

**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD - OPS/OMS**  
**INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP)**

**COMPENDIO DE  
CONOCIMIENTOS BASICOS DE  
NUTRICION HUMANA**

**Guatemala, Centroamérica  
1991**

---

\* Documento preliminar para revisión interna en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

**ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD - OPS/OMS**  
**INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA Y PANAMA (INCAP)**

**COMPENDIO DE  
CONOCIMIENTOS BASICOS DE  
NUTRICION HUMANA**

**Guatemala, Centroamérica  
1991**

# CONTENIDO

No. página

## PREFACIO

PROLOGO A LA PRIMERA EDICION

i

PRESENTACION DEL COMPENDIO

ii

## INDICE DE MATERIAS

1.	Introducción y propósitos del compendio	1
2.	Conceptos básicos	2
3.	Carbohidratos	7
4.	Lípidos (grasas y aceites)	18
5.	Proteínas	26
6.	Energía	39
7.	Agua	46
8.	Sodio y potasio	50
9.	Vitamina A	55
10.	Vitamina D	65
11.	Vitamina E	70
12.	Vitamina K	74
13.	Tiamina, Riboflavina y Niacina	77
14.	Vitamina C	87
15.	Folatos	94
16.	Vitamina B <sub>12</sub>	98
17.	Vitamina B <sub>6</sub>	104
18.	Hierro	108
19.	Calcio	118
20.	Fósforo	123
21.	Magnesio	126
22.	Yodo	130
23.	Otros minerales "traza"	135

## APENDICES

1.	Glosario	143
2.	Abreviaturas	147

## PREFACIO

*Con el propósito de apoyar la formación y capacitación de Recursos Humanos en Alimentación y Nutrición el INCAP planificó a nivel de la Dirección y la Coordinación de Formación y Desarrollo de Recursos Humanos la elaboración de un documento que debía poseer una sólida base científica y ser asequible a profesionales de las distintas carreras que contribuyen a la búsqueda de una situación alimentario-nutricional compatible con la condición humana.*

*En ese sentido, con el apoyo de su institución y del INCAP, el catedrático universitario Licenciado Carlos Anaya, profesor de la Carrera de Dietología y Nutrición, Escuela de Tecnología Médica, Facultad de Ciencias Médicas en la Universidad de El Salvador, preparó un paquete instruccional preliminar que apoyaría la formación de nutricionistas y otros profesionales de carreras que incluyen conceptos de Nutrición Humana dentro de su plan de estudios.*

*En la misma línea, el INCAP solicitó al Doctor Guillermo Arroyave, quién fue funcionario y docente del INCAP, catedrático en la Universidad de San Diego, California y actualmente es Consultor en Nutrición, el aporte de su valiosa experiencia en la formulación del presente compendio. Así, el INCAP reunió en su sede a los profesionales citados, quienes acometieron la tarea en sesiones de arduo trabajo.*

*El esfuerzo de ambos: Lic. Anaya, con el deseo de perfeccionar el logro previo y aportar en un ámbito más amplio y Dr. Arroyave, científico con profundo conocimiento de la investigación y docencia en el campo de la Nutrición Básica y Humana, permanentemente ocupado en ampliar el número y calidad de interlocutores y agentes que contribuyan a mejorar la alimentación y nutrición en nuestros países, se concretizó el presente compendio, el cual se encuentra en la etapa de revisión previa a su edición definitiva.*

## PROLOGO A LA PRIMERA EDICION

*Los autores desean advertir que este documento con fines docentes se preparó antes de que las recomendaciones de aportes de nutrimentos para las poblaciones de Centroamérica y Panamá de 1973 hubieran sido actualizadas. Por esta razón, se tuvo que hacer referencia a cifras más recientes disponibles en la literatura, tales como las propuestas por el Taller de Expertos UNU-CAVENDES y, en algunos casos, por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos. Con esto no se pretende darles la connotación de carácter oficial, sino que sólomente se incluyen en vía de ilustración para el estudiante, de algunos enfoques racionales para estimar niveles adecuados de ingesta de nutrimentos. Tan pronto como el INCAP haya completado la revisión y actualización de sus recomendaciones dietéticas, será muy fácil compatibilizar ambos documentos.*

## PRESENTACION DEL COMPENDIO

El presente compendio sobre conocimientos básicos de nutrición humana comprende como núcleo central, una presentación de los nutrimentos considerados de mayor importancia en salud pública. El criterio para su selección fue que sus deficiencias a nivel del individuo y de las poblaciones representan un problema de nutrición real o potencial. Estos son sólo algunos del gran número de nutrimentos que se sabe son esenciales para el hombre. No se pretende con esta selección, por consiguiente, relegar a segundo término el rol nutricional que cumplen los nutrimentos que no fueron incluidos, sino más bien recordarle al lector que estos últimos parecen estar contenidos en las dietas humanas más variadas, en cantidades suficientes para no representar déficits de relevancia epidemiológica.

El compendio se inicia con una unidad para familiarizar al lector con algunos importantes conceptos básicos, con el objeto de facilitar la comprensión del texto.

Se discuten primero los llamados nutrimentos mayores, que incluyen a los carbohidratos, las grasas y las proteínas. Estos tienen en común ser fuente de energía para el organismo, aunque también generan compuestos de gran importancia funcional. Además se les reconoce un papel estructural, especialmente a las proteínas que constituyen la masa vital por excelencia.

Las vitaminas y los minerales se requieren en cantidades relativamente menores. La mayoría comparte la propiedad de actuar unidos a ciertas proteínas para conferirles una función

específica y especializada, como se hará patente en cada caso. Las formas metabólicamente activas de las vitaminas son en general las coenzimas. Muchos minerales al unirse a las proteínas son activadores de su función metabólica.

Algunos minerales como el calcio y el fósforo y, en menor cuantía el flúor, por ejemplo, cumplen también papeles estructurales dándole la base firme al tejido óseo y dental.

El sodio y el potasio funcionan primariamente como iones con carga eléctrica positiva y cumplen un papel fundamental en procesos que dependen de potenciales eléctricos diferenciales en el organismo.

Los componentes del gasto energético y las necesidades de energía del organismo reciben particular atención, lo mismo que el carácter vital y, por ende, la absoluta prioridad nutricional de la satisfacción de sus requerimientos con aportes cuantitativa y cualitativamente adecuados de alimentos.

Para cada uno de los más importantes nutrimentos, se describe su naturaleza, así como las funciones que le dan carácter esencial. Además, cuando se considera pertinente, se discute su absorción intestinal, transporte en la circulación, metabolismo y excreción, principalmente en cuanto a que estos procesos afectan sus requerimientos fisiológicos.

Se hace mención también de los alimentos que aportan al nutrimento en la dieta, haciendo énfasis sobre aquellos que son las mejores fuentes en función de su contenido y su biodisponibilidad. Esta información es necesaria para la estimación de las recomendaciones de ingesta diaria.

Se incluyen consideraciones sobre la mayor o menor significación que el nutrimento o su deficiencia tienen en la nutrición de las poblaciones, así como de sus interacciones con otros componentes de la dieta cuando éstas hayan sido demostradas.

## 1. INTRODUCCION Y PROPOSITOS DEL PRESENTE COMPENDIO

La interacción del hombre con su ambiente es tan compleja que sólo un enfoque ecológico, permitirá manejar la diversidad de factores determinantes de los problemas nutricionales que afectan a las sociedades humanas. Un cabal entendimiento de estos factores es requisito indispensable para su corrección y prevención.

El número de disciplinas con ingerencia en esta problemática se ha incrementado en tiempos recientes. Anteriormente, Nutrición Humana caía en el dominio del fisiólogo, del bioquímico y del profesional en ciencias de la salud. En los últimos años, sin embargo, ha habido una "explosión" del interés del agrónomo, el economista, el antropólogo cultural, el educador y aun el político. No es concebible al presente, que sólo una persona o disciplina aislada pueda ser autosuficiente en este esfuerzo. Es obvio, pues, que la cooperación sinérgica entre múltiples disciplinas y sectores es indispensable.

Este compendio tiene como propósito ofrecer un denominador común de Nutrición Básica Humana para que contribuya a ligar los diversos roles especializados y a asegurar la efectiva coordinación de sus esfuerzos.

## 2. CONCEPTOS BASICOS

### *ALIMENTACION Y NUTRICION*

Se necesita una clara comprensión de ciertos conceptos básicos y de los términos usados para expresarlos, es necesaria para permitir la transmisión de los conocimientos relacionados con la extensa área de Nutrición Humana y facilitar la integración y comunicación entre el personal profesional y técnico que labora en este campo.

El cuadro que se muestra en la página 3 representa diagramáticamente los conceptos de alimentación y nutrición y las actividades y procesos que involucran. Este esquema refuerza la noción de la naturaleza multidisciplinaria y multisectorial anteriormente discutida.

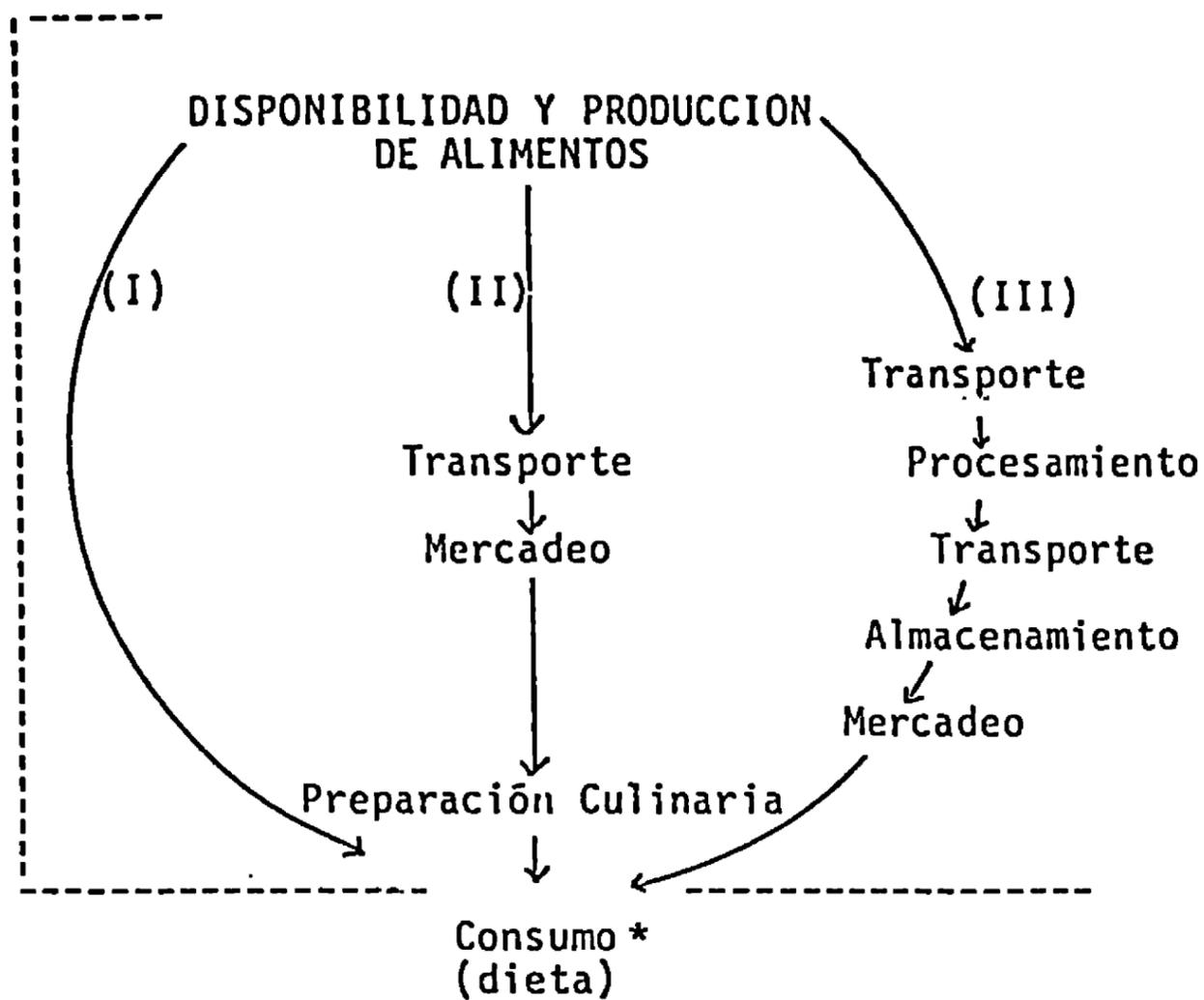
### *NUTRIMENTOS, ALIMENTOS Y DIETAS*

#### Nutrientes

Son sustancias químicamente definidas de origen vegetal, animal o mineral que son requeridas por el organismo en suficiente cantidad para permitir su funcionamiento normal, aportando energía y los materiales necesarios para la formación, mantenimiento, crecimiento, reparación y reproducción de la masa vital. Algunos nutrientes pueden ser sintetizados por el organismo y su presencia en la dieta no es necesariamente indispensable. Otros, los dietéticamente esenciales, no pueden sintetizarse y por consiguiente, su aporte en las dietas en cantidades adecuadas es indispensable.

