluye cierta cantidad de leche humana o de vaca, lo que corresponde a una biodisponibilidad intermedia (10%) de hierro según FAO/WHO (1991)

^e Biodisponibilidad intermedia de hierro (10%)

^f Biodisponibilidad intermedia baja de hierro (7,5%)

Fuentes alimentarias

Las mejores fuentes de zinc, por su contenido y biodisponibilidad, son la carne, hígado, huevos y mariscos, especialmente las ostras. Los cereales tienen cierta cantidad del mineral, pero su biodisponibilidad es relativamente baja; además, el proceso de refinamiento reduce hasta en 75% su contenido de zinc.

El contenido de zinc en la leche humana tiende a disminuir a medida que la lactancia progresa, y su concentración a los seis meses es cerca de la mitad de lo que era al mes de lactancia (Vuori y Kuitunen 1979; Lönnnerdal 1989).

Determinación y cálculo de requerimientos

Los requerimientos durante el primer trimestre de vida se han calculado a partir del zinc ingerido por niños amamantados que han crecido bien (Food and Nutrition Board 1989; Food and Nutr Res Inst 1989; Min of Nat Health and Welfare 1990). También se han calculado por métodos factoriales, estimando el contenido de zinc en los tejidos de crecimiento, las pérdidas diarias por el tracto gastrointestinal, orina y piel, y la absorción intestinal (Dept of Health (UK) 1991). Para niños alimentados con fórmulas infantiles, se han hecho ajustes por la menor biodisponibilidad del zinc, comparado con la leche humana.

Los requerimientos de lactantes mayores se han calculado por el método factorial y por el consumo de zinc en fórmulas y otros alimentos. Para preescolares, se han calculado a partir de las pérdidas basales de adultos, las necesidades para tejidos en crecimiento, y la absorción intestinal (Department of Health 1991), o de estudios de balance de zinc en niños preadolescentes (Food and Nutr. Board 1989).

Un grupo de expertos de FAO/OMS recientemente estimó que los *requerimientos basales* (para evitar alteraciones clínicas) de preescolares eran 49 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$, y los *requerimientos normativos* (para mantener reservas corporales adecuadas) eran 69 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{día}$, con coeficientes de variación de 12,5% (Asfour *et al.* 1977).

Recomendaciones nutricionales

Además de los coeficientes de variación en los requerimientos, las recomendaciones deben considerar la biodisponibilidad del zinc en la dieta. El cuadro 22 muestra los cálculos hechos en base a lo estimado por el grupo de FAO/OMS (Calloway *et al.* 1992) y las recomendaciones hechas en los últimos años por grupos de expertos en varios países (Food and Nutr Board 1989; Food and Nutr Res Inst 1989; Ministry of Nat Health and Welfare 1990; Dept of Health (UK) 1991).

Se propone usar los cálculos basados en lo estimado por FAO/OMS como las RDD de niños con dietas que habitualmente tienen una biodisponibilidad alta de zinc (absorción del orden de 30%). Para niños con dietas basadas primordialmente en alimentos vegetales, ricas en fibra y fitatos, se proponen las recomendaciones de la última columna del cuadro 22, que son 50% mayores para compensar por la reducción en biodisponibilidad.

Cuadro 22
Recomendaciones dietéticas diarias de zinc propuestas
para niños de América Latina, mg/día^a

	FAO/ OMS 1992 ^b	Canadá 1990	Reino Unido 1991	Filipinas 1989	Estados Unidos 1989	Sugerencia actual ^c	
						A	B
0 - 2,9 meses	2 (1,3) ^d	3 (2)	4 (2)	5 (2)	5 (2)	2 (1,3)	3
3 - 5,9 meses	3	3	4	5	5	3	5
6 - 8,9 meses	4	3	5	5	5	4	6
9 - 11,9 meses	4	3	5	5	5	4	6
1 - 2,9 años	5	4	5	7	10	5	8
3 - 5,9 años	7	5	6	7	10	7	10

a Fuentes: Calculado de FAO/OMS (1995), citado por Calloway et al (1992); Canadá (Ministry of National Health 1990); Reino Unido (Dept of Health 1991); Filipinas (FNRI 1989); Estados Unidos (FNB/NRC 1989)

b Calculado así: $\{[\text{requerimiento normativo (69 } \mu\text{g/kg/día)} + 2 \text{ veces coef. variación (25\%)}] / \text{absorción (20\%)}\} \times \text{peso (kg en cuadro 1)}$.

c A: Dieta con abundantes alimentos de origen animal. B: Dieta con predominio de alimentos vegetales.

d Entre paréntesis: recomendación con lactancia materna exclusiva

3.8.6 Yodo

El yodo es un nutriente esencial que forma parte de las hormonas tiroideas, tiroxina y triyodotironina. El cuerpo del adulto contiene 10-50 μg de yodo, 70-90% del cual está en la glándula tiroides, ligado a la tiroglobulina.

Los requerimientos de este mineral son muy pequeños, ya que el yodo que se secreta al tubo digestivo es totalmente reabsorbido y la dieta sólo debe reponer lo poco que se excreta por la orina. Aún así, la deficiencia de yodo es común en países donde no se fortifica algún vehículo alimentario -generalmente la sal común-, pues muchas dietas no contienen este mineral (Koutras 1986).

La deficiencia de yodo produce un aumento del tamaño de la glándula tiroides, que cuando afecta a una proporción grande de población es llamado bocio endémico. La deficiencia grave de yodo en mujeres embarazadas resulta en una deficiencia grave en sus hijos recién nacidos que, si no se trata pronto con yodo suplementario, puede dar origen a cretinismo o trastornos serios en el crecimiento físico y desarrollo mental de los niños.

Fuentes alimentarias

Las principales fuentes alimentarias de yodo son los mariscos, peces marinos y algas marinas. El contenido de yodo de otros productos animales, como carnes, huevos y leche, y de diversos productos vegetales es muy variable, dependiendo de las características químicas de la tierra y el agua, fertilizantes usados, alimentación de los animales y procesamiento de alimentos para humanos.

Algunas fuentes adventicias pueden contribuir con yodo a las dietas, tales como los desinfectantes yodados que se usan en la industria lechera, ciertos aditivos y "contaminantes" en alimentos procesados o envasados, y los yodatos usados en algunos lugares para oxidar la masa para hacer pan.

La fuente más común de yodo en casi todos los países de América Latina es la sal común (cloruro de sodio) fortificada con este mineral en forma de yodato o yoduro.

Entre 20% y 60% del yodo dietético se puede perder durante la cocción, ebullición o asado de los alimentos.

Determinación y cálculo de requerimientos

No se conoce con precisión los requerimientos de yodo de lactantes y niños preescolares, sino que se han estimado de la ingestión de yodo de lactantes sanos y por extrapolaciones de los requerimientos de los adultos.

Recomendaciones nutricionales

Las recomendaciones para lactantes menores de cuatro meses se han estimado a partir de la cantidad de yodo en la leche materna de niños sanos que no han tenido deficiencia del mineral. Para lactantes mayores y preescolares, se han extrapolado de las recomendaciones para adultos.

Aunque hay pequeñas diferencias en las cifras recomendadas por diversos comités de expertos, coinciden aproximadamente con las que se muestran en el cuadro 23, basadas en las recomendaciones del comité de Estados Unidos (Food and Nutrition Board 1989).

3.8.9 Cobre

El cobre forma parte de varias metaloenzimas que catalizan reacciones de óxido-reducción involucradas en eritropoyesis, formación de tejidos conectivos,

síntesis de catecolaminas y fosforilación oxidativa. La deficiencia dietética de cobre es sumamente rara en condiciones normales, y generalmente es iatrogénica, como en casos de alimentación parenteral prolongada con soluciones sin cobre, o secundaria a alteraciones renales, gastrointestinales o hipoproteinemia grave.

Cuadro 23
Recomendaciones dietéticas diarias de yodo^a

Edad	micromol/d	µg/día
0 - 5,9 meses	0,3	40
6 - 11,9 meses	0,4	50
1 - 3,9 años	0,6	70
4 - 5,9 años	0,7	90

^a Fuente: Estados Unidos (FNB/NRC 1989). 1 micromol = 127 µg

La deficiencia de cobre en niños desnutridos aparentemente produce anemia, neutropenia y desmineralización de los huesos (Cordano *et al.* 1964), y puede interferir con el crecimiento de niños bajo tratamiento por desnutrición proteínico-energética (Castillo Durán, Uauy 1988).

Algunos estudios han sugerido una relación entre dietas bajas en cobre y alteraciones en la tolerancia a la glucosa, elevación del colesterol plasmático y anomalías cardíacas, pero otros estudios no lo han confirmado.

Fuentes alimentarias

Las mejores fuentes son las vísceras, particularmente el hígado, seguidas por los mariscos, nueces y diversas semillas. La leche de mujeres bien nutridas contiene cantidades importantes del mineral, aunque decaen de 0,6 a 0,2 mg/litro en los primeros 6 meses de lactancia (Vuori, Kuitunen 1979). La leche de vaca, en cambio, contiene alrededor de 0,1 mg/litro.

Algunas fuentes adventicias pueden hacer contribuciones importantes del mineral que se ingiere, como el agua con cierta acidez que circula por tuberías de cobre y los fungicidas con cobre que se usan en agricultura.

Determinación y cálculo de requerimientos

No hay información adecuada sobre los requerimientos de cobre en niños, aunque un grupo de expertos de FAO/OMS sugirió recientemente un *requerimiento normativo* para preescolares de 0,23 mg/día, con un coeficiente de variación de 15% (FAO/WHO 1995; Asfour *et al.* 1977).

Recomendaciones nutricionales

Para lactantes se han estimado a partir de la ingestión de cobre de niños amamantados en forma exclusiva, que crecen bien sin manifestaciones de deficiencia (Food and Nutrition Board 1989), o en forma factorial basada en estimaciones del contenido tisular de cobre, pérdidas endógenas y absorción intestinal (Department of Health (UK) 1991). Para preescolares se han hecho extrapolaciones basadas en el peso corporal (Dept of Health (UK) 1991).

Los cálculos factoriales para adultos, basados en la eficiencia de absorción de cobre y en las pérdidas cutáneas y urinarias, dan cifras que sobrepasan la ingestión de muchas personas que no muestran alteraciones bioquímicas ni clínicas (Food and Nut Board 1989). Ante ello, en Estados Unidos se han hecho recomendaciones de "niveles de ingesta libres de riesgo", basadas en la ingestión habitual de cobre en poblaciones sanas de adultos y niños (Food and Nutr Board 1991).

Mientras se publican las últimas recomendaciones internacionales, se sugiere aceptar las sugeridas por el comité de expertos del Reino Unido (Dep of Health 1991), que son 0,3 mg, 0,4 mg y 0,6 mg/día, respectivamente para niños menores de un año, de 1 año a 3,9 años, y de 4 años a 5,9 años.

Para alcanzar esas ingestiones en lactantes que no son amamantados, la Academia Americana de Pediatría (American Academy of Pediatrics 1985) ha recomendado que las fórmulas infantiles se fortifiquen para proveer 60 mg de cobre/100 kcal (72 µg/500 kJ), equivalente a alrededor de 0,4-0,5 mg/litro.

3.8.10 Selenio

El selenio forma parte de la enzima glutatión-peroxidasa, la cual evita la producción de radicales libres oxigenados que oxidan los ácidos libres poliinsaturados, inclusive los de las membranas celulares. Esta función antioxidante del selenio está relacionada con la de la vitamina E.

La deficiencia de selenio está asociada con la cardiomiopatía llamada enfermedad de Keshan. Aunque se ha propuesto que un virus cardiotóxico está involu-

crado, parece que la deficiencia de selenio predispone a esta enfermedad (Yang *et al.* 1988). En pacientes con alimentación parenteral libre de selenio se ha producido debilidad y molestias musculares.

Fuentes alimentarias

Los mariscos, hígado y riñones son las mejores fuentes de selenio. Las carnes y pescados marinos están en segundo lugar. Los cereales, leguminosas de grano y diversas semillas contienen cantidades muy variables del mineral, dependiendo de las características químicas de la tierra en que crecen. Las frutas y verduras usualmente contienen muy poco selenio.

Se han encontrado concentraciones de selenio en leche humana de 15-20 $\mu\text{g/litro}$ en Estados Unidos, y 6-8 $\mu\text{g/litro}$ en Finlandia y Nueva Zelanda.

Determinación y cálculo de requerimientos

Se ha estimado los requerimientos de selenio de adultos por la respuesta enzimática a la suplementación con dosis progresivas, en hombres con deficiencia dietética del mineral (Yang *et al.* 1988). Los requerimientos de niños no se conocen y se han extrapolado de los datos para adultos, en base al peso corporal.

Recomendaciones nutricionales

Las recomendaciones para niños se han calculado a partir de las de adultos, más una cantidad arbitrariamente estimada para el crecimiento. El cuadro 24 muestra las cifras recomendadas por comités de expertos de Estados Unidos (Food and Nutr Board 1989) y el Reino Unido (Dept of Health 1991), basados en 1,2-2,0 $\mu\text{g/kg/día}$.

3.9 Otros oligoelementos

Otros minerales participan en importantes reacciones metabólicas pero no ha sido posible determinar con exactitud sus requerimientos en humanos. Se han hecho algunos estudios experimentales en adultos, usando técnicas de balance metabólico o de depleción, pero es difícil hacer una cuantificación precisa de los requerimientos debido a las pequeñas cantidades involucradas y a la contaminación adventicia de los alimentos, agua y excretas con algunos de esos oligoelementos. También se ha hecho algunas observaciones en pacientes con alimentación parenteral prolongada y en niños prematuros.

Cuadro 24
Recomendaciones dietéticas diarias de selenio^a

Edad	Estados Unidos		Reino Unido	
	micromol/d	µg/d	micromol/d	µg/d
0 - 2,9 meses	0,1	10	0,1	10
3 - 5,9 meses	0,2	13	0,1	10
6 - 8,9 meses	0,1	10	0,2	15
9 - 11,9 meses	0,1	10	0,2	15
1 - 2,9 años	0,2	15	0,3	20
3 - 5,9 años	0,3	20	0,3	20

^a Fuentes: Estados Unidos (FNB/NRC 1989), Reino Unido (Dept of Health 1991). 1 micromol = 79 µg

Algunos comités nacionales de expertos han hecho recomendaciones tentativas, generalmente como intervalos de valores en vez de cifras específicas. Esas recomendaciones no siempre coinciden; por ejemplo, las ingestiones diarias de manganeso, cromo y molibdeno sugeridas para lactantes y preescolares en el Reino Unido (Dept of Health 1991) son entre tres y ocho veces menores que las sugeridas en Estados Unidos (Food and Nutr Board 1989).

Ante ello, hemos combinado las cifras más bajas y más altas propuestas recientemente por los comités de expertos de esos dos países, para establecer un intervalo de valores tentativamente sugeridos como RDD para niños de cero a cinco años. Esos intervalos se muestran en el cuadro 25. A continuación se hace una breve descripción de la importancia metabólica de esos oligoelementos y de otros para los que no se ha estimado ni siquiera un intervalo de RDD.