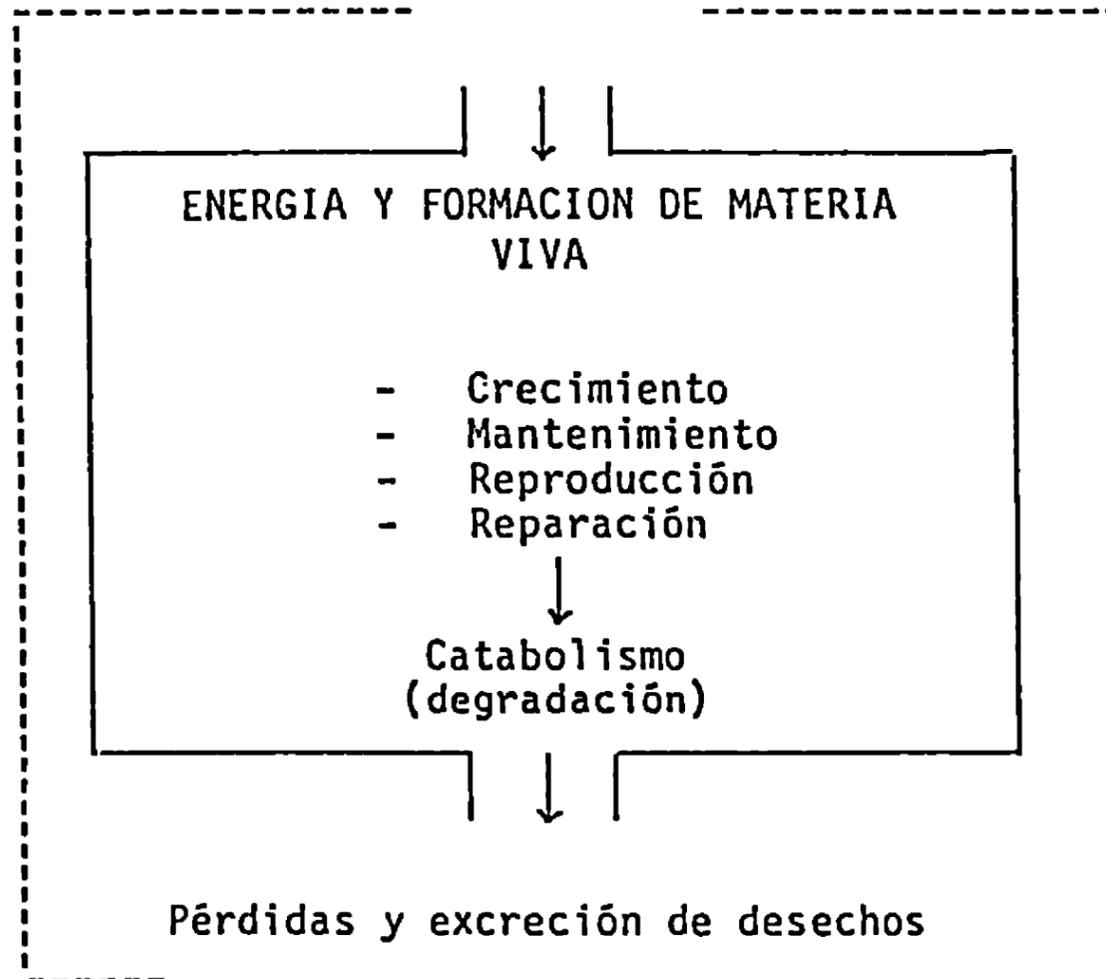
## ALIMENTACION

Actividades o procesos agrícolas, tecnológicos, sociales y económicos fuera del organismo y factores que los afectan.



## NUTRICION

Proceso dentro del organismo y factores que los afectan.



- (I) Sociedades rurales de estructura primitiva con autosuficiencia.  
 (II) Sociedades en estado de desarrollo intermedio.  
 (III) Sociedades altamente desarrolladas.

\* El área "consumo"(dieta) parece estar en una zona de traslape, ya que tanto los expertos involucrados en Alimentación, como en Nutrición la consideran de su incumbencia.

## Alimentos

Son materiales o productos derivados del reino animal, vegetal o mineral que el hombre ha encontrado comestibles y que contienen un número y cantidades variables de nutrimentos en diversas proporciones. Dentro del inmenso número de posibilidades, sólo algunos han sido seleccionados por el hombre como alimentos. Esta selección se ha llevado a cabo como un proceso histórico con base en experiencias empíricas sobre las características físicas y organolépticas (color, sabor, olor y textura) que los hacen más o menos apetitosos o repulsivos, además de la reacción biológica del organismo que sirve de alarma contra la presencia de sustancias tóxicas. El proceso selectivo ha sido fundamentalmente de "ensayo y error".

## Dietas humanas

Son combinaciones de alimentos que han emergido de los grupos sociales, cuya naturaleza y composición ha sido también producto de evolución histórica, determinada por factores del ambiente físico, biológico, cultural y económico-social de cada población. En vista de que ningún alimento por sí solo provee todos los nutrimentos necesarios en cantidades y proporciones adecuadas, el grado de complejidad de las dietas o sea el número y variedad de los alimentos que las componen, es una importantísima característica desde el punto de vista nutricional. En efecto, en las dietas más complejas, el bajo contenido, o aun la falta de uno o más nutrimentos en algunos de los alimentos que las componen es compensada por otros alimentos que los contienen en concentraciones substanciales. Esto resulta en el efecto de complementación. Lo opuesto es desafortunadamente también cierto. En una dieta muy simple predominantemente basada en tubérculos como la yuca o un grano como el maíz, se presentarán

prácticamente las mismas marcadas deficiencias que caracterizan a estos alimentos incompletos (déficit de proteínas y de algunos aminoácidos, de vitamina A, de grasas, etc.). La oportunidad de complementación en este caso es mínima. Estas dietas muy simples son las más usuales en poblaciones pobres de países subdesarrollados.

En la era moderna han aparecido otros factores que tienden a deformar a las dietas humanas, sobre todo en los sectores de alto nivel socioeconómico. Seudo nutriólogos institucionalizados "bombardean" a los consumidores con promociones de dramáticos beneficios derivados del consumo de productos extraños y de ingestiones en dosis masivas de ciertos nutrimentos. Estas promociones carentes de toda ética tienen fines exclusivamente lucrativos y no tienen ninguna base científica. La educación nutricional se ha visto obligada a incluir un nuevo renglón en sus mensajes para contrarrestar el impacto dañino de estas actitudes antisociales sobre la salud.

### Conceptos de requerimientos y recomendaciones de aportes de nutrimentos

Requerimientos nutricionales o simplemente requerimientos, son las cantidades de energía y de nutrimentos que el organismo necesita para llevar a cabo sus funciones metabólicas y procesos fisiológicos a un nivel normal. El concepto de requerimiento es por consiguiente fisiológico-nutricional y es una característica del individuo. Aplicados a poblaciones, éstos se expresan como promedios para grupos similares de edad, sexo y estado fisiológico y son la base para la estimación de la recomendaciones.

Recomendaciones o aportes dietéticos recomendados, son las cantidades de nutrimentos que deben estar presentes en los alimentos para que, una vez ingeridos, absorbidos y transportados a los tejidos, satisfagan los requerimientos. La magnitud de estas ingestas o aportes recomendados es por lo general mayor que las cifras de requerimientos pues depende del porcentaje de las cantidades presentes en las dietas que es absorbido y disponible al organismo, o sea de su biodisponibilidad. Después de corregir por biodisponibilidad se agrega una cantidad adicional para cubrir esencialmente a toda una población tomando en cuenta la variabilidad individual. En el caso de algunos nutrimentos se incorpora, además, otro incremento como "margen de seguridad". Cuando se cumplen, las recomendaciones garantizan un mínimo riesgo de insuficiente ingesta, y se usan, por consiguiente, como la base para definir guías y metas alimentarias.

### 3. CARBOHIDRATOS

#### A. DEFINICION

Los carbohidratos, llamados también hidratos de carbono, son compuestos orgánicos que constituyen la fuente predominante de energía para la población mundial, especialmente en forma de granos de cereales y de tubérculos.

#### B. NATURALEZA DE LOS CARBOHIDRATOS

Desde el punto de vista químico estructural, los carbohidratos pueden clasificarse en:

##### 1. Monosacáridos

Llamados también azúcares sencillas; incluyen a las hexosas, moléculas de 6 carbonos, de las cuales la glucosa es la más abundante y constituye la unidad estructural básica más común de los otros carbohidratos más complejos. Otras hexosas importantes son la fructosa y la galactosa que son fuentes de energía y también componentes de metabolitos importantes.

Dentro de los monosacáridos se encuentran también las pentosas, (5 carbonos) que no tienen significación nutricional (por ejemplo la ribosa y la desoxirribosa) pero son constituyentes de compuestos metabólicamente esenciales en el organismo.

##### 2. Oligosacáridos

Contienen de dos a diez unidades de monosacáridos; entre estos los de más importancia nutricional son los disacáridos, que como su nombre lo indica están formados por

dos unidades de monosacáridos. Los siguientes son disacáridos de importancia dietética y nutricional: La maltosa, llamada también azúcar de malta. Está compuesta de dos moléculas de glucosa. Se encuentra presente en los granos en germinación y en preparaciones tales como alimentos para niños e inválidos; la lactosa o azúcar de leche, formada por una molécula de glucosa y una de galactosa; y la sacarosa o azúcar de caña o de mesa, constituida por una molécula de glucosa y una de fructosa. Es muy dulce y soluble por lo que tiene un amplio uso como sustancia edulcorante. Por lo general se consume altamente refinada, lo que ha valido el calificativo de "calorías vacías" ya que no contiene ni trazas de otros nutrimentos.

### 3. Polisacáridos

Son los más complejos de los carbohidratos y sus moléculas pueden contener cientos de unidades de monosacáridos. Estos polisacáridos pueden ser de dos clases: digeribles, los cuales se hidrolizan a monosacáridos previa absorción. Entre ellos se encuentran el almidón, la dextrina y el glucógeno; y los polisacáridos indigeribles, los cuales no se hidrolizan, ni se absorben, pero tienen funciones físicoquímicas en el tracto intestinal. Ejemplos son las pectinas, las hemicelulosas, la celulosa y la lignina. Estos polisacáridos constituyen la llamada fibra alimentaria.

### C. FUNCIONES

Los carbohidratos desempeñan varias funciones importantes desde el punto de vista nutricional. En primer término son fuentes de energía, aportando el mayor porcentaje de ésta en las dietas. Las reservas de glucógeno que se acumulan en el hígado y el músculo constituyen

una fuente de energía metabólica que responde inmediatamente a las necesidades de los diversos tejidos del organismo. En forma más especializada, los monosacáridos se integran a ciertas proteínas y lípidos, para generar compuestos de importancia funcional en las células, tales como las glucoproteínas y los galactolípidos. Algunos compuestos formados durante la degradación metabólica de los carbohidratos incorporan nitrógeno derivado de las proteínas, proceso fundamental para la síntesis endógena de aminoácidos no-esenciales, como se discutirá más adelante bajo el tema "proteínas".

Hay otros atributos asociados con los carbohidratos en la alimentación. La sacarosa, y en grado menor la fructosa y la glucosa, confieren sabor dulce a los alimentos. Los almidones y las pectinas les confieren textura, tanto en forma natural como procesada.

#### **D. DIGESTION**

La digestión de los carbohidratos comienza en la boca por la acción de la enzima llamada amilasa salival que actúa específicamente sobre los almidones. Luego de esta acción, la mezcla pasa al estómago, donde no ocurre ninguna transformación significativa. Es en el intestino delgado en donde ejercen mayor acción las enzimas digestivas que participan en el rompimiento de los oligosacáridos y los polisacáridos hasta llegar a monosacáridos.

Las principales enzimas que se encuentran en el intestino delgado son: la amilasa pancreática, que actúa sobre los almidones que no han podido ser digeridos a nivel de la boca, la lactasa enzima que actúa sobre la lactosa, la sacarasa, que actúa sobre la sacarosa y la maltasa

que actúa sobre la maltosa. Al final de todos estos procesos digestivos se obtiene glucosa, fructosa y galactosa o sea los monosacáridos o unidades más sencillas de los carbohidratos alimentarios.

#### **E. MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE ABSORCIÓN**

Los mecanismos por los cuales los carbohidratos son absorbidos desde el intestino, son complejos. La glucosa, la galactosa y la fructosa son absorbidas en el intestino delgado, de donde llegan hasta el hígado. Aquí la fructosa y la galactosa son convertidas en glucosa, forma en la cual los carbohidratos circulan en la sangre y son distribuidos hacia los sitios en que son necesarios. La porción de glucosa no utilizada inmediatamente se almacena en forma de glucógeno, ya sea en el hígado o en el músculo. Cuando se hace necesario, éste se rompe de nuevo a unidades de glucosa para ser utilizada como fuente de energía en los procesos metabólicos.

#### **F. METABOLISMO**

La liberación de la energía química de la glucosa con producción de energía metabólicamente utilizable se lleva a cabo a través de los procesos combinados de glicólisis y el ciclo de Krebs donde ocurre la transformación de este monosacárido a anhídrido carbónico y agua. Parte de la glucosa absorbida no se utiliza inmediatamente y se reconstituye a glucógeno el cual puede ser almacenado primordialmente en el hígado y el músculo (glucogénesis). Cuando la necesidad de energía se incrementa, este glucógeno se rompe de nuevo a glucosa (glucogenólisis) y se distribuye por la circulación a los tejidos para ser metabolizada.

Una vía metabólica alternativa del metabolismo de la glucosa es el ciclo del fosfogluconato. Durante este proceso se sintetizan las pentosas, compuestos esenciales para la formación de sustancias de gran importancia metabólica que contienen ribosa y desoxirribosa en sus estructuras.

Debe mencionarse que cierta cantidad de glucosa puede ser producida en el organismo también a partir de algunos aminoácidos (componentes de las proteínas) y de una parte de la molécula de las grasas (gluconeogénesis).

La glándula mamaria sintetiza galactosa y la une a la glucosa para producir lactosa, carbohidrato natural de la leche.

## **G. MECANISMOS DE REGULACION**

El principal mecanismo de regulación de la glucosa, y por ende de los carbohidratos, es de naturaleza hormonal. Dos hormonas son fundamentales en este proceso: la insulina y el glucagón. La insulina es la hormona que mantiene bajas las concentraciones de glucosa en la sangre mientras que el glucagón es el encargado de elevar la concentración de glucosa sanguínea, por lo que entre ambas hormonas mantienen un nivel normal muy constante de glucosa circulante.

## **H. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES NUTRICIONALES**

Se sabe que la principal función nutricional de los carbohidratos es la de proveer energía y puesto que carbohidratos como la glucosa pueden ser también elaborados por el organismo a partir de otros compuestos que no son carbohidratos, no hay estrictamente hablando, requerimientos específicos para este nutrimento en la dieta. Sin embargo, en individuos acostumbrados a dietas normales se necesitan aproximadamente 100 gramos de carbohidratos por día para prevenir cetosis, condición que resulta de una predominante utilización de las grasas, así como para evitar la destrucción excesiva de proteínas. Otros cambios indeseables asociados con la carencia total de carbohidratos en la dieta son la elevación exagerada del colesterol y lípidos séricos y la disminución de la habilidad de retener agua y electrolitos.