Cuadro 25
Intervalos de recomendaciones tentativas para varios oligoelementos^{a,b}

Edad	Manganeso mg/d	Flúor mg/d	Cromo µg/d	Molibdeno µg/d
0 - 5,9 meses	0,1 - 0,6	0,1 - 0,5	3 - 40	5 - 30
6 - 11,9 meses	0,1 - 1,0	0,2 - 1,0	4 - 60	10 - 40
1 - 2,9 años	0,2 - 1,5	0,5 - 1,5	6 - 80	15 - 50
3 - 5,9 años	0,3 - 2,0	1,0 - 2,5	10 - 120	20 - 75

^a Combinando los valores mínimo y máximo de intervalos propuestos en Estados Unidos (FNB/NRC 1989) y el Reino Unido (Dept of Health 1991). Algunas cifras fueron aproximadas a múltiplos de 5.

^b Para convertir en unidades molares (SI), 1 mmol equivale a: 55 mg Mn, 19mg Fe, 52 mg Cr, 95.9 mg Mb.

3.9.1 Manganeseo

El cuerpo de un adulto contiene 12-20 mg de manganeseo (Mn), la mayoría intracelular. Alrededor de 25% forma parte de los huesos.

El Mn se encuentra en las metaloenzimas mitocondriales piruvato-carboxilasa y superóxido-dismutasa. También actúa como activador no específico de otras enzimas, tales como decarboxilasas, hidrolasas y kinasas. Aunque su deficiencia ha producido diversas alteraciones en animales de laboratorio, en humanos sólo se ha producido experimentalmente dos veces y sin manifestaciones clínicas muy claras (Anónimo 1988).

Las principales fuentes alimentarias de Mn son los cereales y sus productos, y en segundo término, varias frutas y verduras. Sin embargo, no se conoce el grado de su biodisponibilidad. Los productos lácteos, incluyendo la leche humana, contienen muy poco Mn.

3.9.2 Fluor

Se encuentra en el cuerpo humano fundamentalmente como fluorapatita de calcio en dientes y huesos. Es esencial para la integridad del esmalte dentario y protege contra las caries. También parece jugar un papel en la mineralización ósea.

El flúor se encuentra en cantidades minúsculas pero muy variables en la tierra, fuentes de agua y alimentos animales y vegetales. La mayoría de las aguas contienen de 0,05 a 1,5 ppm (mg/litro), aunque algunas fuentes tienen 3 o más ppm y su consumo habitual puede llevar a la producción de fluorosis. Las fuentes dietéticas más ricas en flúor son el té y los peces marinos que se consumen con todo y huesos, como las sardinas (Walters *et al.* 1983). Su contenido en verduras, cereales, frutas y carnes generalmente oscila entre 0,2 y 1,5 ppm (mg/kg).

En varios lugares donde hay deficiencia de flúor existen programas de fluoruración del agua, y en Centroamérica se está explorando la posibilidad de fortificar la sal común con fluoruros (INCAP 1993).

3.9.3 Cromo

La función fisiológica principal del cromo es como un cofactor que potencia la acción de la insulina (Mertz 1969). También se le ha atribuido funciones en el metabolismo de lipoproteínas, mantenimiento de la estructura de ácidos nucleicos y expresión genética.

Existen informes de tres pacientes con alimentación parenteral prolongada y deficiencia de cromo, quienes desarrollaron resistencia a la insulina y neuropatía central o periférica. También se ha informado sobre alteraciones en la tolerancia a la glucosa que responden a la administración de cromo en niños desnutridos y algunos pacientes con diabetes moderada. Sin embargo, no hay evidencia de que la deficiencia de cromo participe en la etiología de la diabetes mellitus (Int Program on Chemical Safety/WHO 1988).

Los datos sobre el cromo en los alimentos publicados antes de 1980 deben ser evaluados con cautela debido al uso de técnicas analíticas inadecuadas y a la posible contaminación con el mineral (Dep of Health (UK) 1991). Las principales fuentes son la levadura de cerveza, carnes, cereales integrales, leguminosas de grano y nueces.

3.9.4 Molibdeno

El molibdeno (Mo) forma parte de varias enzimas, como las oxidasas de xantina, aldehídos y sulfitos, que están involucradas en el metabolismo del ácido deoxiribonucleico y de sulfitos (Rajagopalan 1988).

Un paciente con alimentación parenteral prolongada desarrolló intolerancia a aminoácidos, excreción urinaria elevada de xantinas y sulfitos, irritabilidad y coma, que cedieron con la administración de Mo. También se ha informado sobre un raro error congénito del metabolismo con una deficiencia de sulfito-oxidasa y xantino-dehidrogenasa, debido a la falta de un cofactor de Mo, la molibdopterina. Estos pacientes tienen serias alteraciones neurológicas, dislocación del cristalino y retraso mental (Rajagopalan 1988).

Numerosos alimentos contienen pequeñas cantidades de Mo, pero su concentración varía dependiendo de las condiciones del suelo en que fueron cultivados, el agua para riego y el agua bebida por los animales. Los alimentos que parecen contribuir más Mo en la dieta en los Estados Unidos son la leche, frijoles, panes y cereales (Food and Nutrition Board 1989). En ese país, la ingestión de agua de la mayoría de las fuentes públicas aporta entre 2 y 8 $\mu\text{g}/\text{día}$ de Mo. La leche humana contiene muy poco Mo, proveyendo alrededor de 1,5 $\mu\text{g}/\text{día}$ (Casey CE y Neville MC 1987).

3.9.5 Cobalto

El cobalto es parte constitutiva de la vitamina B12. Aunque la deficiencia de este mineral se ha demostrado en rumiantes que dependen grandemente de su flora bacteriana para la síntesis de la vitamina, no hay evidencia de que el cobalto sea un factor limitante en la dieta de los humanos (Smith 1987).

3.10 Otros minerales

Hay una variedad de otros minerales cuya esencialidad para humanos no se ha logrado probar, pero se puede sospechar por los resultados de estudios en otras especies animales o, como el cobalto, porque forman parte constitutiva de sistemas enzimáticos. Sin embargo, no se ha demostrado que su deficiencia produzca alteraciones en los humanos y no existe información que permita hacer recomendaciones nutricionales, aunque sea en forma tentativa (Food and Nut Board 1989; Dep of Health (UK) 1991). Tales minerales incluyen al arsénico, boro, cadmio, estaño, litio, níquel, plomo, sílice y vanadio (Food and Nut Board 1989).

3.10.1 Sodio, potasio y cloruros

Aunque estos elementos son minerales, usualmente se les clasifica por separado como "electrolitos", debido a sus funciones en la actividad eléctrica de las células, los potenciales eléctricos de las membranas celulares y la regulación del equilibrio ácido-básico. Tienen, además, otras funciones esenciales para la vida y la salud, que incluyen la regulación de la distribución de líquidos intra y extracelulares, la transmisión de los impulsos nerviosos, el control de la contracción de músculos esqueléticos y cardíacos, el mantenimiento de la presión arterial normal, y la producción de jugo gástrico.

No obstante su gran importancia y el hecho que deben ser ingeridos con los alimentos y bebidas, muchas veces se les excluye de los listados de nutrientes.

Debido a los mecanismos fisiológicos de regulación del sodio, potasio y cloruros en el organismo y a la ubicuidad de estos elementos en los alimentos, bajo condiciones normales no se producen deficiencias dietéticas. Hay algunos informes de reducción en la ganancia de peso de niños alimentados con dietas experimentales, a las que inadvertidamente no se había agregado sodio y potasio. La principal causa de deficiencia de electrolitos, que se produce de forma aguda y debe ser resuelta en forma inmediata con dosis terapéuticas, son las pérdidas por diarrea y vómitos.

Fuentes alimentarias

El sodio se encuentra en todos los alimentos. Su contenido en la leche humana (alrededor de 180 mg u 8 mmol/litro) y de otras especies (alrededor de 750 mg ó 33 mmol/litro de leche de vaca) permite satisfacer las necesidades de lactantes y preescolares. En América Latina, la sal común (cloruro de sodio, NaCl, con 39% de sodio) y los alimentos y bebidas que contienen diversas sales de sodio son la fuentes principales de este elemento para niños destetados y adultos. Estudios en

adultos de Gran Bretaña (Sanchez-Castillo *et al.* 1987; Sanchez-Castillo, Warrender, *et al.* 1987), indicaron que sólo 10% del sodio ingerido era parte del contenido natural de los alimentos, mientras que 75% provenía de la sal agregada durante el procesamiento y fabricación de los alimentos, y 15% de la sal agregada al cocinar o en la mesa.

El potasio es más abundante que el sodio en los alimentos naturales. Las principales fuentes dietéticas son la leche y los alimentos no procesados, especialmente frutas, numerosas verduras y carnes frescas. La leche humana contiene alrededor de 525 mg (13,5 mmol)/litro, y la de vaca alrededor de 1,400mg (36 mmol)/litro.

La mayor parte del cloro en la dieta proviene de la sal común (que contiene 61% de Cl), y una pequeña parte del cloruro de potasio (que contiene 48% de Cl). Sus fuentes dietéticas son las mismas que las del sodio, especialmente los alimentos procesados. La leche humana contiene alrededor de 350 mg (10 mmol)/litro, y la de vaca alrededor de 1,050 μ g (30 mmol)/litro.

Determinación y cálculo de requerimientos

Es difícil establecer los requerimientos de sodio, potasio y cloro, debido a que deben compensar las pérdidas a través de la piel, riñones e intestino, las cuales varían grandemente. Entre los factores de esta variabilidad están las condiciones climatológicas, el tipo, intensidad y duración de la actividad física, las condiciones ambientales bajo las que se hace esa actividad, y la frecuencia con que se excretan heces acuosas voluminosas. La aclimatación y el entrenamiento físico reducen la sudoración, y las pérdidas excesivas por la piel y el tracto gastrointestinal tienden a ser compensadas por una mayor retención renal, sobre todo en el caso del sodio por acción de la aldosterona. Los mecanismos renales compensan las pérdidas excesivas de potasio con menos eficiencia que las de sodio.

El cuadro 26 muestra las estimaciones de los requerimientos mínimos calculados para niños sanos que viven bajo condiciones que inducen poca sudoración. Para el sodio, las estimaciones hechas para Estados Unidos (Food and Nut Board 1989) en base a 1 mmol (23 mg)/kg/día, son similares a las del Reino Unido (Dep of Health 1991), que asumen una reducción gradual con la edad de 1,4 a 0,7 mmol (32 a 16 mg)/kg.

Para el potasio, el comité estadounidense usó como base 2 mmol (78 μ g)/100 kcal/día para lactantes y preescolares, y los británicos una reducción gradual con la edad de 2.3 a 0,8 mmol (90 a 31 mg)/kg. Esto resulta en cifras más altas para los Estados Unidos del orden de 70% para lactantes de 6 a 12 meses, y 150% para preescolares (15, Dep of Health (UK) 1991).

Cuadro 26
Requerimientos mínimos de electrolitos estimados para niños sanos,
que no sudan excesivamente, mg/día^a

Edad	Sodio		Potasio		Cloro	
	EUA	RU	EUA	RU	EUA	RU
0 - 2,9 meses	120	140	500	400	180	210
3 - 5,9 meses	120	140	500	400	180	210
6 - 8,9 meses	200	200	700	400	300	300
9 - 11,9 meses	200	200	700	450	300	300
1 - 2,9 años	250	200	1200	450	400	300
3 - 5,9 años	300	250	1400	550	500	400

^a Fuentes: Estados Unidos, EUA (FNB/NRC 1989), y Reino Unido, RU (Dept of Health 1991). 1 mmol = 23mg Na, 39.1 mg K, 35.5 mg Cl

Para los requerimientos de cloro, ambos comités aceptaron cifras equimolares a las de sodio, donde 1 mmol Cl = 35,5 mg, y 1 mmol Na = 23 mg, equivalente a una proporción en peso de Cl a Na de aproximadamente 1,5 a 1.

Recomendaciones nutricionales

Es difícil proponer recomendaciones dietéticas universales de sodio, potasio y cloruros. Los requerimientos mínimos que se muestran en el cuadro 26 pueden servir de base, ajustándolos cuando sea necesario a las condiciones climatológicas y de ejercicio, así como a la frecuencia e intensidad de los períodos de diarrea tan comunes en muchos grupos de niños de América Latina.

Dadas las altas tasas de desnutrición en América Latina y las necesidades de potasio para sintetizar la masa magra que estos niños deben reponer, creemos que es más conveniente usar como punto de partida los requerimientos de potasio sugeridos por el comité de expertos de Estados Unidos (cuadro 26).

3.11 Resumen y conclusiones

Muchas de las recomendaciones dietéticas diarias para niños de cero a cinco años de edad se basan en estimaciones teóricas o en extrapolaciones de datos experimentales obtenidos en adultos y niños mayores. Esas estimaciones siempre se han hecho en forma cautelosa para evitar deficiencias nutricionales, y los

resultados de observaciones, encuestas y estudios epidemiológicos demuestran que lo han logrado. Sin embargo, la recomendación innecesariamente alta de ciertos nutrientes puede tener serias consecuencias prácticas y económicas, entre las cuales se debe destacar las siguientes:

- Dificultad (y en algunos países, imposibilidad) de satisfacer las RDD con alimentos locales en su forma natural, lo cual puede llevar a una innecesaria y costosa importación o fortificación de alimentos.
- Abandono o disminución del consumo de algunos alimentos que supuestamente son incapaces de llenar las RDD.
- Cambios de actitud y consejos inadecuados por parte de pediatras, promotores de salud y otras personas que pueden influir en los hábitos alimentario-nutricionales de las madres.
- Políticas agropecuarias que favorecen la producción de ciertos alimentos y reducen los incentivos para producir otros con el propósito de alcanzar metas nutricionales que se basan en las RDD.

Ante ello, es importante promover las investigaciones tendientes a obtener mejor información sobre los requerimientos nutricionales de niños y revisar periódicamente aquellas recomendaciones que han sido estimadas en forma teórica, dando siempre un margen adecuado de seguridad para toda la población.

Por otra parte, se debe estar atentos a nuevos hallazgos científicos que demuestren la esencialidad de algunos componentes de la dieta, o factores que influyan en su biodisponibilidad, o funciones metabólicas de algunos nutrientes hasta ahora no conocidas ni bien establecidas. Esto también debe dar origen a revisiones periódicas de las RDD.

Mientras tanto, en base a la información científica actualmente disponible y a los análisis hechos por diversos grupos de expertos en la materia, se sugiere como RDD para niños de América Latina, las que se resumen en los cuadros 27 a 29, con datos adicionales para algunos nutrientes en los cuadros 4, 25 y 26.

Al recomendar dietas que satisfagan las recomendaciones dietéticas, se debe tener presente lo siguiente:

- Aunque se habla de recomendaciones dietéticas diarias por día, estas cantidades de nutrientes deben ser ingeridas como promedio diario en una semana, aunque cada día se debe tratar de ingerir una cantidad muy cercana a ese promedio.

- La composición de la dieta y la combinación de alimentos que se ingieren en una misma comida pueden influir en forma positiva o negativa en la biodisponibilidad de ciertos nutrientes. Si una dieta que tenga esos efectos se consume en forma habitual, puede permitir o requerir modificaciones de las RDD para algunos individuos o poblaciones.
- El estado nutricional de algunos nutrientes puede influir en la eficiencia de absorción y utilización de esos nutrientes y, por ende, en sus RDD.