Generalmente, el porcentaje de calorías proveniente de los carbohidratos en una dieta normal oscila entre 55-60%, aunque a veces puede llegar hasta un 80%, como en el caso de los países subdesarrollados.

La recomendación dietética que da el INCAP para el consumo de carbohidratos es de 60-65% de las calorías totales provenientes de la dieta.

## **I. TENDENCIAS ACTUALES DE CONSUMO Y FUENTES**

La tecnología ha facilitado la purificación de diversos azúcares refinados ("calorías vacías") a partir de productos agrícolas, que han contribuido significativamente a la ingestión

energética del hombre. Entre estos productos resaltan la sacarosa, proveniente de la caña de azúcar y de la remolacha y la glucosa refinada producida por hidrólisis de almidón de maíz.

Actualmente, existe una tendencia creciente hacia un mayor consumo de carbohidratos refinados, principalmente sacarosa y glucosa, con lo que se reduce el consumo de otros componentes nutritivos importantes como almidón, minerales y vitaminas. Además se reduce la ingesta de fibra alimentaria a la que se le atribuyen un buen número de acciones beneficiosas para el organismo.

El cambio a un alto consumo de sacarosa y glucosa como ingredientes de un gran número de alimentos procesados, principalmente como dulces y caramelos, bebidas azucaradas y repostería, se considera que tienen un efecto negativo en la salud. Este alto consumo de carbohidratos refinados se da más que todo en los países desarrollados y no así en los países subdesarrollados, en los cuales el consumo consta en su mayor parte de carbohidratos no refinados, predominantemente de almidón.

Las principales fuentes de carbohidratos complejos (almidones) son los cereales, tales como el maíz, trigo, arroz, centeno, cebada y mijo y las raíces y tubérculos (papa y yuca por ejemplo). Los disacáridos provienen principalmente de las frutas, la caña de azúcar, la remolacha y la leche.

## **J. CONSIDERACIONES SOBRE LA SIGNIFICACION NUTRICIONAL DE LOS CARBOHIDRATOS. "NECESIDADES DE CARBOHIDRATOS" (¿SON ESENCIALES?)**

Hay una gran variación en la cantidad de carbohidratos ingerida por diferentes grupos de población, por lo cual resulta difícil establecer una recomendación nutricional cuantitativa. Sin embargo, hay muchas razones por las cuales la dieta debe contener carbohidratos. Estas son de dos tipos: 1) Razones biológicas y 2) Razones económicas.

### **1. Razones biológicas**

El organismo necesita carbohidratos para la síntesis de muchos compuestos y metabolitos. Si la dieta no provee suficientes carbohidratos, estos tienen que ser elaborados en el organismo principalmente a base de aminoácidos (gluconogénesis), sacrificando así proteínas y desviándolas de su función primaria. Este proceso tiene la desventaja de ser energéticamente costoso al organismo, pues consume energía metabólica. De ahí que se diga que los carbohidratos tienen una función de ahorro de proteínas en el cuerpo.

Por otra parte, los ácidos grasos pueden servir como fuente de energía a nivel tisular, excepto para el cerebro y los glóbulos rojos que parecen tener un requerimiento específico por glucosa. El cerebro de un hombre adulto de 65 kg de peso corporal necesita aproximadamente 140 g de glucosa por día, y los glóbulos rojos necesitan alrededor de 40 g como fuente única de energía.

Otra consideración es que una dieta sin carbohidratos o muy baja en ellos, tiene una concentración mucho más alta de grasa. Se ha demostrado epidemiológicamente que hay por lo menos una asociación entre estas dietas excesivamente ricas en grasa y la prevalencia de enfermedades degenerativas, sobre todo de las arterias.

## **2. Razones económicas**

Los carbohidratos y alimentos ricos en ellos son productos agrícolas mucho más baratos. Además, son muy estables y permiten almacenamiento sin refrigeración y con menos complicaciones tecnológicas.

## **K. PRECAUCIONES ADICIONALES SOBRE LOS CARBOHIDRATOS EN LA DIETA**

El consumo de cantidades muy grandes de carbohidratos refinados tiene varias consecuencias indeseables: a) diluye otros componentes esenciales de la dieta, especialmente proteínas, vitaminas y minerales; b) dietas altas en sacarosa, resultan en mayor prevalencia de caries dental; c) los carbohidratos son menos concentrados en energía que las grasas (4 contra 9 kcal/g), de manera que dietas con demasiados carbohidratos son de baja densidad energética y tienden a ser muy voluminosas y, por lo tanto, difíciles de ingerir. Este problema es especialmente serio en los niños de corta edad.

## L. FIBRA

La fibra alimentaria está formada por polisacáridos complejos y otros compuestos orgánicos que no son digeribles en el intestino delgado humano.

Cierta cantidad de fibra es importante para el normal funcionamiento gastrointestinal y para prevenir enfermedades como la constipación. Este efecto es debido a la capacidad que tienen los polisacáridos que forman algunas fibras, para poder retener mayor cantidad de agua a nivel del colon y con esto mejorar el volumen de la masa fecal. Además se ha encontrado que ayuda también a la prevención de la diverticulosis en esta parte del intestino.

Se ha observado que existe cierta asociación entre la ingestión de fibra alimentaria y la prevención o mejoría de otras alteraciones, tales como cáncer del colon, diabetes y aterosclerosis, pero al presente esta información está aún sujeta a estudio.

Existe alguna información con relación a que los ancianos metabolizan mayores cantidades de fibra que los jóvenes, probablemente por un tracto gastrointestinal más lento y modificaciones en la flora normal bacteriana.

Se considera que la dieta de un adulto joven debe de contener por lo menos 20 g diarios de fibra alimentaria. Esto se logra incorporando a la dieta cereales integrales, frutas, vegetales de hoja, y aun fuentes más concentradas tales como el salvado de trigo y el de avena.

Por último, es preciso tener en mente que los carbohidratos de la fibra alimentaria son indigeribles y no aportan energía al organismo. Dietas con demasiada fibra tienen, por lo tanto, bajas concentraciones de calorías por gramo y dificultan la satisfacción de los requerimientos energéticos, especialmente en el niño de corta edad.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Mitchell, H.S., H.J. Rynbergen, L. Anderson and M.W. Dibble. **Nutrition in Health and Disease.** New York, Lipincott Company, 1976, 651 p.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Los Carbohidratos en la Nutrición Humana.** Informe de una Reunión de Expertos de Alimentación y Nutrición. FAO, Roma, 1980, 105 p.
3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su Desarrollo.** (Informe editado por los Drs: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.
4. Whitney, E. and F.S. Sizer. **Nutrition. Concepts and Controversies.** St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.

## 4. LIPIDOS (GRASAS Y ACEITES)

### A. DEFINICION GENERAL E IMPORTANCIA NUTRICIONAL

"Lípidos" es un término genérico que incluye un gran número de compuestos que tienen como característica común el ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos como el éter, el cloroformo y el tetracloruro de carbono. Entre ellos se encuentran los triglicéridos, los fosfolípidos, los esteroides y los esfingolípidos.

Los lípidos de gran importancia nutricional son los triglicéridos (o grasas neutras), abundantes en muchos productos animales y vegetales. Aproximadamente 95% de los lípidos en los alimentos y en el organismo humano son triglicéridos. Los triglicéridos sólidos a temperatura ambiente moderada predominan en el reino animal; los que son líquidos a esta temperatura se les reconoce como "aceites" y predominan en el reino vegetal. Químicamente son compuestos formados por una molécula de glicerol y tres de ácidos grasos.

Los ácidos grasos son el componente más importante de los triglicéridos. Desde el punto de vista de su estructura química se clasifican en saturados e insaturados. Los saturados son predominantes en las grasas sólidas y los insaturados en los aceites. Los más comunes en las grasas saturadas son el ácido mirístico, el láurico y sobre todo el esteárico y el palmítico. Los insaturados se distinguen en dos grupos: no esenciales y esenciales. Ambos cumplen funciones importantes, pero los esenciales no pueden ser sintetizados por el organismo y su presencia en la dieta es indispensable, en contraste con los no-esenciales. El ácido oléico es

abundante en muchos aceites vegetales, principalmente el de oliva y es el más representativo de los no esenciales. Los ácidos grasos esenciales de la dieta incluyen el ácido linoleico y el alfa-linolénico. Del ácido linoleico ingerido se deriva metabólicamente en el organismo el ácido araquidónico que es el precursor de las prostaglandinas. Del ácido alfa-linolénico se derivan el ácido icosapentanoico y el decosahexanoico. Tanto los derivados del ácido linoleico como los del ácido alfa linolénico ejercen acciones de suma importancia en el control y movilización de los lípidos en el sistema cardiovascular.

Muchos otros compuestos orgánicos clasificados como lípidos son de importancia metabólica para el funcionamiento celular en los diversos órganos y tejidos, pero no son relevantes dietética y nutricionalmente por ser sintetizados por el organismo y no tener que ser necesariamente proveídos por los alimentos. Entre estos pueden citarse los fosfolípidos como la lecitina, los esfingolípidos y los esteroides y esteroides como el colesterol.

## **B. FUNCIONES**

La función más específica e importante de los triglicéridos es su aporte de ácidos grasos esenciales. Esta función no la cumplen las grasas saturadas por lo que la ingesta debe proveer una proporción de la grasa total como triglicéridos insaturados ricos en ácidos grasos esenciales. Las grasas y aceites cumplen otra función importante como fuente concentrada de energía (es el nutrimento que aporta la mayor cantidad de calorías por gramo). Además sirven de vehículo para la absorción, transporte y almacenamiento de vitaminas liposolubles. En un contexto

alimentario, estos compuestos confieren a los alimentos una textura y un sabor especial que los vuelve más apetecibles, así como dan una sensación de saciedad a quienes los ingieren.

### **C. DIGESTION Y ABSORCION**

La digestión inicial de los lípidos dietéticos comienza en la boca, donde estos compuestos estimulan la secreción de una enzima, la lipasa lingual. Esta enzima actúa en el estómago y es responsable de un 20 a un 30% de la digestión estomacal de los lípidos.

La presencia de grasa en el duodeno estimula la liberación de la hormona enterogastrona, destinada a disminuir la secreción y motilidad gástrica y hacer más lento el tiempo de vaciado estomacal. Probablemente el flujo con que la grasa entra en el duodeno está correlacionado con la capacidad de las enzimas lipolíticas del páncreas (lipasa pancreática; colesterol esterasa y fosfolipasa A) para manejar adecuadamente los lípidos que van entrando. La mayoría de lípidos que ingerimos son triglicéridos; sin embargo, pequeñas cantidades de fosfolípidos y ésteres de colesterol son también ingeridos.

Se ha comprobado que para que los triglicéridos sean absorbidos deben de pasar por un proceso que se detalla a continuación:

Emulsificación. Por la cual los glóbulos de grasa se fraccionan convirtiéndose en más pequeños; este proceso es habilitado por el flujo de sales biliares en el lumen;

Hidrólisis. Que es el rompimiento de parte de los triglicéridos por acción de la lipasa pancreática, dando origen a monoglicéridos y ácidos grasos;

Formación de micelas. Los pasos anteriores crean en el lumen una mezcla detergente ideal formada por las sales biliares, cierta cantidad de monoglicéridos, ácidos grasos libres y un pH de 6-8.5 que permite la formación de micelas (microgotas de grasa 0.5 micras);

Absorción y reesterificación. En esta fase los lípidos son ingresados al interior de las células de la mucosa del intestino delgado, y los ácidos grasos y monoglicéridos absorbidos son aquí recombinados a triglicéridos. Las micelas de la porción de triglicéridos que no sufren hidrólisis en el lumen pasan también hacia el interior de las células de la mucosa intestinal;

Transporte. Los triglicéridos absorbidos directamente y los reconstituidos, se preparan entonces para ser transportados al hígado por medio de su incorporación en quilomicrones que son partículas de triglicéridos cubiertos de lipoproteína, lo cual les confiere solubilidad en agua.

#### **D. METABOLISMO**

La grasa y los carbohidratos pueden intercambiarse como fuente de energía en grado limitado. Ambas sustancias producen energía al oxidarse en los tejidos. Sin embargo, esta oxidación se lleva a cabo en forma diferente. Durante el metabolismo, los ácidos grasos y el glicerol siguen distintas vías durante la oxidación. Los ácidos grasos se desdoblan en diferentes etapas hasta llegar a moléculas más pequeñas, y por último a anhídrido carbónico y agua, con

producción de energía metabólica. Los músculos y otros tejidos pueden utilizar el glicerol y los ácidos grasos directamente como fuentes energéticas, no así el cerebro y los glóbulos rojos que sólo pueden utilizar glucosa.

Después de una comida rica en grasa los lípidos sanguíneos aumentan a mayor velocidad de la que los tejidos los utilizan o almacenan, lo que origina una hiperlipidemia transitoria. La grasa se almacena de manera continua en las células del tejido adiposo para ser utilizada según las necesidades del organismo. La grasa corporal también puede formarse a partir de carbohidratos y en menor grado a partir de las proteínas.

El control dinámico del metabolismo de los lípidos descansa básicamente en dos procesos metabólicos que son la lipogénesis y la lipólisis. La lipogénesis es la formación de los triglicéridos y la lipólisis es su rompimiento o degradación. Entre ambos procesos se da el equilibrio de las grasas en el cuerpo, previniendo, bajo condiciones normales, una alta acumulación de grasa corporal o en el caso contrario, una pérdida excesiva de energía de reserva del organismo.

#### **E. REQUERIMIENTOS, RECOMENDACIONES Y FUENTES**

En términos de aporte energético, se considera recomendable que entre 25-30% del valor calórico total de la dieta provenga de grasas. Las cantidades mínimas aceptables se han estipulado con base en el 20% del valor calórico total de la dieta para sujetos mayores de 10 años y un 10% se considera como nivel crítico mínimo para las mismas edades. Para los niños

menores de 10 años se estima conveniente que la energía mínima que aporten las grasas esté cerca de un 25%.