Cuadro 27

Recomendaciones dietéticas diarias: energía y macronutrientes^a
sugeridas para mantener una buena nutrición en prácticamente todos los niños
sanos de América Latina

Edad	0-2,9 meses	3-5,9 meses	6-8,9 meses	9-11,9 meses	1-2,9 años	3-5,9 años	Basado en referencias
Peso, kg ^b	4,6	6,7	8,2	9,4	12,2	17,2	OMS 1983
Energía							
kcal/kg	115	100	100	100	100	95	FAO/OMS/UNU 1985
(kJ/kg)	(485)	(420)	(420)	(420)	(420)	(390)	
Proteínas							
animales, g/kg	2,05	1,85	1,65	1,50	1,20	1,05	FAO/OMS/UNU 1985
mixtas, g/kg	^c	2,5	2,2	2,0	1,6	1,4	FAO 1989
animales, g/día	9,5	12,5	13,5	14,0	14,5	18,0	FAO/OMS/UNU 1985
mixtas, g/día	^c	17,0	18,0	19,0	19,5	24,0	FAO 1989
Aminoácidos esenciales	Ver el cuadro 4						
Grasas	Ver el texto						
Carbohidratos	Ver el texto						
Fibra	Ver el texto						

a Las cifras son el promedio diario a lo largo del tiempo, en términos totales o por kg del peso corporal normal.

b Promedio para niños y niñas en el punto medio del intervalo de edad, de acuerdo con los estándares NCHS/OMS (OMS 1983).

c Se asume que los niños menores de 3 meses ingieren alimentos con proteínas de una calidad nutricional similar a las proteínas animales.

Cuadro 28
Recomendaciones dietéticas diarias: vitaminas^a
sugeridas para mantener una buena nutrición en prácticamente todos los
niños sanos de América Latina

Edad	0-2,9 meses	3-5,9 meses	6-8,9 meses	9-11,9 meses	1-2,9 años	3-5,9 años	Basado en referencias
Vitamina A, $\mu\text{g ER}^b$	350	350	350	350	400	400	FAO/OMS 1981
Tiamina, mg	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	FAO/WHO 1987; FNB/NRC 1989
Riboflavina, mg	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	Ministry Nal Health, Canada 1990
Niacina, mg EN ^c	4	4	5	6	8	11	FAO/WHO 1967
Vitamina B ₆ , mg	0,2	0,2	0,3	0,4	0,7	0,9	Dept Health, UK 1991
Folatos, μg	17	25	30	35	40	50	FAO/OMS 1991
Vitamina B ₁₂ , μg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,7	FAO/OMS 1991
Acido pantoténico, mg	2	2	3	3	3	3	FNB/NRC 1989 Dept of Health, UK 1991
Biotina, μg	10	10	15	15	20	25	FNB/NRC 1989
Vitamina C, mg ^d	20	20	20	20	30	30	Ministry of Nal Health, Canada 1990; Dept of Health, UK 1991
Vitamina D, μg^e	8	8	7	7	7	0-5f	FNB/NRC 1989 Ministry of Nal Health, Canada 1990; Dept of Health, UK 1991
Vitamina E, mg ET ^g	3	3	4	4	5	6	FNB/NRC 1989 Ministry of Nal Health, Canada 1990;
Vitamina K, μg	5	5	10	10	15	20	FNB/NRC 1989

a Promedio diario a lo largo del tiempo

b ER: equivalente de retinol = 1 μg retinol o 6 μg beta-caroteno o 12 μg otros carotenoides o 3.3 Unidades Internacionales.

c EN: equivalente de niacina = 1 mg niacina o 60 mg triptofano.

d Recomendable ingerir las fuentes de vitamina C junto con las fuentes de hierro no hemínico.

e 1 μg colecalciferol = 10 Unidades Internacionales

f 0 según Dept of Health, UK (1991) μg según Ministry of National Health, Canada 1990)

g ET: equivalente de RRR-alfa-tocoferol

Cuadro 29
Recomendaciones dietéticas diarias: minerales^a
sugeridas para mantener una buena nutrición en prácticamente
todos los niños sanos de América Latina

Edad	0-2,9 meses	3-5,9 meses	6-8,9 meses	9-11,9 meses	1-2,9 años	3-5,9 años	Basado en referencias
Calcio, mg	500	500	500	500	400	400	FAO/WHO 1962, Dept of Health , UK 1991
Fósforo, mg ^b	300	300	300	300	300	300	FAO/WHO 1962, Dept of Health , UK 1991
Magnesio, mg	30	45	55	65	80	120	FNB/NRC 1989
Hierro, mg dieta mixta con:							
- abundantes alimentos animales	— ^d	7 ^e	10	10	7	7	FAO/OMS 1991
- predominio de vegetales	— ^d	11	11	11	9	10	FAO/OMS 1991
Zinc, mg dietas con:							
- alta biodis- ponibilidad	2g	3	4	4	5	7	FAO/WHO 1995
- predominio de vegetales	3	5	6	6	8	10	FAO/WHO 1995
Yodo, µg	40	40	50	50	70	90	FNB/NRC 1989
Cobre, mg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,6	Dept of Health , UK 1991
Selenio, µg	10	10	12	12	18	20	FNB/NRC 1989 Dept of Health , UK 1991
Sodio, Potasio, Cloruros	Ver el texto y el cuadro 26						
Manganeso, Flúor, Cromo, Molibdeno	Ver el texto y el cuadro 25						

^a Promedio diario a lo largo del tiempo. Para convertir a unidades molares (SI), 1 mmol equivale a: 40 mg Ca, 30,9 mg P, 24,3 mg Mg, 55,9 mg (e. 65,4 mg Zn, 127 µg I, 63,5 mg Cu, 79 mg Se.

^b Basado en proporciones molares de Ca:P de 1,25:1 para < 1 año, y 1:1 para ≥ 1 año.

^c Recomendable ingerir los alimentos con hierro no hemínico junto con las fuentes dietéticas de vitamina C.

^d Necesidades de hierro son satisfechas por la disminución fisiológica de hemoglobina y la movilización de las reservas corporales de hierro.

^e RDD para niños alimentados exclusiva o primordialmente al pecho: 4,5 mg (e/día

^f Ver argumentos adicionales en el texto

^g RDD para niños alimentados exclusivamente al pecho: 2 mg Zn/día

Referencias

American Academy of Pediatrics. Commentary on breast feeding and infant formulas, including proposed standards for formulas. *Pediatrics*, 1976;57:278-285.

American Academy of Pediatrics. Composition of Human Milk: Normative Data. En: *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. Appendix K 1985:363-368.

American Academy of Pediatrics. Recommended ranges of nutrients in formulas. En: *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics. Appendix I 1985:356-357.

American Academy of Pediatrics. *Pediatric Nutrition Handbook*, 2a ed. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics 1985.

American Academy of Pediatrics. Statement on cholesterol. *Pediatrics* 1992;90:469-473.

Anónimo. Manganese deficiency in humans: Fact or fiction. *Nutr Rev* 1988;46:348-352.

Asfour R, Wahbeh N, Waslien CI, Guindi S, Darby WJ. Folic acid requirements of children. III. Normal infants. *Am J Clin Nutr* 1977;30:1098-1105.

Batista M. Considerações sobre o problema da vitamina A no Nordeste Brasileiro. *Hospital (Rio de Janeiro)* 1969;75:817-832.

Baugh CM, Malone JW, Butterworth, Jr, CE. Human biotin deficiency. A case history of biotin deficiency induced by raw egg consumption in a cirrhotic patient. *Am J Clin Nutr* 1968;21:173-182.

Belavady B, Gopalan C. Chemical composition of human milk in poor Indian women. *Ind J Med Res*, 1959;47:234-245.

Bender DA, Bender AEA. Niacin and tryptophan metabolism: The biochemical basis of niacin requirements and recommendations. *Nutr Abs Rev* 1986;56:695-719.

Bender DA. Vitamin B₆ requirements and recommendations. *Eur J Clin Nutr* 1989;43:289-309.

Bengoa JM, Torún B, Béhar M, Scrimshaw N (eds). Metas Nutricionales y Guías de Alimentación para América Latina. Bases para su desarrollo. *Arch Latinoamer Nutr* 1988;38:373-426.

Bieri JG, Corash L, Hubbard VS. Medical uses of vitamin E. *N Engl J Med* 1983;308:1063-1071.

Bieri JG, McKenna MC. Expressing dietary values for fat-soluble vitamins: Changes in concepts and terminology. *Am J Clin Nutr*, 1981;34:289-295.

Calloway DH, Murphy S, Balderston J, Receveur O, Lein D, Hudes M. Village nutrition in Egypt, Kenya and Mexico: Looking across the CRSP projects. Final report to the U.S. Agency for International Development, Washington, DC: AID 1992.

Campbell CT, Brun T, Chen J, Feng Z, Parpia B. Questioning riboflavin recommendations on the basis of a survey in China. *Am J Clin Nutr* 1990;51:436-445.

Carter EGA, Carpenter KJ. The bioavailability for humans of bound niacin from wheat bran. *Am J Clin Nutr* 1967;36:855-861.

Casey CE, Neville MC. Studies in human lactation. 3: Molybdenum and nickel in human milk during the first month of lactation. *Am J Clin Nutr* 1987;45:921-926.

Castillo-Duran C, Uauy R. Copper deficiency impairs growth of infants recovering from malnutrition. *Am J Clin Nutr* 1988;47:710-714.

Collins RA, Harper AE, Schreiber M, Elvehjem CA. The folic acid and vitamin B₁₂ content of the milk in various species. *J Nutr*; 1951;43:313-321.

Cordano A, Baertl JM, Graham GG. Copper deficiency in infancy. *Pediatrics*, 1964;34:324-336.

Coursin DB. Convulsive seizures in infants with pyridoxine deficient diets. *J Am Med Ass*, 1954;154:406-408.

Coursin DB. Vitamin B₆ metabolism in infants and children. *Vitam Horm*, 1964;22:755-786.

Dagnelie PC, van Dusseldorp M, van Staveren WA, Hautvast JGAJ. Effects of macrobiotic diets on linear growth in infants and children until 10 years of age. *Eur J Clin Nutr*, 1994;48 (Suppl 1):S103-S112.

Dallman PR, Siimes MA, Stekel A. Iron deficiency in infancy and childhood. *Am J Clin Nutr* 1980;33:86-118.

Department of Health and Social Security, United Kingdom. Artificial Feeds for the Young Infant. HMSO Reports on Health and Social Subjects, 18. Londres: HMSO, 1980.

Department of Health (UK). Dietary Reference Values for Food Energy and Nutrients for the United Kingdom. Report on Health and Social Subjects 41. London: HMSO, 1991.

Department of Health and Social Security. The Composition of Mature Human Milk. Reports on Health and Social Subjects, 12. Londres: HMSO, 1977.

Egaña JI, Fuentes A, Steinke FH, Uauy R. Protein quality comparison of a new isolated soy protein and milk in Chilean preschool children. *Nutr Res* 1983;3:195-202.

FAO. Codex Alimentarius Commission Document Alinorm 89/30. Roma: FAO 1989.

FAO/OMS. Los Carbohidratos en Nutrición Humana. Estudios FAO Alim Nutr (Food Nutr Paper) 15, Roma: FAO 1980.

FAO/OMS/UNU. Necesidades de Energía y Proteínas. Serie Inf Tecn No. 724. Ginebra: OMS 1985.

FAO/WHO. Calcium Requirements. FAO Nutr Meetings Rep Ser 30, Roma: FAO 1962.

FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavine and Niacin. FAO Nutr Meetings Rep Ser 41, Rome: FAO. OMS Techn Rep Series 362, Geneva: OMS 1967.

FAO/WHO. Requirements of Ascorbic Acid, Vitamin D, Vitamin B12, Folate and Iron. FAO Nutr Meetings Rep Ser 47, Roma: FAO, 1970.

FAO/WHO. Las Grasas y Aceites en Nutrición Humana. Estudios FAO Alim Nutr (Food Nutr Paper) 3, Roma: FAO 1978.

FAO/WHO. Necesidades de Vitamina A, Hierro, Folato y Vitamina B₁₂. Estudios FAO Alim Nutr No. 23. Roma: FAO 1991.

FAO/WHO. Protein Quality Evaluation. FAO Food Nutr Papers 51, Roma: FAO 1991.

FAO/WHO/IAEA. Trace Elements in Human Nutrition and Health. Ginebra: WHO, 1995.

Farrell PM, Zachman PM, Gutcher GR (1985). Fat soluble vitamins A, E and K in the premature infant. En: Tsang RE (ed), *Vitamin and Mineral Requirements in Preterm Infants*, Nueva York: Marcel Dekker, p. 63-98.

Fjeld CR, Schoeller DA, Brown KH. Energy expenditure of malnourished children during catch-up growth. *Proc Nutr Soc* 1988;47:227-231.

Fomon SJ, Haschke F, Ziegler EE, Nelson SE. Body composition of reference children from birth to age 10 years. *Am J Clin Nutr* 1967;35(suppl 5):1169-1175.

Fomon SJ. Infant Nutrition, 2nd edition. Filadelfia: Saunders 1974:141-143.

Food and Nutrition Board/National Research Council (USA). *Recommended Dietary Allowances*. 10th Edition. Washington, DC: National Academy Press 1989.

Food and Nutrition Research Institute (Philippines). *Recommended Dietary Allowances for Filipinos* 1989 Edition. Manila: Food and Nutrition Research Institute 1989.

Goldsmith GA. Human requirements for vitamin C and its use in clinical medicine. *Ann NY Acad Sci* 1961;92:230-245.

Green R, Charlton R, Seftel H, Bothwell T, Mayet F, Adams B, Finch C, Layrisse M. Body iron excretion in man. A collaborative study. *Am J Med*, 1958;45:336-353.

Grundy SM. Monounsaturated fatty acids and cholesterol metabolism: Implications for dietary recommendations. *J Nutr* 1989;119:529-533.

Halsted CH. The intestinal absorption of folates. *Am J Clin Nutr*, 1979;32:846-855.

Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Parfitt AM, Whedon GD. Calcium nutrition and bone health in the elderly. *Am J Clin Nutr* 1967;36:986-1013.

Heaney RP, Sarille PD, Recker RR. Calcium absorption as a function of calcium intake. *J Lab Clin Med* 1975;85:881-890.

Herbert V. Vitamin B₁₂. En: *Present Knowledge in Nutrition*, 6a ed. Washington DC: International Life Science Institute - Nutrition Foundation 1990:170-178.

Hodges RE, Bean WB, Ohlson MA, Bleiler B. Human pantothenic acid deficiency produced by omega-methylpantothenic acid. *J Clin Invest* 1959;38:1421-1425.

Hodges RE, Ohlson MA, Bean WB. Pantothenic acid deficiency in man. *J Clin Invest*, 1958;37:1642-1657.

Holman RT, Johnson SB, Hatch TF. A case of human linolenic acid deficiency involving neurological abnormalities. *Am J Clin Nutr* 1967;35:617-623.

Holt Jr LE, Snyderman SE. The amino acid requirements of infants. *J Am Med Assoc* 1961;175:100-103.

Horwitt MK, Harper AE, Henderson LM. Niacin-tryptophan relationships for evaluating niacin equivalents. *Am J Clin Nutr*, 1981;34:423-427.