Entre las fuentes principales de grasa de origen animal están las carnes de cordero, cerdo, res, pescados ricos en aceite, leche íntegra y sobre todo la manteca de cerdo y la mantequilla. Las grasas de origen animal carecen de cantidades apreciables de ácidos grasos esenciales por ser altamente saturadas, con excepción de los pescados ricos en aceite que son una muy buena fuente de ácidos de la serie alfa-linolénico. Las grasas de origen vegetal que en su mayoría son aceites, son más recomendables para el consumo humano, debido a su más fácil digestibilidad y el superior contenido de ácidos grasos esenciales que poseen (ácido linoleico). Entre las fuentes principales están el aguacate, las aceitunas, las nueces y la semilla de maíz, algodón y soya, con las cuales se elaboran aceitas comestibles para cocinar. El aceite de palma africana tiene una alta saturación, a diferencia de los de maíz, girasol, algodón y soya. El aceite de soya es además fuente de ácido alfa-linolénico.

## **F. CONSIDERACIONES SOBRE LA RELEVANCIA NUTRICIONAL DE LAS GRASAS**

El contenido de grasa en las dietas de las poblaciones del mundo varía ampliamente, desde un 10% o menos de la energía total de la ingesta en las áreas subdesarrolladas hasta un 40-50% o aún más en los países de avanzado nivel socioeconómico. Como ya se mencionó, es recomendable un contenido de un 25-30% de las calorías como grasa.

Este aporte de grasa debe contener cantidades adecuadas de ácidos grasos esenciales de la serie del ácido linoleico y del ácido alfa-linolénico. Hay que recalcar que los primeros abundan en los cereales integrales ricos en aceite y las semillas oleaginosas y los segundos principalmente en los pescados. Se estima que se necesita alrededor de un 3% de la energía total en forma de ácidos grasos esenciales (10-15% de la grasa total). El lactante necesita alrededor de un 5% y la leche materna lo suple ampliamente, lo mismo que la leche de vaca íntegra.

Dietas muy por debajo del contenido de grasa recomendada se caracterizan por una baja densidad energética (calorías por gramo) o sea son dietas con una masa muy voluminosa. Los individuos tienen así, que consumir una excesiva cantidad de alimentos para satisfacer sus necesidades energéticas. Este problema es particularmente serio en los niños de corta edad, quienes debido a su poca capacidad estomacal, se sacían antes de haber logrado ingerir suficientes calorías. Esta situación es común con las dietas tan pobres en grasa típicas en las poblaciones subdesarrolladas, y se considera como uno de los principales factores etiológicos de la desnutrición en infantes y niños de edad preescolar, tanto en sus formas moderadas como en su forma severa o marasmo. La deficiencia de ácidos grasos esenciales es rara; sólo puede ocurrir en dietas excesivamente pobres en grasa (menos del 10% de la energía total) o con una proporción muy alta de ácidos grasos saturados. Por otro lado, dietas con niveles de grasa muy por arriba del 30%, especialmente si esta grasa es muy saturada, se asocian con una alta incidencia de enfermedades degenerativas del sistema cardiovascular como arteriosclerosis, y con algunos tipos de cáncer. Además, por su muy alta cantidad de calorías por gramo, una ingesta

"normal" de estas dietas fácilmente resulta en un consumo excesivo de calorías y en obesidad. Esta situación es típica de las poblaciones de alto nivel socioeconómico.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Mitchell, H.S., H.J. Rynbergen, L. Anderson and M.W. Dibble. **Nutrition in Health and Disease.** New York, Lipincott Company, 1976, 651 p.
2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Las Grasas y los Aceites en la Nutrición Humana.** Informe de una Comisión de Expertos FAO. Roma, 1977, 90 p.
3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw). Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## 5. PROTEINAS

### A. DEFINICION

Las proteínas son componentes fundamentales de todos los órganos y tejidos. Es el componente más abundante en las células vivas y constituyen más del 50% de su peso seco.

En términos generales, puede afirmarse que las proteínas mantienen "unido" al organismo y controlan su funcionamiento, ya que son parte integrante de la piel, órganos internos, huesos, músculos, amortiguadores del pH del medio biológico, anticuerpos y transportadores de vitaminas y minerales en la circulación. Asimismo, forman parte integral de las vías de comunicación nerviosa y son el constituyente fundamental de las enzimas y algunas hormonas.

### B. COMPOSICION QUIMICA

Las proteínas son compuestos de alto peso molecular formadas por cadenas de unidades más pequeñas llamadas aminoácidos que se encuentran combinados entre sí por medio de sus grupos activos, el grupo amino (-NH<sub>2</sub>) y el grupo ácido carboxílico (-COOH), que forman uniones peptídicas (-NH-OOC). Desde el punto de vista nutricional los aminoácidos se dividen en esenciales y no-esenciales. Los esenciales son aquellos que no puede sintetizar el organismo y que deben ser proveídos por la dieta. Estos son: leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano, valina e histidina, este último particularmente para el infante. Los no-esenciales, en cambio, aunque son suplidos también por la dieta, pueden, además, ser

sintetizados por el organismo a partir de residuos de carbohidratos y nitrógeno orgánico y son los siguientes: alanina, arginina, asparagina, ácido aspártico, cisteína, cistina, ácido glutámico, glutamina, glicina, hidroxiprolina, prolina, serina y tirosina.

### **C. FUNCIONES**

Las funciones nutricionales más relevantes de las proteínas de la dieta son las de proveer nitrógeno y aminoácidos esenciales para la síntesis del inmenso número de proteínas específicas del organismo. Adicionalmente a lo anterior, las proteínas también son importantes como fuente de energía (sobre todo cuando los carbohidratos y las grasas no están disponibles en cantidades suficientes), y de nitrógeno orgánico para la síntesis de metabolitos activos nitrogenados de gran importancia. Además son fuente del azufre de los grupos sulfidrilo esenciales para muchas reacciones metabólicas.

### **D. DIGESTION**

Del contenido total de proteínas en el intestino, una pequeña cantidad se deriva de la ingesta de alimentos y la mayor parte proviene de fuentes endógenas tales como las secreciones digestivas y la descamación de las células. Ha sido calculado que en relación a la ingesta promedio de un hombre adulto, existe una contribución endógena adicional de alrededor de 70 g por día, que en parte es reabsorbida.

Las proteínas son digeridas en el tracto gastrointestinal a aminoácidos, por la acción de varias enzimas digestivas entre las cuales se encuentran la pepsina de origen gástrico, la tripsina

de origen pancreático, y la carboxi-peptidasa y la aminopeptidasa de origen intestinal. Al concluir el proceso digestivo el lumen intestinal contiene una mezcla de aminoácidos libres y algunos fragmentos de 2 a 5 aminoácidos (péptidos) que han escapado a la digestión completa. Esta mezcla está lista para ser absorbida.

## E. ABSORCION

La absorción de los aminoácidos es rápida y activa, necesitando para ello mecanismos específicos con participación del sodio, los cuales transportan a los aminoácidos desde el intestino delgado a la vena porta, por la cual son llevados hacia el hígado para que sean metabolizados. La absorción no es completa y la porción del nitrógeno proteínico no absorbido se excreta en las heces. A este se agrega la porción de nitrógeno proteínico derivado de secreciones y descamación intestinal que escapa a la reabsorción. De aquí se deriva el concepto de **digestibilidad** que es el porcentaje de proteínas ingerido que es absorbido, expresado como nitrógeno (N)

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{N ingerido} - \text{N fecal}}{\text{N ingerido}} \times 100$$

## F. METABOLISMO

Los aminoácidos absorbidos son, como ya se mencionó, llevados por la vena porta hasta el hígado donde algunos son aprovechados para síntesis proteínica o metabolizados, y otros pasan por la circulación general a los diferentes órganos y tejidos donde son incorporados a

proteínas específicas. La síntesis o recombinación de aminoácidos continúa durante toda la vida aun cuando ya haya terminado el crecimiento debido a que las proteínas están en constante estado dinámico de intercambio, destrucción y renovación. Existe, pues, un permanente proceso de síntesis (anabolismo) y destrucción (catabolismo). En este proceso hay una porción del nitrógeno proteínico que no se utiliza y se desperdicia, excretándose por la orina principalmente como urea (N urinario). A la relación cuantitativa entre el nitrógeno ingerido y el excretado se le denomina balance proteínico o más comunmente balance de nitrógeno.

$$\text{Balance de N} = \text{N ingerido} - \text{N excretado (urinario + fecal)}$$

El balance puede ser: "positivo" cuando el N ingerido es mayor que el excretado, caso en el cual hay ganancia de masa proteínica corporal; este estado es típico del crecimiento, el embarazo y la recuperación de estados patológicos, como infecciones que hayan causado pérdidas anormales de proteínas. "De mantenimiento" cuando el N ingerido es igual al excretado, estado normal en el adulto; y "negativo" cuando el N excretado es más que el ingerido, estado prevalente en infecciones febriles, otras condiciones patológicas como cancer y la fase terminal de la vejez.

## **G. CALIDAD NUTRICIONAL DE LAS PROTEINAS DE LOS ALIMENTOS Y LAS DIETAS**

La calidad nutricional de las proteínas de los alimentos depende de su digestibilidad por una parte y de la utilización biológica de las mismas una vez digeridas y absorbidas. El concepto de digestibilidad ya fue discutido anteriormente.

La utilización biológica depende primordialmente de la proporción relativa de los aminoácidos esenciales de la proteína.

Los aminoácidos esenciales son requeridos por el organismo en cantidades y proporciones específicas conocidas y de esta información se deriva el patrón ideal de requerimientos.

Entre más se acerca el patrón de aminoácidos de una proteína al patrón ideal más alto es su índice de utilización. Una proteína que tuviera un patrón igual al ideal tendría una utilización de 100%. La proteína de la leche materna cumple esencialmente esa condición para el lactante. Por definición, estas proteínas son de alta calidad biológica.

Si una proteína tiene un déficit de uno o más aminoácidos esenciales con relación al patrón ideal su calidad biológica será correspondientemente más baja. El aminoácido esencial que esté en mayor déficit (aminoácido más limitante) determina el valor de utilización de la proteína. Por ejemplo si ésta contiene sólo el 50% del contenido de lisina del patrón y 60% de triptófano su valor de utilización será 50. A la razón entre el contenido del aminoácido más

limitante de una proteína y el contenido del mismo en el patrón ideal se le denomina puntaje de aminoácidos.

$$\text{Puntaje} = \frac{\text{contenido del aminoácido más limitante en la proteína}}{\text{contenido del mismo aminoácido en el patrón}} \times 100$$

El indicador que más realísticamente representa la calidad nutricional de una proteína es el puntaje multiplicado por la digestibilidad (puntaje de aminoácidos x digestibilidad %). Este indicador coincide bien con indicadores biológicos determinados en animales experimentales, como el NPU o utilización neta proteínica.

Las proteínas de los alimentos animales son en general de alto puntaje (cerca de 90 o más) y además, de alta digestibilidad. Las de origen vegetal, tales como de cereales y semillas leguminosas, tienen en general puntajes significativamente más bajos y su digestibilidad es también menor.

Existen enfoques para incrementar la calidad nutricional de estas proteínas mejorando su patrón de aminoácidos esenciales: (a) uno de ellos consiste en agregar cierta cantidad de los aminoácidos que son deficientes en la proteína en cantidades calculadas para corregir el déficit de éstos aminoácidos limitantes; por ejemplo, suplementando el maíz con lisina y triptófano. La factibilidad de este enfoque es muy limitada debido a razones tecnológicas y al alto costo de los aminoácidos necesarios. (b) El segundo enfoque se fundamenta en el concepto de

complementación proteínica. Consideráanse por ejemplo dos proteínas teóricas, proteína A y proteína B, de muy baja calidad nutricional. La proteína A tiene un puntaje bajo por tener un déficit de metionina en relación al patrón ideal de requerimientos, pero contiene una cantidad amplia de lisina. La proteína B también tiene un bajo puntaje debido a un déficit de lisina, pero tiene amplio contenido de metionina. Si estas entonces se combinan, el déficit de la proteína A se corrige con la lisina de la proteína B y el déficit de la proteína B se corrige con la metionina de la proteína A, resultando en un puntaje mucho más elevado que el de las proteínas aisladas y una mejor utilización biológica. Un ejemplo clásico es la combinación de maíz y frijol. El déficit de lisina y triptófano del maíz (puntaje alrededor de 50) se corrige en buena parte porque el frijol los contiene y el déficit de metionina en el frijol (puntaje aproximado 48-50) se compensa por la cantidad suficiente de metionina que contiene el maíz. Una mezcla de 75 partes de maíz y 25 partes de frijol logra un puntaje por arriba de 75. Este fenómeno de complementación ocurre naturalmente en las dietas mixtas compuestas por variados ingredientes proteínicos. Cuando las dietas son extremadamente simples, esencialmente a base de cereales, es muy importante promover y estimular el consumo de una proporción de leguminosas.

## **H. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

Cuando se habla de requerimientos de proteínas, estos se entienden en función de las necesidades fisiológicas de nitrógeno proteínico y de las cantidades y proporciones de los aminoácidos esenciales necesarios para asegurar una adecuada síntesis proteínica. Estos requerimientos varían con la edad cuando se expresan por kilogramo de peso corporal desde

muy altos para crecimiento y bajo para mantenimiento en la infancia hasta un requerimiento relativo predominante para mantenimiento y una proporción muy pequeña para crecimiento en la fase inmediatamente previa a la madurez completa. En el adulto el requerimiento es exclusivamente de mantenimiento. En el embarazo se agrega de nuevo un requerimiento para crecimiento (desarrollo del feto y de la placenta principalmente) y en la lactancia se requieren proteínas adicionales para la producción de leche materna.