Horwitt MK, Harvey CC, Rothwell WS, Cutler JL, Haffron D. Tryptophan-niacin relationships in man. Studies with diets deficient in riboflavin and niacin, together with observations on the excretion of nitrogen and niacin metabolites. *J Nutr* 1956;60, suppl 1:1-43.

Huang PC, Lin Cp, Hsu JY. Protein requirements of normal infants at the age of about 1 year: Maintenance nitrogen requirements and obligatory nitrogen losses. *J Nutr* 1989;110:1727-1735.

INCAP. *Evaluación Nutricional de la Población de Centroamérica y Panamá*. Publicaciones INCAP V-25, V-26, V-27, V-28, V-29 y V-30. Guatemala: INCAP, 1969.

Intengan CL, Roxas BV, Loyola A, Carlos E. Protein requirements of Filipino children 20 to 29 months old consuming local diets. *Food Nutr Bull* 1981;suppl 5:172-181.-

International Union of Nutritional Sciences, Committee on Nomenclature. Nomenclature policy: Generic descriptors and trivial names for vitamins and related compounds. *J Nutr* 1987; 117:7-14.

International Program on Chemical Safety/OMS. Chromium. Environmental Health Criteria 61. Ginebra: WHO 1988.

IUNS/WHO. Conclusions, Guidelines and Recommendations from the IUNS/OMS Workshop: Nutrition in the Pediatric Age Group and Later Cardiovascular Disease. *J Am Coll Nutr* 1992;11 (suppl):1S-2S.

Iyengar AK, Narasinga Rao BS, Reddy V. Effect of varying protein and energy intakes on nitrogen balance in Indian preschool children. *Brit J Nutr* 1979;42:417-423.

Jadhav M, Webb JKG, Vaishnava S, Baker SJ. Vitamin B₁₂ deficiency in Indian infants: A clinical syndrome. *Lancet* 1962;2:903-907.

Jansen GR. A consideration of allowable fibre levels in weaning foods. *Food Nutr Bull* 1980;2(4):38-47.

Jathar VS, Kamath SA, Parikh MN, Rege DV, Satoskar RS. Maternal milk and serum vitamin B₁₂, folic acid and protein levels in Indian subjects. *Arch Dis Childh* 1970;45:236-241.

Jeans PC. Vitamin D: Council on Foods and Nutrition. *J Am Med Assoc* 1950;143:177-181.

Jeans PC, Stearns G. Human requirement of vitamin D. *J Am Med Assoc* 1938;111:703-711

Kodicek E. Some problems connected with the availability of niacin in cereals. *Biblio Nutr Dieta*, 1976;23:86-87.

Kodicek E, Braude R, Kon SK, Mitchell KG. The effect of alkaline hydrolysis of maize on the availability of its nicotinic acid to the pig. *Br J Nutr* 1956;10:51-67.

Koutras DA. Iodine: Distribution, availability, and effects of deficiency on the thyroid. En: Dunn JT, Pretell EA, Daza CH, Viteri FE (eds.), *Towards the Eradication of Endemic Goiter, Cretinism, and Iodine Deficiency*. Washington DC: Pan American Hlth Org 1986:15-27

Leaf A, Weber PC. A new era for science in nutrition. *Am J Clin Nutr* 1987;45:1048-1053.

Levine M. New concepts in the biology and biochemistry of ascorbic acid. *N Engl J Med* 1986;314:892-902.

Lifschitz C, Torun B, Chew F, Boutton T, Garza C, Klein P. Absorption of carbon-13-labeled rice in milk by infants during acute gastroenteritis. *J Pediatr* 1991;118:526-530.

Lifschitz F. Children on Adult Diets: Is it harmful? Is it healthful? *J Am Coll Nutr* 1992;11(suppl):845-90s

Lönnerdal B. Trace element nutrition in infants. *Ann Rev Nutr* 1989;9:109-125.

Lotz M, Zisman E, Bartter FC. Evidence for a phosphorus-depletion syndrome in man. *N Engl J Med* 1968;278:409-415.

Lucas A, Ewing G, Roberts SB, Coward WA. How much energy does a breast-fed infant consume and expend? *Br Med J* 1987;295:75-77.

Macdonald I. Metabolic requirements for dietary carbohydrates. *Am J Clin Nutr* 1987;45:1193-1196.

McClain CJ. Biotin deficiency complicating parenteral alimentation. *J Am Med Assoc* 1983;250:1028.

McCormick DB. Riboflavin. En: Shils ME, Young VR (eds), *Modern Nutrition in Health and Disease*, 7a ed. Filadelfia: Lea & Febiger 1988:362-369.

Mertz W. Chromium occurrence and functions in biological systems. *Physiol Rev*, 1969;49:163-239.

Ministry of National Health and Welfare (MNHWS) (Canadá). Nutrition Recommendations. Report of the Scientific Review Committee. Ottawa: Canadian Government Publishing Centre 1990.

Muller DP (1986). Vitamin E - Its role in neurological function. *Postgrad Med J* 1986;62:107-112.

Nail PA, Thomas MR, Eakin BS. The effect of thiamin and riboflavin supplementation on the level of those vitamins in human breast milk and urine. *Am J Clin Nutr* 1980;33:198-204.

National Research Council. *Diet and health: Implications for reducing chronic disease risk*. Washington DC: National Academy Press 1989.

Oliveros SM, Sumabat LM. Ascorbic acid losses in some cooked vegetables: I. Patsay and kamote leaves. *Phil J Nutr* 1968;21:241-251.

OMS. Anemias Nutricionales. Serie Rep Tecn 405. Ginebra: OMS 1968.

OMS. Medición del cambio del estado nutricional. Ginebra: OMS 1983.

OMS. Cantidad y calidad de la leche materna. Ginebra: OMS 1985.

OMS. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. *Serie Inf Tecn 797*. Ginebra: OMS 1990.

Oski FA, Barness LA. Vitamin E deficiency: A previously unrecognized cause of hemolytic anemia in the premature infant. *J Pediatr* 1967;70:211-220.

Patwardhan VN. Hypovitaminosis A and epidemiology of xerophthalmia. *Am J Clin Nutr* 1969;22:1106-1118.

Paul AA, Black AE, Evans J, Cole TJ, Whitehead RG. Breast-milk intake and growth in infants from 2 to 10 months. *J Hum Nutr Dietet* 1988;1:437-450.

Pineda O, Torun B, Viteri FE, Arroyave G. Protein quality in relation to estimates of essential amino acid requirements. En: Bodwell CE, Adkins JS, Hopkins DT (eds), *Protein Quality in Humans: Assessment and In Vitro Estimation*. Westport, CT: Avi Publishing Co., 1981:29-42

Prentice AM, Lucas A, Vasquez-Velasquez L, Davies PSW, Whitehead RG. Are current guidelines for young children a prescription for overfeeding? *Lancet* 1988;II:1066-1069.

Rajagopalan KV. Molybdenum: An essential trace element in human nutrition. *Annual Rev Nutr* 1988;8:401-427.

Rajalakshmi R, Doedhar AD, Ramarkrishnan CV. Vitamin C secretion during lactation. *Acta Paediatr Scand* 1965;54:375-382.

Reddy V. Observations on vitamin A requirement. *Ind J Med Res* 1971;59 (suppl 6):34-37.

Reeve LE, Chesney RW, DeLuca HF. Vitamin D of human milk: Identification of biologically active forms. *Am J Clin Nutr* 1967;36:122-126.

Reyes GR, Bengoa DC. Storage stability of ascorbic acid in orange juice drinks. *J Nutr Diet Assoc Filipinas* 1989;3:

Richardson TJ, Sgoutas D. Essential fatty acid deficiency in four adult patients during total parenteral nutrition. *Am J Clin Nutr* 1975;28:258-263.