Mientras que los requerimientos representan las necesidades fisiológicas (a nivel del organismo), las recomendaciones son las cantidades de proteína que es preciso ingerir con la dieta para que después de pasar por los procesos de digestión y utilización, satisfagan los requerimientos. Es obvio, por consiguiente, que la magnitud de las cifras recomendadas tiene que ajustarse a la calidad nutricional de las proteínas de las dietas consumidas por las poblaciones para las cuales se hacen dichas recomendaciones de ingesta. Para dietas que proveen proteínas de inferior calidad (baja digestibilidad o baja utilización biológica) las ingestas recomendadas serían más altas que para dietas con proteínas de muy alta calidad. Las recomendaciones de proteínas discutidas en estas notas son las propuestas recientemente (1987) por la reunión de expertos convocada por la Universidad de las Naciones Unidas y la Fundación CAVENDES de Venezuela sobre "Guías de Alimentación", ya que éstas fueron propuestas para

Ingesta diaria recomendada con un margen de seguridad para cubrir las necesidades de casi toda la población.<sup>1</sup>

Edad	Ingesta recomendada, g/kg/día	
	Proteína de buena calidad <sup>2</sup>	Proteína de dieta mixta <sup>3</sup>
<b>Niños</b>		
4 - 6 meses	1.85	2.5
7 - 9 meses	1.65	2.2
10 - 12 meses	1.50	2.0
1.1 - 2 años	1.20	1.6
2.1 - 3 años	1.15	1.55
3.1 - 5 años	1.10	1.5
5.1 - 12 años	1.00	1.35
<b>Hombres</b>		
12.1 - 14 años	1.00	1.35
14.1 - 16 años	0.95	1.3
16.1 - 18 años	0.90	1.2
18.1 y más años	0.75	1.0
<b>Mujeres</b>		
12.1 - 14 años	0.95	1.3
14.1 - 16 años	0.90	1.2
16.1 - 18 años	0.80	1.1
18.1 y más años	0.75	1.0
	Cantidad adicional por día (g)	Cantidad adicional por día (g)
<b>Embarazo</b>	6	8
Lactancia primeros 6 meses	17	23
Lactancia después de 6 meses	12	16

Fuente: Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Guías de Alimentación: Bases Para Su Desarrollo en América Latina (informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988.

<sup>1</sup> Calculado con base en recomendaciones FAO/OMS/UNU (1985).

<sup>2</sup> Leche o huevos, los datos para niños menores de 6 meses se aplican a niños cuya proteína dietética no proviene exclusivamente de leche materna.

<sup>3</sup> Proteína con digestibilidad verdadera de 80-85% y calidad aminoacídica de 90% en relación a la leche o huevo.

aplicación en América Latina. Asumiendo una dieta mixta con proteína de calidad intermedia, la ingesta recomendada para un adulto varón o mujer es de 1 g/kg/día. Para la mujer embarazada se recomiendan 8 g diarios adicionales y para la mujer lactante 23 g y 16 g adicionales para los primeros y segundos 6 meses, respectivamente. Como un ejemplo adicional, la recomendación diaria para un infante de 4-6 meses es de 2.5 g/kg y para un niño de 5.1-12 años es de 1.35 g/kg (ver Cuadro 1, página 34). Para los infantes con alimentación exclusiva al seno la leche materna satisface plenamente sus requerimientos.

## **I. FUENTES ALIMENTARIAS**

Las mejores fuentes de proteínas son los alimentos de origen animal tales como la leche y sus derivados proteínicos (quesos), la carne de res, de cerdo y de aves de corral y el pescado. Los huevos son también una muy buena fuente. Las proteínas de este grupo de alimentos son de alta calidad nutricional y las recomendaciones diarias citadas para dietas mixtas que las contienen en cantidades usuales no necesitan prácticamente ninguna corrección o ajuste. De los alimentos de origen vegetal, los cereales y las leguminosas son cuantitativamente los más importantes contribuyentes a la ingesta proteínica sobre todo en las poblaciones subdesarrolladas. La calidad nutricional de éstas es, por lo general, muy inferior cuando se consumen casi como fuente exclusiva de proteínas como parte de dietas demasiado simples. Si este fuera el caso, las recomendaciones deberían corregirse para compensar dicha baja calidad nutricional. Por ejemplo, si la proteína de la dieta tuviera un 60% de utilización en relación a una proteína ideal (y en términos prácticos en relación a proteínas de huevo o leche) la corrección sería:

$$\frac{[\text{Recomendación básica de proteína ideal}] \times 100}{60}$$

Es muy importante hacer notar aquí que afortunadamente los cereales van muy a menudo acompañados de leguminosas (frijol) y aunque no siempre en la proporción más deseable, se produce cierto grado de complementación de aminoácidos, ya explicada anteriormente. Aunque su contenido proteínico es muy bajo, las verduras y hortalizas contribuyen también con algo de aminoácidos en las dietas mixtas. Las peores dietas desde el punto de vista proteínico son aquellas muy simples en que la ingesta energética viene predominantemente de tubérculos y raíces farináceas, las cuales tienen muy poca proteína y de baja calidad.

## **J. CONSIDERACIONES SOBRE LA SITUACION NUTRICIONAL DE LAS PROTEINAS**

Las proteínas son consumidas por los individuos de una población como parte de la dieta, la cual bajo condiciones normales debe ingerirse en cantidades que satisfagan los requerimientos energéticos. Esto implica que las dietas deben tener una concentración de proteínas tal que cuando se satisfagan los requerimientos de calorías también se estén llenando las necesidades proteínicas. Esta proporción se expresa con el P<sup>c</sup>% o sea la concentración de proteínas (expresadas en calorías) como por ciento de las calorías totales.

$$P^c\% = \frac{\text{Proteínas (gramos)} \times 4^*}{\text{Calorías totales}} \times 100$$

---

\* 4 = número de kilocalorías por gramo de proteína.

En general se considera que un P% entre 12 y 15 es adecuado. Este, combinado con 25 a 28% de calorías de grasa y 60% de calorías de carbohidratos son proporciones muy deseables y contribuyen a evitar la gluconeogénesis con desperdicio de proteínas en exceso para fines energéticos.

La insuficiente ingesta de proteínas conduce a deficiencia proteínica en los individuos, la cual puede presentarse en formas ligeras y moderadas crónicas o clínicamente agudas y severas. En las poblaciones subdesarrolladas, la deficiencia proteínica va por regla muy general acompañada de deficiencia energética. Aunque los adultos y niños mayores están siempre definitivamente expuestos a este problema nutricional, son los infantes en la fase post-destete y los niños de edad preescolar los que reciben el mayor daño de esta deficiencia múltiple que se reconoce clásicamente como "malnutrición proteínico-energética" (MPE). A nivel de extremos se pueden identificar dos síndromes clínicos severos, el marasmo o MPE de tipo marasmático en el cual predomina la deficiencia energética sobre la proteínica y se presenta sobre todo durante la lactancia tardía y principios del destete (< 2 años) y el tipo Kwashiorkor donde predomina la deficiencia de proteínas sobre las energéticas, y se observa más a menudo en la edad preescolar. Entre estos dos extremos se observan formas intermedias en que ambas deficiencias coexisten en grado similar. No se entrará aquí a describir las características clínicas de estos síndromes, los cuales pueden encontrarse en textos de nutrición y artículos científicos especializados.

La malnutrición proteínico-energética crónica (moderada y ligera) puede abarcar a todos los grupos de edad y su manifestación mejor definida es un retardo marcado de la velocidad de crecimiento físico (peso y talla) y del desarrollo biológico del ser humano.

La malnutrición proteínico-energética en poblaciones conlleva una alta mortalidad, especialmente agravada por el efecto sinérgico entre infección y malnutrición.

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Mitchell, H.S., H.J. Rynbergen, L. Anderson and M.W. Dibble. **Nutrition in Health and Disease.** New York, Lipincott Company, 1976, 651 p.
2. Organización Mundial de la Salud. **Necesidades de Energía y Proteínas.** Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985, 220 p. (Serie de Informes Técnicos 724).
3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw). Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## **6. ENERGIA**

### **A. PRINCIPIOS DE CALORIMETRIA**

La energía producida por los seres vivos es el resultado de procesos oxidativos intracelulares. La ventaja biológica primaria no está en la producción de calor sino en la transformación de la energía contenida en los alimentos a una forma de energía que puede ser utilizada por el organismo mismo para hacer su trabajo interno y externo.

El calor procedente de las oxidaciones celulares es un subproducto del metabolismo, esencial para el mantenimiento de la temperatura corporal normal. Cuando la energía se transforma de una forma a otra, como ocurre en el metabolismo de las sustancias nutritivas en las células, la capacidad de la energía total para ejecutar trabajo decrece. La transformación de energía química de los carbohidratos y grasas solamente puede ser convertida en energía metabólicamente utilizable de un 33 a un 40%; el resto se disipa en forma de calor. El máximo de energía de las proteínas utilizable metabólicamente es de alrededor de 32 a 34%.

### **B. CONTENIDO ENERGETICO DE LOS ALIMENTOS Y SU CONVERSION A ENERGIA METABOLIZABLE**

Cuando los alimentos son sometidos a combustión total fuera del cuerpo, producen una cantidad de energía que representa el valor máximo y no representa la energía disponible para las células corporales. Ningún nutriente se absorbe completamente, por lo tanto, parte de su energía potencial no entra al organismo y se excreta por las heces. Se ha estimado la

digestibilidad de la mayoría de los nutrimentos, y las cifras promedio aceptadas universalmente son:

Carbohidratos	97%
Grasas	95%
Proteínas <sup>4</sup>	92%

Cuando la energía de combustión se corrige considerando la pérdida que se produce en la digestión y la contenida en sustancias residuales nitrogenadas no metabolizables excretadas en la orina, el valor energético de los alimentos se designa como energía disponible o valor de combustión fisiológico.

Estas cifras así corregidas, conocidas como los valores de ATWATER son las siguientes:

	<u>Kcal/g</u>
Carbohidratos	4
Grasa	9
Proteína	4

---

<sup>4</sup> Esta cifra corresponde a una proteína de buena calidad.

### **C. COMPONENTES DEL GASTO ENERGETICO**

Los factores más significativos que afectan los requerimientos energéticos de un individuo son los siguientes: el metabolismo basal, el efecto calorigénico de los alimentos y la actividad física.

El metabolismo basal se refiere al gasto energético requerido para mantener las funciones vitales tales como la respiración y las funciones digestivas, el latido cardíaco y la temperatura corporal. El metabolismo basal es proporcional al área corporal superficial de un individuo y, por lo tanto, es similar para individuos de tamaño parecido. Otros factores que condicionan el metabolismo basal son: la edad, el sexo, el embarazo y la composición corporal.

El efecto calorigénico de los alimentos es el incremento de calor que sigue a la ingestión de una comida, y es relativamente muy pequeño. Ha sido observado que el incremento en la producción de calor, es mayor al ingerir proteínas que cuando se ingieren carbohidratos y grasas. Cuando se ingiere una dieta mixta con todos los nutrimentos, el efecto calorigénico representa alrededor de un 6% de la ingesta.

Partiendo de la suposición de que la tasa metabólica basal es constante en individuos de un mismo tamaño corporal, y que el efecto calorigénico de los alimentos no es muy significativo, la actividad física es el componente más variable del gasto energético a nivel individual o a nivel de grupos de población.

El gasto energético para una determinada actividad es afectado considerablemente por el tamaño corporal, así como por la intensidad de la actividad. La edad, el sexo y el estado fisiológico del embarazo y la lactancia son también factores determinantes de las variaciones en el gasto energético total.

Se ha especulado que las necesidades de energía son afectadas por el clima (principalmente por la temperatura ambiental) pero en la realidad en todas las culturas los individuos se protegen de cambios extremos aumentando o disminuyendo su vestimenta y modificando hábitos de vida.

#### **D. REQUERIMIENTOS ENERGETICOS**

El concepto integral formulado por FAO-OMS-UNU (1985) debe servir de base para la estimación de los requerimientos. Este grupo de expertos define que las necesidades energéticas de un individuo son las cantidades de energía alimentaria que debe ingerir para compensar su gasto energético, para que de acuerdo con su tamaño, composición corporal y actividad física éstas sean compatibles con un estado duradero de buena salud y el mantenimiento de un nivel de actividad física económicamente necesario y socialmente deseable. En niños y mujeres embarazadas y lactantes las necesidades de energía incluyen, además, las asociadas con la formación de tejidos (crecimiento) o la secreción normal de leche materna.

El infante alimentado al seno recibe un aporte adecuado de la madre, si ésta es sana y bien nutrida, por lo menos durante los primeros 4 a 6 meses de vida. Alrededor de esta edad se recomienda la introducción gradual de alimentación suplementaria.

En el Cuadro 2 (página 44) se encuentran las necesidades energéticas por grupos de edad y categorías de actividad ocupacional, expresadas en kcal por kg por día y en kcal por día.

#### **E. INTERRELACION ENTRE PROTEINA Y ENERGIA**

La deficiencia en el consumo energético afecta directamente la utilización de las proteínas en el organismo. En efecto, bajo condiciones normales el organismo metaboliza prioritariamente carbohidratos y grasas para satisfacer sus necesidades energéticas, pero cuando la ingesta de estos nutrientes energéticos es insuficiente, el destino de las proteínas se desvía de sus funciones primarias hacia la producción de energía, y como consecuencia, resulta un incremento secundario en los requerimientos de proteína dietética. En términos fisiológico-nutricionales esto se traduce en un balance de nitrógeno con tendencias a negativo en el adulto o a menos positivo que lo esperado en el niño en crecimiento y la mujer embarazada, ya que las pérdidas de nitrógeno urinario se incrementan. Por las razones mencionadas se dice que las grasas y principalmente los carbohidratos ejercen un efecto de "ahorro" de proteínas. Por las mismas interrelaciones, una deficiencia energética severa y aguda, puede conducir rápidamente a un estado de malnutrición proteínico-energética severa.