Roberts SB, Savage J, Coward WA, Chew B, Lucas A. Energy expenditure and intake in infants born to lean and overweight mothers. *New Engl J Med* 1988;318:461-466.

Rowe JC, Wood DH, Rowe DW, Raisz LG. Nutritional hypophosphatemic rickets in a premature fed breast milk. *N Engl J Med* 1979;299:293-296.

Sanchez-Castillo CP, Warrender S, Whitehead TP, James WP. An assessment of the sources of dietary salt in a British population. *Clin Sci* 1987;72:95-102.

Sanchez-Castillo CP, Branch WJ, James WP. A test of the validity of the lithium-marker technique for monitoring dietary sources of salt in men. *Clin Sci* 1987;72:87-94.

Sandström B, Arvidsson B, Cederblad A, Björn-Rasmussen E. Zinc absorption from composite meals. I. The significance of wheat extraction rate, zinc, calcium, and protein content in meals based on bread. *Am J Clin Nutr* 1980;33:739-745.

Sandström B, Cederblad A. Zinc absorption from composite meals. II. Influence of the main protein source. *Am J Clin Nutr* 1980;33:1778-1783.

Scrimshaw NS, Murray E. Tolerancia a la lactosa y el consumo de leche: Mitos y realidades. *Arch Latinoam Nutr* 1988;38:543-567.

Shearer MJ, McCarthy PT, Crampton OE. The assessment of human vitamin K status from tissue measurements. En: Suttie JW (ed), *Current Advances in Vitamin K Research*. New York: Elsevier, 1988: p. 437-452.

Shils ME. Experimental production of magnesium deficiency in man. *Ann NY Acad Sci*, 1969;162:847-855.

Shils ME. Magnesium in health and disease. *Ann Rev Nutr* 1988;8: 429-460.

Smith RM. Cobalt. En: Mertz W (ed), *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*, vol 1. Londres: Academic Press 1987:143-183.

Sowers MFR, Wallace RB, Lemke JH. The association of intakes of vitamin D and calcium with blood pressure among women. *Am J Clin Nutr* 1985;42:135-142.

Specker BL, Black A, Allen L, Morrow F. Vitamin B₁₂: Low milk concentrations are related to low serum concentrations in vegetarian women and to methyl-malonic aciduria in their infants. *Am J Clin Nutr* 1990;52:1072-1076.

Spencer H, Kramer L, Osis D. Do protein and phosphorus cause calcium loss? *J Nutr* 1988;118:657-660.

Srikantia SG, Reddy V. Megaloblastic anaemia of infancy and vitamin B₁₂. *Brit J Haemat* 1967;13:949-953.

Suttie JW, Mummah-Schendel LL, Shah DV, Lyle BJ, Greger JL. Vitamin K deficiency from dietary vitamin K restriction in humans. *Am J Clin Nutr* 1988;47:475-480.

Torún B. Proteínas y aminoácidos: Características y satisfacción de requerimientos con dietas latinoamericanas. *Arch Latinoam Nutr* 1988;38:483-505.

Torun B, Cabrera-Santiago MI, Viteri FE. Protein requirements of preschool children: Milk and soybean protein isolate. *Food Nutr Bull* 1981;suppl 5:182-190.

Torun B, Cabrera-Santiago MI, Viteri FE. Protein requirements of preschool children: Obligatory nitrogen losses and nitrogen balance measurements using cow's milk. *Arch Latinoam Nutr* 1981;31:571-585.

Torun B, Chew F. Practical approaches towards dietary management of acute diarrhoea in developing communities. *Trans Roy Soc Trop Med Hygiene* 1991;85:12-17.

Torun B, Davies PSW, Livingstone MBE, Paolisso M, Sackett R, Spurr GB. Energy requirements and dietary energy recommendations for children and adolescent 1 to 18 years old. *Eur J Clin Nutr* 1996; 50, suppl 1:537-581.

Torun B, Pineda O, Viteri FE, Arroyave G. Use of amino acid composition data to predict protein nutritive value for children with specific reference to new estimates of their essential amino acid requirements. En: Bodwell CE, Adkins JS, Hopkins DT (eds), *Protein Quality in Humans: Assessment and In Vitro Estimation*. Westport, CT: Avi Publishing Co., 1981:29-42.

Torun B, Solomons NW, Viteri FE. Lactose malabsorption and lactose intolerance: Implications for general milk consumption. *Arch Latinoam Nutr* 1979;29:445-494.

Tsang RC. The quandary of vitamin D in the newborn infant. *Lancet* 1983;1:1370-1372.

Vasquez-Velasquez LV. Energy expenditure and physical activity of malnourished Gambian infants. *Proc Nutr Soc* 1988;47:233-239.

Viteri FE, Martínez C. Integumental nitrogen losses of preschool children with different levels and sources of dietary protein intake. *Food Nutr Bull* 1981;suppl 5:164-168.

Vuori E, Kuitunen P. The concentrations of copper and zinc in human milk. A longitudinal study. *Acta Paediatr Scand* 1979;68:33-37.

Walters CB, Sherlock JC, Evans WH, Read JI. Dietary intake of fluoride in the United Kingdom and fluoride content of some foodstuffs. *J Sci Food Agric* 1983;34:523-528

Whitehead RG, Paul AA. Diet and growth in healthy infants. *Hong Kong J Paediatr* 1988;5:1-20.

Wiese HF, Hansen AE, Adam DJD. Essential fatty acids in infant nutrition. *J Nutr*, 1958;58:345-360.

Yang G, Ge K, Chen J, Chen X. Selenium-related endemic diseases and the daily selenium requirement in humans. *World Rev Nutr Diet* 1988;55:98-152.

CAPÍTULO III

IMPORTANCIA DE LA LACTANCIA MATERNA PARA LA SALUD DE LOS NIÑOS LATINOAMERICANOS

Elsa R. Giugliani¹

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que los cambios observados en los patrones de la lactancia materna son parte del desarrollo y la difusión cultural de las diversas sociedades (Organización Mundial de la Salud 1982). Así, en las comunidades tradicionales prácticamente todas las mujeres lactan a sus niños. A medida que las sociedades se desarrollan, las mujeres más educadas pasan a preferir las comodidades de la lactancia artificial. Esta actitud tiende a difundirse gradualmente entre las mujeres de otras categorías sociales, comprometiendo por último a las mujeres más pobres y a las residentes de áreas rurales. Continuando el proceso de desarrollo, son las mujeres más educadas las que pasan a valorizar las ventajas de la lactancia materna, adoptando nuevamente esta práctica, que una vez más se difunde en los otros estratos sociales. América Latina y el Caribe se encuentran, en general, en una fase en que la mayoría de las mujeres aún inician la lactancia materna. Sin embargo, su duración en muchos lugares es corta, menos de un año, principalmente en la población de mayores ingresos económicos.

Pocos países han realizado investigaciones a nivel nacional para evaluar las tasas de la lactancia materna y sus tendencias. Los estudios disponibles realizados en América Latina y el Caribe muestran que la incidencia y prevalencia de la lactancia materna varían entre las diversas regiones. A pesar de que la alimentación natural está ampliamente recomendada, esta práctica continúa en declive en muchos lugares del mundo, inclusive en algunos países de las Américas (Williamson 1989). Este documento tiene como objetivo discutir las pruebas epidemiológicas de la importancia de la lactancia materna para la salud de los niños, especialmente los latinoamericanos. En este contexto fueron priorizados algunos tópicos de especial relevancia para el tema en discusión: el impacto de la lactancia materna en la mortalidad, la morbilidad y el estado nutricional de los niños, además del impacto en el espaciamiento de los nacimientos. Este artículo presenta también una visión general de la promoción de la lactancia materna, citándose experiencias exitosas realizadas en diferentes regiones del mundo.

¹ Hospital de Clínicas. Departamento de Pediatría. Porto Alegre, Brasil.