## CUADRO 2

Ejemplos de requerimientos promedio de energía alimentaria calculados en base a las recomendaciones FAO/OMS/UNU, 1985\*

Edad, años	Sexo	Actividad ocupacional	kcal/kg/día	Peso kg.	kcal/día
0.3-3	M - F		100	Varía según la edad	Varía según la edad
0.1-5	M - F		95	16.5	1,550
5.1-7	M - F		88	20.5	1,800
7.1-10	M		78	27	2,100
	F		67	27	1,800
10.1-12	M		64	34	2,200
	F		54	36	1,950
12.1-14	M		55	42	2,350
	F		46	43	2,000
14.1-18	M	Ligera	54-45	45-55	2,450
		Moderada	58-52	45-55	2,750
		Intensa	67-61	45-55	3,200
14.1-18	F	Ligera	48-42	40-50	2,000
		Moderada	51-45	40-50	2,150
		Intensa	56-49	40-50	2,350
18.1-65	M	Ligera	41-36	60-75	2,600
		Moderada	48-43	60-75	3,050
		Intensa	55-50	60-75	3,500
18.1-65	F	Ligera	41-35	45-60	1,950
		Moderada	44-37	45-60	2,100
		Intensa	48-41	45-60	2,300
>65	M	Ligera	29	65	1,900
		Moderada	34	65	2,200
		Intensa	40	65	2,600
>65	F	Ligera	30	55	1,650
		Moderada	34	55	1,850
		Intensa	33	55	2,100

Fuente: Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Guías de Alimentación para América Latina: Bases Para Su desarrollo en América Latina (Informe editado por los Drs.: J. M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw). Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988.

\*

- Para los niños (edad de crecimiento) los pesos que se deben tomar como base para calcular el requerimiento en kcal por día, son los pesos esperados para niños normales bien nutridos según edad y sexo, que son los que aparecen en este cuadro hasta los 14 años (fuente: National Center for Health Statistics).
- En el caso de los adultos que ya han detenido su crecimiento en talla, se recomienda multiplicar las kcal/kg/día por el peso normal esperado para la talla real, ya que no sería lógico esperar que un sujeto de pequeña estatura se le asignara un peso "normal" para un individuo de mayor talla o viceversa.
- Para los mayores de 14 años el peso corporal usado para calcular las kcal/día (última columna) son el punto medio del intervalo de peso de la columna anterior: como ejemplo, si se quisiera ser más exacto habría que usar los pesos normales esperados para la talla real en la población particular donde estos requerimientos se están aplicando.
- Durante el embarazo y la lactancia se requieren 285 y 500 kcal adicionales diarios, respectivamente.

## **F. CONSECUENCIAS DE EXCESOS DE INGESTA ENERGETICA**

Cuando la ingesta de energía de un individuo sobrepasa a su gasto energético, el exceso se acumula en el organismo en forma de grasa en el tejido adiposo. Si esta situación se vuelve crónica, conduce a obesidad. Aparte de sus desventajas físicas y psicológicas, esta condición está asociada con un incremento en el riesgo a varias alteraciones de la salud, tales como enfermedades degenerativas del sistema cardiovascular, algunos tipos de cáncer y, en general, elevadas tasas de mortalidad.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Organización Mundial de la Salud. **Necesidades de Energía y Proteínas.** Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985, 220 p. (Serie de Informes Técnicos 724).
2. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo.** (Editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw) Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES 1988, 415 p.

## **7. AGUA**

### **A. CONTENIDO CORPORAL Y FUNCIONES**

El agua es el constituyente más abundante del organismo, ocupando del 55 al 65% del cuerpo de un hombre adulto. La mujer adulta tiene entre 50 y 55% debido a su menor cantidad de tejido muscular y mayor contenido de grasa. Un hombre adulto de 65 kg de peso contiene alrededor de 40 litros distribuidos en el compartimiento intracelular (25 litros) y el extracelular (15 litros).

El agua es el medio básico donde se efectúan todas las reacciones bioquímicas del organismo, así como el medio de transporte de los nutrimentos y muchísimos compuestos metabólicos y sustancias activas, tales como las hormonas, muchas enzimas, factores inmunes y productos de degradación. Aun las grasas que son básicamente insolubles en agua, forman complejos prácticamente hidrosolubles para ser transportados por la circulación y a través de todo el medio acuoso del organismo. El agua conduce a los productos de desecho del metabolismo para su excreción por los riñones, el sudor y en menor grado el intestino.

### **B. APORTE Y EXCRECIÓN DE AGUA**

La ingesta bruta en la dieta comprende el agua de bebida y el agua contenida en los alimentos. Además, a los tejidos está disponible el agua metabólica generada por la combustión o metabolismo completo de los componentes energéticos de la dieta, los carbohidratos, las grasas y las proteínas. En vías de ilustración, la utilización de 3,000 kcal de una dieta mixta con

12% de proteína, 60% de carbohidratos y 28% de grasa genera aproximadamente 400 ml de agua metabólica.

El agua de bebida y el agua de hidratación de los alimentos es muy variable y depende de varios factores como el clima y el tipo de alimento. Por ejemplo la naranja, la sandía y frutas similares tienen un gran contenido de agua, mientras otros alimentos como los cereales, leguminosas y tubérculos contribuyen en mucho menos. Bajo condiciones ordinarias un hombre adulto ingiere alrededor de 2,000 a 2,500 ml de estas dos fuentes combinadas.

Las pérdidas de agua se efectúan por la orina, la piel (pérdidas insensibles por evaporación y sudor), las heces y los pulmones, esta última en forma de vapor de agua en el aire expirado.

El contenido de agua del organismo debe mantenerse muy constante. Moderadas variaciones pueden afectar la salud y grandes variaciones por pérdidas patológicas pueden ser hasta fatales. El organismo posee un mecanismo muy eficiente de regulación del balance de agua, incluyendo la sensación de sed y la reducción del volumen de orina cuando el contenido normal de agua corporal tiende a disminuir. Las variaciones en las pérdidas por el sudor son grandes, desde menos de 1 litro por día en individuos sedentarios en climas templados hasta cerca de 10 litros en sujetos con actividad física intensa en climas cálidos .

Bajo condiciones de severa restricción de ingesta de alimentos se le debe dar gran prioridad a la provisión de agua. Este es el factor crítico en la inanición, en la cual hay producción metabólica excesiva de nitrógeno ureico de las proteínas y de productos de la degradación incompleta de las grasas (cuerpos cetónicos) que son tóxicos para el organismo y necesitan cantidades suficientes de agua para ser eliminados.

### **C. REQUERIMIENTOS E IMPORTANCIA DEL AGUA EN CONDICIONES ESPECIALES**

Es imposible determinar un requerimiento exacto para cualquier situación, debido a los varios factores ya mencionados que aumentan o disminuyen las pérdidas de agua. Bajo condiciones ordinarias se considera adecuado un aporte de 1 ml de agua por kcal para los adultos y niños mayores y de 1.5 a 1.2 ml/kcal para infantes lactantes y niños de corta edad, respectivamente. De este requerimiento, más de la mitad viene del agua de los alimentos y el resto como agua de bebida.

Es preciso mencionar que en general, el nutricionista o dietista no tiene que preocuparse por la regulación de la ingesta de agua de grupos de población o de individuos, excepto en casos de diarrea, enfermos con fiebre alta, pacientes comatosos o pérdidas excesivas por condiciones ambientales muy extremas.

Cuando las pérdidas de agua son excesivas y no se han compensado con un incremento en la ingesta, se puede llegar a un estado de deshidratación, especialmente peligroso en el infante

y en el niño de corta edad. Esta es la más seria complicación de las diarreas y de la malnutrición proteínico-energética en su forma clínica severa como el kwashiorkor. En esta última condición hay un trastorno en el movimiento y distribución del agua corporal, con acumulación en el espacio intersticial y la aparición del signo clínico conocido como edema.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. The National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.
2. Withney, E. N. and F.S. Sizer. **Nutrition Concepts and Controversies.** St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.

## 8. SODIO Y POTASIO

### SODIO

El sodio está localizado predominantemente en el fluido extracelular donde ejerce su función primaria en el mantenimiento de la presión osmótica que regula los volúmenes relativos de agua en los compartimientos extra- e intracelulares. Está además involucrado en la respuesta del sistema cardiovascular a los agentes que afectan la presión arterial.

El sodio se encuentra esencialmente en todos los alimentos, siendo los de origen animal más ricos que los de origen vegetal. La ingesta de sodio intrínseco de los alimentos naturales es relativamente baja y su nivel depende del tipo de alimentos de la dieta. El aporte más abundante y realmente significativo proviene del consumo de cloruro de sodio o sal de mesa, el cual varía mucho en diferentes poblaciones, principalmente obedeciendo a hábitos culinarios asociados con factores culturales. Encuestas dietéticas han revelado consumos diarios por persona entre 5 y 20 g de sal.

El riñón es primariamente el órgano responsable del mantenimiento del balance de sodio en el organismo. Cuando la ingesta de sodio es insignificante las pérdidas urinarias decrecen a nivel cerca de cero. A la inversa, cuando la ingesta aumenta la excreción urinaria se eleva concomitantemente. La hormona aldosterona regula este proceso. El sodio se pierde también por otras vías, de las cuales aparte de la orina, la más importante es la piel.

Actualmente, parece claro que en un sentido estricto, no hay un requerimiento de cloruro de sodio como tal, por encima de la cantidad de sodio contenido naturalmente en los alimentos. Los procesos fisiológicos pueden mantenerse normales sin el agregado deliberado de sal durante su preparación culinaria o en la mesa. Es curioso, sin embargo, y aun inexplicable, que para la mayoría de las civilizaciones, primitivas o desarrolladas, la sal común se ha vuelto un condimento indispensable en gran demanda. Se ha especulado que el "apetito" por cloruro de sodio se genera por la relativa alta ingesta de potasio cuando se consumen dietas donde predominan los alimentos vegetales, lo cual aumenta la eliminación renal de sodio. Es interesante que los animales herbívoros como el ganado vacuno y el caballo requieren, o tienen un apetito por cloruro de sodio adicional, no así los carnívoros, probablemente porque estos últimos ingieren suficiente sodio en las carnes y la sangre.

En poblaciones con consumos diarios de sal común entre 10-15 g, de 20 a 30% de individuos con presión arterial normal (normotensos) son sensibles al efecto perjudicial del sodio aumentándoseles su presión arterial. Con ingestas de sal aún mayores, la proporción de individuos afectados podría ser más alta.

Debe advertirse, sin embargo, que alrededor de 60-80% de individuos normotensos no son perjudicados por estos consumos de sal.

En función del sector susceptible y considerando lo innecesario de altas ingestas, el grupo de expertos UNU-CAVENDES recomienda que el consumo no exceda de 5 g diarios. Para

lograr esto es necesario acostumbrarse a usar menos sal al cocinar, y romper el hábito de agregar sal "del salero" a las comidas en la mesa.

Un enfoque preventivo y educativo en relación al niño es evitar el agregado innecesario de sal a los alimentos infantiles, tanto por el daño potencial a la larga, como porque al usarlos demasiado se está contribuyendo a crear un hábito indescable.

Por último es preciso recordar que en condiciones de sudoración intensas puede justificarse incrementar la ingesta hasta 10 g por día.

## **POTASIO**

El potasio es esencial para múltiples aspectos del funcionamiento del organismo. En contraste con el sodio, se encuentra predominantemente en el interior de las células, siendo su concentración intracelular alrededor de 30 veces mayor que en el compartimiento extracelular.

El potasio es esencial para la función de muchas enzimas. La concentración diferencial de sodio y potasio entre el exterior y el interior de las células es crítica para mantener el potencial eléctrico a través de la membrana celular y, por ende, de la excitabilidad muscular y la conducción del impulso nervioso.

El balance de potasio en el organismo se lleva a cabo principalmente por un mecanismo renal. No se reflejan variaciones relativamente grandes en la ingesta en fluctuaciones en su

concentración en el plasma sanguíneo ni en las células de los tejidos. La regulación homeostática del potasio está en cierto grado relacionada fisiológicamente con la del sodio.

El potasio está muy distribuido en los alimentos siendo los vegetales los que lo contienen en mayor cantidad. Las dietas más variadas proporcionan suficiente potasio para satisfacer las necesidades, por lo que su deficiencia en sujetos normales es inexistente. No se justifica proponer recomendaciones estrictas de aportes diarios de potasio. Consumos entre 2 y 5 g diarios son compatibles con un buen estado de salud en el adulto. Las necesidades del infante de 0 a 6 meses caen dentro de los límites de 120 a 750 mg por día, cantidades que son normalmente suplidas por la leche materna. Entre la infancia y la edad adulta las ingestas aumentan gradualmente con la edad en proporción a los aportes dietéticos de energía y proteínas.

La hipopotasemia (deficientes niveles de potasio sanguíneo) sólo se presenta asociada a condiciones patológicas como fallo renal, trauma severo, insuficiencia adrenal y diarreas prolongadas.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.**
2. **Withney, E.N. and F.S. Sizer. Nutrition Concepts and Controversies. St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.**

## **9. VITAMINA "A"**

### **A. INTRODUCCION**

La vitamina A está catalogada entre los factores liposolubles y es esencial para la visión, el crecimiento y desarrollo, la integridad de los epitelios y las mucosas, la reproducción y el normal funcionamiento del sistema inmunológico.

### **B. NATURALEZA Y FUENTES**

La actividad de vitamina A de las dietas proviene de la vitamina A pre-formada o retinol y de varios compuestos llamados carotenos que como tales no tienen actividad vitamínica, pero al ser ingeridos y absorbidos dan origen a retinol (vitamina propiamente dicha). Por esta razón se les reconoce como precursores de vitamina A. Entre éstos, los más importantes son el beta-caroteno, el alfa-caroteno y la criptoxantina.

El retinol (vitamina A pre-formada) está exclusivamente presente en los alimentos de origen animal, siendo las fuentes más ricas las vísceras particularmente el hígado, y los aceites de pescado. La leche íntegra, los huevos y los subproductos de éstos como los quesos grasos, la mantquilla y alimentos preparados con yema de huevo son también fuentes de consideración.

Los carotenos con actividad potencial de vitamina A se encuentran en abundancia en las hojas de color verde oscuro como las espinacas, la acelga, las hojas de remolacha, en las verduras de color amarillo intenso como las calabazas amarillas, el camote y la zanahoria, y en

varias frutas amarillo anaranjadas, en especial la papaya, el mango y el mamey. Además, el maíz amarillo contiene cantidades apreciables de criptoxantina.

### **C. DIGESTION, ABSORCION, TRANSPORTE Y METABOLISMO**

De la sección anterior se deduce que con una dieta mixta se ingiere una mezcla de vitamina A pre-formada y carotenos.

La vitamina es liberada de sus formas combinadas (ésteres con ácidos grasos) y así pasa a través de la mucosa intestinal hacia la circulación portal, llegando al hígado donde se deposita en forma de reservas hepáticas.

Parte de los carotenos presentes en el lumen intestinal penetran en el interior de las células de la mucosa intestinal donde por una reacción enzimática específica son desdoblados a retinol. De aquí en adelante, este retinol formado de los carotenos sigue el mismo curso que el otro hacia las reservas hepáticas. Una porción de los carotenos se absorbe sin ser convertida a vitamina A y aparece en la sangre como carotenos circulantes.

Desde el punto de vista nutricional las reservas hepáticas son muy importantes porque son utilizadas para suplir las necesidades de vitamina A, especialmente en períodos de escasa disponibilidad e ingestas insuficientes. Normalmente, en una persona bien nutrida hasta un 90% de la vitamina A es almacenada en el hígado.

En las reservas, la vitamina está almacenada en forma de ésteres (principalmente como palmitato). Para ser movilizados estos ésteres son hidrolizados como paso previo y el retinol se acopla con una proteína transportadora que se conoce como RBP (de su nombre en inglés "Retinol Binding Protein"); y así se lleva a los diferentes sitios del organismo para ser utilizado. Este proceso de liberación hepática y transporte sanguíneo se regula metabólicamente.

En el tejido pigmentado de la retina del ojo, pero también en los otros tejidos que utilizan vitamina A, el retinol es "reconocido" por ciertos receptores específicos y transferido desde su complejo transportador hacia el interior de las células donde es captado rápidamente por proteínas ligadoras intracelulares específicas.

Después de cumplir con sus funciones metabólicas la vitamina A se excreta principalmente por dos vías: a) por la vía renal, para lo cual el retinol es parcialmente oxidado a ácido retinoico y algunos otros derivados solubles en agua, los cuales se excretan por la orina, y b) parte del retinol en su forma liposoluble se conjuga con beta-glucuronato llegando por medio de la bilis al intestino y se pierde en las heces.

#### **D. FACTORES QUE AFECTAN LA ABSORCION Y TRANSPORTE SANGUINEO DE LA VITAMINA A**

Una absorción intestinal eficiente de la vitamina A requiere de la presencia de grasa en cantidad suficiente en la ingesta. Con dietas pobres en grasa, la absorción y conversión de los carotenos a retinol está marcadamente reducida. Desafortunadamente, en general en las regiones

que sufren de deficiencia de vitamina A la dieta también es muy pobre en grasa, lo cual viene a agravar el problema: baja ingesta y baja absorción.

El parasitismo intestinal (*giardias* y *ascaris*) que afecta la mucosa intestinal también interfiere con la absorción normal del retinol y de los carotenos.

En función de que para el transporte sanguíneo del retinol se requiere de una proteína (RBP), es fácil de entender que una deficiencia nutricional severa de proteínas interfiere con este proceso normal, ya que la síntesis de dicha proteína en el hígado se ve afectada.

## **E. FUNCIONES**

La función más generalizada de la vitamina A en el organismo es su papel en el proceso de diferenciación celular que explica su esencialidad en el crecimiento y desarrollo. En animales experimentales puede observarse un dramático cese en ganancia de peso y talla como la primera manifestación de deficiencia.

La vitamina A también es esencial para la integridad de los epitelios y mucosas. En su carencia, estos tejidos sufren una queratinización degenerativa que afecta especialmente al aparato respiratorio, genitourinario y gastrointestinal. Las glándulas sebáceas de la piel y las lacrimógenas del ojo se bloquean con queratina, lo que resulta en una resequedad (hiperqueratosis) de la piel y de la córnea (xeroftalmía). El daño en la córnea puede llegar en casos severos a su destrucción total con ceguera permanente (queratomalasia).

La función más específica y mejor conocida desde hace muchos años es en la retina del ojo. En este tejido la vitamina A se integra con una proteína (opsina), para formar un pigmento fotosensible, la rodopsina, que se requiere para la visión en luz tenue. Cuando el aporte de retinol a la retina es pobre se afecta la formación de rodopsina y se desarrolla la alteración llamada "ceguera nocturna" caracterizada por un lapso de tiempo anormalmente prolongado de adaptación a la luz de poca intensidad o penumbra, después de que el ojo ha sido expuesto a luz fuerte.

Más recientemente se ha acumulado evidencia experimental de que la vitamina A juega un papel en el mantenimiento del sistema inmunológico. Estos hallazgos vienen a confirmar observaciones más antiguas en animales y humanos, que en deficiencia de vitamina A la susceptibilidad a las infecciones se incrementa, traduciéndose epidemiológicamente, en altos índices de morbilidad y mortalidad por infecciones respiratorias y diarrea sobre todo en niños de edad preescolar. La administración de vitamina A en dosis altas periódicas a comunidades de niños en áreas subdesarrolladas donde la carencia de vitamina es prevalente, ha resultado en una reducción significativa de las tasas de morbilidad y mortalidad.

Además de su efecto sobre el sistema inmune, un mecanismo adicional de protección de esta vitamina contra las infecciones es a través del mantenimiento de la integridad de los epitelios y mucosas, ya que estos tejidos "de forro" constituyen la barrera física y fisiológica contra la penetración bacteriana hacia la circulación y órganos internos.

## **F. UNIDADES DE ACTIVIDAD VITAMINICA**

En 1967 un Comité de Expertos FAO-OMS propuso el desuso de las Unidades Internacionales (UI) y la adopción de los Equivalentes de Retinol (ER) para expresar el aporte de actividad de los alimentos y las dietas, así como los requerimientos y recomendaciones. Conociendo que el retinol de origen animal se absorbe y utiliza normalmente en un 100%, 1 ER se define como la actividad vitamínica de 1 mcg de retinol. Fisiológicamente la eficiencia de absorción y conversión del beta-caroteno a retinol es menor de manera que en promedio se estima que se necesitan 6 mcg de beta-caroteno para dar 1 ER. Los otros carotenos comunes en la dieta son aun menos eficientes estimándose que se necesitan 12 mcg de ellos para dar 1 ER. Como se verá adelante, las recomendaciones se dan en equivalentes de retinol.

Anteriormente se acostumbraba expresar la potencia de vitamina A en UI y varias tablas de composición de alimentos aún presentan el contenido en estas unidades. Si se quiere convertir estas UI a ER se aplican los siguientes factores:

1 ER es igual a 3.3 UI de retinol

ó a 10 UI de carotenos totales.

## **G. RECOMENDACIONES**

Diversos grupos de expertos han llegado a proponer recomendaciones diarias de ingesta dietética de vitamina A que, aunque diferente en cierto grado, tienen en general similar orden de magnitud (FAO-OMS-UNU, National Research Council de los EE.UU., etc.). Casi todas coinciden en que para el adulto éstas oscilan entre 700 y 800 equivalentes de retinol por día y que para los niños, por lógica, disminuyen progresivamente de mayores a menores edades. La mujer lactante debe recibir un aporte adicional en función de la secreción de leche materna y el infante de menos de 6 meses logra satisfacer sus necesidades al ser amamantado por una madre bien nutrida.

El grupo de expertos del taller patrocinado por la Universidad de las Naciones Unidas y la Fundación CAVENDES de Venezuela, con base en las consideraciones anteriores realizó un esfuerzo por estandarizar el enfoque para proponer recomendaciones diarias. Este grupo concluyó que era conveniente expresar las recomendaciones como la cantidad de equivalentes de retinol por 1,000 kcal de dieta. Propuso la recomendación de 300 equivalentes de retinol por 1,000 kcal para toda la escala de edad y sexo. Si todos los miembros de una familia logran consumir suficiente cantidad de una dieta con esta concentración de vitamina por 1,000 kcal, estarán satisfaciendo sus necesidades de vitamina A al mismo tiempo que sus requerimientos de energía. Las recomendaciones diarias así calculadas se presentan en el Cuadro 3 (página 92).

## **H. SIGNIFICANCIA EPIDEMIOLOGICA DE LA VITAMINA A**

Se estima que entre 6 y 7 millones de niños sufren de deficiencia de vitamina A. De ellos alrededor de 500,000 por año sufren de deficiencia severa con daños oculares, y alrededor de 250,000 sufrirán de ceguera permanente total o parcial. Cerca de la mitad de estos últimos morirán anualmente.

Aunque este daño ocular es el más impresionante y dramático, los efectos de la deficiencia moderada son también serios. En efecto, la ceguera nocturna se inicia tempranamente, y se usa como un indicador del estado moderado de deficiencia. El desarrollo de esta enfermedad trae como consecuencia la falta de acomodación del ojo a la luz de baja intensidad (penumbra), teniendo como resultados, accidentes en los niños y disminución en la capacidad de trabajo en las personas adultas que tienen labor en la penumbra. En función de que la deficiencia moderada afecta el crecimiento, es lógico esperar que el retardo en peso y talla observado en poblaciones subdesarrolladas y atribuido solamente a la deficiencia proteínico-energética severa, se deba también a la falta de vitamina A, ya que generalmente coexisten estos deficiencias. Además, las altas tasas de infecciones respiratorias y diarreicas observadas en muchas poblaciones subdesarrolladas pueden atribuirse parcialmente a la deficiencia de esta vitamina, ya que como se vio anteriormente, la deficiencia de vitamina A afecta al sistema inmune y a la integridad de los epitelios, que protegen al organismo contra las invasiones bacterianas.

En resumen, la carencia de vitamina A puede ir desde una reducción moderada de las reservas orgánicas sin signos clínicos aparentes, hasta un agotamiento de estas reservas caracterizado principalmente por signos oculares graves con un alto riesgo de ceguera parcial o total, especialmente en niños de corta edad.

Por último, es preciso mencionar que cuando la ingesta sobrepasa en gran cantidad a la capacidad de almacenamiento del organismo, excesos de vitamina A, pueden llegar a los tejidos resultando en alteraciones patológicas de hipervitaminosis A. Esta condición ocurre sólo ocasionalmente, circunscribiéndose por una parte al uso de suplementos indebidamente altos de vitamina A, generalmente en forma de productos farmacéuticos, situación que se observa particularmente en los sectores socioeconómicos altos. En las áreas subdesarrolladas este riesgo solamente debe tomarse en cuenta cuando se aplica la intervención conocida como "dosis masivas periódicas" para el control de la deficiencia, durante la cual se ha observado que un porcentaje de niños preescolares que recibe dosis de 200,000 UI (60,000 ER) cada 4 a 6 meses muestran signos transitorios de intolerancia, tales como vómitos y cefaleas.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B<sub>12</sub>. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, Italy, 1988, 107 p. (FAO Food and Nutrition series No. 23).**

2. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, p. 900.

3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su Desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## 10. VITAMINA D

### A. NATURALEZA Y FUNCIONES

Las dos formas nutricionalmente importantes con actividad de vitamina D son la vitamina D<sub>3</sub> (colecalfiferol) y la vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol). La vitamina D<sub>3</sub> es la forma natural en los tejidos animales y se sintetiza por la acción de los rayos ultravioleta de la luz solar sobre su precursor (7-dehidrocolesterol) en los vasos capilares de la piel. La vitamina D<sub>2</sub> se produce por irradiación con luz ultravioleta del precursor ergosterol presente en algunos hongos y levaduras. Las dos formas parecen ser igualmente efectivas como fuentes de actividad de vitamina D. La vitamina D es esencial para el mantenimiento del equilibrio de calcio y fósforo, promoviendo la absorción intestinal de éstos y permitiendo la mineralización normal del tejido óseo.

En el organismo la vitamina D<sub>3</sub> ingerida, se transforma en el hígado y en el riñón a su metabolito más activo (1, 25, - dihidroxicolcalfiferol).

### B. FUENTES

La distribución de la vitamina D en la naturaleza no es amplia estando contenida en cantidades apreciables en pocos alimentos, varios de los cuales no forman parte rutinaria de las dietas de la mayoría de las poblaciones, como los aceites de hígado de algunos pescados y el hígado. El huevo y la mantequilla se consideran fuentes moderadas. Cuando la leche y la mantequilla fortificadas con vitamina D son accesibles, se colocan entre las mejores y más seguras fuentes.

Por otra parte, la energía ultravioleta del sol debe considerarse una fuente de vitamina D para el humano. Cuando la piel se expone regularmente a la luz solar, se estima que todo el requerimiento puede ser satisfecho por la producción endógena de vitamina D<sub>3</sub>. Sin embargo, debe hacerse énfasis en que la eficiencia de este proceso depende de factores que pueden limitar significativamente dicha exposición al sol, tales como patrones culturales, clima y circunstancias socioeconómicas (hacinamiento urbano, localización geográfica y contaminación ambiental del aire).

### **C. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

Debido a que la vitamina D se produce en la piel, los humanos no tienen realmente la necesidad de un aporte en la dieta mientras tengan suficiente exposición a la luz solar. En vista de que esta vitamina también puede ser retenida por largos períodos de tiempo en los tejidos, la determinación de los requerimientos diarios ha sido difícil. Las recomendaciones que dan FAO/OMS (1970) son de 10 mcg/día desde los 3 meses hasta los 7 años y de 7 años en adelante 2.5 mcg/día. Para el segundo y tercer trimestre del embarazo y durante la lactancia se aumentan en 1.5 mcg/día. Las mayores recomendaciones para los niños de corta edad se explican por las demandas impuestas por la intensa mineralización ósea propia de esta fase de crecimiento rápido. Durante el embarazo, el crecimiento del feto también representa una tasa de osificación especialmente alta y durante la lactancia, el aporte adicional asegura un nivel adecuado en la leche materna, protegiendo así al infante contra el riesgo de deficiencia.

## **D. DEFICIENCIA DE VITAMINA D**

Dependiendo de la edad, el mecanismo y las alteraciones clínicas de la deficiencia de vitamina D tienen manifestaciones diferentes.

Los huesos largos del niño en la fase de rápido crecimiento tienen una banda suave de cartílago entre el extremo (la epífisis) y el cuerpo o tallo del hueso (diáfisis) llamada zona diáfiso-epifisiaria. En esta banda es donde normalmente se lleva a cabo la mineralización (deposición de calcio y fósforo) para que los huesos crezcan. En deficiencia de vitamina D la mineralización no se lleva a cabo y la banda diáfiso-epifisiaria permanece anormalmente blanda y se ensancha. Bajo la presión del peso del niño sobre las piernas, los huesos largos, sobre todo la tibia y el peroné, se vuelven flexibles en vez de rígidos y se tuercen, resultando en la deformación más típica y obvia del síndrome llamado raquitismo ("piernas en arco"). Las costillas también se deforman bajo la presión de los pulmones, apareciendo en la parte superior frontal de la caja torácica protuberancias en fila llamadas "rosario raquítico". Estas manifestaciones morfológicas van acompañadas de trastornos en el metabolismo del calcio y del fósforo.

En el adulto, cuando el crecimiento ya ha cesado y ya no existe la banda diafiso-epifisiaria, la deficiencia resulta en desmineralización de la matriz del tallo del hueso con un incremento en la fragilidad (osteomalasia) con propensión a fracturas.

## **E. CONSIDERACIONES SOBRE LA SIGNIFICACION EPIDEMIOLOGICA DE LA VITAMINA D**

El raquitismo era hasta hace relativamente poco tiempo una plaga que afectaba a millones de infantes en las áreas nórdicas y australes donde los largos y muy fríos inviernos limitaban drásticamente la luz solar. El advenimiento de vitamina D en formas farmacéuticas y la adopción de políticas de fortificación de alimentos, prácticamente han reducido el raquitismo en esos países a casos esporádicos.

El raquitismo ha sido también revelado como problema importante aun en países donde la disponibilidad de luz ultravioleta del sol es abundante, tales como en el norte de Africa. Esta incongruente situación se origina por razones culturales y condiciones de pobreza. Los infantes son mantenidos dentro de las chozas, sobrecubiertos y en rincones oscuros. Casos de raquitismo de este tipo han sido descritos en la región centroamericana y en lenguaje médico popular se le reconoce como "síndrome del cajón". En estos casos serían recomendables programas educativos para la solución del problema.

Por último, debe advertirse que la vitamina D es tóxica aun en dosis solamente 3 ó 4 veces las ingestas recomendadas, por lo que la administración de suplementos especialmente a niños, debe ser supervisada por personal de salud competente.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.
2. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## 11. VITAMINA E

### A. NATURALEZA, FUNCIONES Y DEFICIENCIA

El término vitamina E abarca un número de compuestos naturales con actividad biológica común. De todos éstos el compuesto de mayor importancia en nutrición es el alfa-tocoferol debido a su amplia distribución y alta actividad. Sin embargo, el contenido en dietas mixtas de otro miembro de este grupo de compuestos, el gama-tocoferol, es cerca de 3 veces mayor que el de alfa-tocoferol, por lo que a pesar de su mucho menor potencia (1/10 de la del alfa-tocoferol) se estima que su contribución al valor de vitamina E de las dietas es importante.

La vitamina E se encuentra funcionalmente asociada a proteínas integrantes de la membrana celular y se le ha atribuido una función de control contra el efecto de ciertos agentes oxidantes. En este rol parece estar acoplada la función del selenio. Otra función de la vitamina E es la inhibición fisiológica de la síntesis de las prostaglandinas y de la tendencia a aglomeración de las plaquetas de la sangre.

La deficiencia de vitamina E no constituye un problema de escala epidemiológica en salud pública y los raros casos están generalmente asociados con condiciones crónicas de malabsorción de grasas y con prematurez. No se presenta como un cuadro clínico específico por lo que su diagnóstico se basa en estudios de laboratorio que muestran fragilidad anormal de los glóbulos rojos, excreción aumentada de la creatina indicativa de desgaste muscular, y niveles plasmáticos muy bajos.

## **B. FUENTES**

Las fuentes más ricas de vitamina E son, en orden descendente de importancia, los aceites vegetales de germen de trigo, girasol, algodón, y otros. Consecuentemente, la margarina y las mantecas vegetales son también muy buenas fuentes. Fuentes moderadas son la mantequilla, los huevos, los cereales integrales y el brócoli; las carnes, frutas y verduras contribuyen con pequeñas cantidades.

## **3. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

El requerimiento de vitamina E está determinado primariamente por el nivel de ácidos grasos poli-insaturados (PUFA) de los tejidos y por consiguiente, varía con el contenido de éstos en la dieta. Esta dependencia se deriva del papel central que la vitamina E juega como antioxidante biológico, previniendo el daño oxidativo a estos ácidos grasos en la membrana celular. En los glóbulos rojos este daño a la membrana se manifiesta en fragilidad, con una tendencia a la hemólisis en casos de deficiencia, la cual puede ser corregida administrando vitamina E. Para adultos y niños la cifra de 0.5 mg de equivalentes de alfa-tocoferol por gramo de PUFA se considera una base amplia para establecer los aportes recomendados.

Tomando en cuenta que en la población de los países desarrollados no existe evidencia clínica ni funcional de deficiencia y que en las dietas actuales la razón de vitamina E a PUFA es claramente adecuada, los aportes reales presentes han sido tomados como bases de las recomendaciones para adultos y niños. Las recomendaciones para el hombre y la mujer adultos son de 10 y 8 mg por día, respectivamente. Para los infantes de 6-12 meses se recomiendan

4 mg diarios, con cifras intermedias para los grupos entre esas edades. Aportes diarios de esta magnitud mantienen los niveles en el plasma sanguíneo dentro de los límites normales.

El infante alimentado al seno materno por una madre bien nutrida recibe un aporte óptimo de vitamina E. El aporte al inicio de la lactancia es aún más generoso si el recién nacido consume el calostro, cuya concentración es cerca de tres veces la de la leche madura. En la preparación de fórmulas para alimentación artificial se debe calcular un aporte de 3 mg/d.

El embarazo y la lactancia conllevan una demanda fisiológica adicional de vitamina E, y la madre lactante tiene que secretar cierta cantidad en su leche. Para estos estados fisiológicos, se recomienda un aporte adicional de 2 y 3 mg/d, respectivamente.

#### **D. CONSIDERACIONES SOBRE LA VITAMINA E DE LAS DIETAS EN DIFERENTES POBLACIONES**

La extrapolación de los resultados en los países desarrollados a otros grupos de población es problemática. Sería preciso estimar los niveles de ácidos grasos poli-insaturados en las dietas y sobre esa base, proponer cifras de aporte razonadas, lo cual requiere estudios complejos. Mientras tanto las recomendaciones de los países desarrollados analizadas aquí parecen amplias.

Una circunstancia fortuita favorable es que los alimentos ricos en ácidos grasos insaturados, como los aceites de gérmenes de semillas, son también ricos en vitamina E y son

relativamente abundantes en las dietas predominantemente a base de cereales integrales de muchos países subdesarrollados.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **Nutrition Foundation. Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.
2. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances.** Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.

## 12. VITAMINA K

A la vitamina K se le reconoce como la vitamina antihemorrágica pues es necesaria para la síntesis de protrombina y de otros factores esenciales para la coagulación de la sangre.

Se encuentran dos formas en la naturaleza, la  $K_1$  que está presente en los vegetales, y la  $K_2$  producida por la flora bacteriana normal y presente en los tejidos animales. Ambas formas tienen actividad vitamínica similar.

Las mejores fuentes son los vegetales verdes, las frutas y los cereales; las carnes y derivados de leche aportan moderadas cantidades. Ha sido estimado que las dietas mixtas proveen entre 300-500 mcg de vitamina K diariamente, aporte que es más que suficiente para prevenir la posibilidad de deficiencia alimentaria.

Es muy raro encontrar deficiencia de vitamina K en el hombre, la cual sólo puede desarrollarse en casos de malabsorción crónica de grasas o en tratamientos con antibióticos orales durante mucho tiempo. Este tratamiento destruye gran parte de la flora normal y disminuye consecuentemente la síntesis de la vitamina en el intestino. La vitamina K sintetizada por las bacterias en el lumen del intestino se absorbe y se utiliza, satisfaciendo cerca de un 50% de las necesidades fisiológicas.

Han sido descritos casos de deficiencia en recién nacidos, en quienes no se ha establecido todavía su flora intestinal. Debido a esto las concentraciones de protrombina y otros factores de coagulación son bajos durante los primeros días. Es por ello que con frecuencia los recién nacidos que son atendidos hospitalariamente son inyectados intramuscularmente con una dosis de vitamina K como medida para prevenir el síndrome hemorrágico del recién nacido.

La leche materna aporta cantidad suficiente de vitamina K al lactante cuando éste ya ha establecido su flora bacteriana intestinal, aproximadamente después de la primera semana de vida. Las fórmulas lácteas, además de contener vitamina K estimulan el crecimiento de la flora normal bacteriana como lo hace la leche materna, con lo cual contribuyen para satisfacer ampliamente las necesidades del niño lactante.

El NRC sugiere límites entre los cuales las ingestas se consideran adecuadas y seguras. Estos son de 12 mcg para los infantes de 0-6 meses, entre 15 y 40 mcg para niños hasta los 10 años, y de 50 a 140 mcg diarios para los adolescentes y los adultos. Debido a la dificultad de cuantificar confiablemente la contribución de la flora bacteriana intestinal, no es posible especificar recomendaciones con mayor certeza.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **Nutrition Foundation. Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.
2. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances.** Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.

### 13. TIAMINA, RIBOFLAVINA Y NIACINA

#### INTRODUCCION

Por tener varias características básicas en común, estas tres vitaminas serán presentadas como secciones de una misma unidad. Están distribuidas en todos los órganos y tejidos del organismo siendo su presencia en las células prácticamente "universal". Las tres juegan papeles preponderantes en el metabolismo oxidativo de compuestos energéticos, por lo cual es lógico que sus requerimientos estén relacionados cuantitativamente al gasto de energía del organismo. Bajo condiciones fisiológicas normales, el gasto y la ingestión de energía son equivalentes. Por consiguiente, tanto los requerimientos fisiológicos como los aportes dietéticos recomendados de estas vitaminas se expresan en mg por 1,000 kcal. En otras palabras, y como se mencionó anteriormente en este compendio, las cifras de aportes diarios en las dietas estarán basadas en una concentración de estos nutrimentos, considerada adecuada para satisfacer con amplitud las necesidades, cuando los sujetos estén consumiendo suficiente dieta para llenar sus requerimientos de energía.

Las cifras de requerimiento derivadas de estudios de investigación son las cantidades de estas vitaminas que han probado ser suficientes para asegurar la ausencia de alteraciones clínicas y pre-clínicas por deficiencia, y son la base para la estimación de las recomendaciones dietéticas.

## **TIAMINA (VITAMINA B<sub>1</sub>)**

### **A. NATURALEZA Y FUNCIONES**

La tiamina en forma de pirofosfato (TPP) es una coenzima en el metabolismo de ciertos compuestos, los ceto-ácidos, que se derivan de la degradación de los aminoácidos de las proteínas. Actúa además como catalizador de la formación de pentosas (ribosa) a partir de la glucosa.

La deficiencia severa resulta en el cuadro clínico conocido como beriberi, el cual aún constituye un problema nutricional en muchas regiones de Asia.

### **B. FUENTES ALIMENTARIAS**

Entre los alimentos especialmente ricos se encuentran los cereales integrales (o refinados pero enriquecidos), las leguminosas, las nueces y las levaduras. Las verduras, raíces, tubérculos y frutas aportan cantidades moderadas. Entre los productos animales sobresalen la carne de cerdo, el hígado y otras vísceras. Los pescados de agua dulce y algunos mariscos contienen una enzima (tiaminasa) que tiende a destruir a la tiamina. Afortunadamente esta enzima no resiste el calor, por lo que sólo puede presentar problemas en poblaciones que consumen estos alimentos crudos.

### **C. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

La tiamina ingerida se absorbe muy eficientemente, de manera que prácticamente no hay pérdida fecal. Los principales criterios que se han aplicado para estimar sus requerimientos

incluyen: a) el aporte por debajo del cual aparecen signos clínicos de deficiencia; b) la relación entre el aporte en la dieta y su pérdida urinaria; y c) el mantenimiento de concentraciones óptimas de tiamina pirofosfato en los glóbulos rojos de la sangre.

La alta concordancia entre los resultados de estos diferentes enfoques permite sugerir un requerimiento fisiológico que estaría ampliamente cubierto si la razón o densidad dietética recomendada se establece a un nivel de 0.4 mg por 1,000 kcal, para todos los grupos de edad y sexo, incluyendo a las mujeres embarazadas y madres lactantes. Se considera que para el infante alimentado al seno, el aporte de la leche materna satisface plenamente sus necesidades si la madre es sana y bien nutrida. Si ésta es deficiente, sin embargo, el nivel de tiamina en su leche será pobre y el infante estará en riesgo de deficiencia. Las fórmulas para alimentación artificial debe contener 0.4 mg/1,000 kcal (ver Cuadro 3 página 92).

#### **D. CONSIDERACION SOBRE LA DEFICIENCIA DE TIAMINA**

La incidencia del beriberi ha bajado significativamente durante las últimas décadas en los países donde anteriormente era una plaga con alta mortalidad.

El beriberi infantil que se presenta en infantes nacidos y amantados por madres deficientes en la vitamina se caracteriza por convulsiones e insuficiencia cardíaca aguda durante los primeros cuatro meses de vida y se acompaña de una alta mortalidad.

El beriberi en el adulto y niños mayores se presenta con edema, insuficiencia cardíaca con agrandamiento del corazón y alteraciones del sistema nervioso central ("polineuritis periférica"). El consumo excesivo de bebidas alcohólicas interfiere con la absorción intestinal de la tiamina y por ende, la deficiencia es todavía muy prevalente en los alcohólicos crónicos.

## **RIBOFLAVINA (VITAMINA B<sub>2</sub>)**

### **A. NATURALEZA Y FUNCIONES**

La riboflavina actúa en el organismo como constituyente de dos coenzimas, la FAD (flavina adenina dinucleótido) y la FMN (flavina mononucleótido). Estas funcionan como los grupos activos de numerosas proteínas (la flavoproteínas) que facilitan los procesos de respiración celular.

No se reconoce un estado severo de deficiencia por un cuadro clínico clásico como el beriberi en el caso de la tiamina o el escorbuto en el caso del ácido ascórbico. Se presenta, por el contrario, con una variedad de signos no siempre específicos, que incluyen labios lacerados (queilosis), lesiones en los ángulos de la boca (estomatitis angular), seborrea en la piel nasolabial y dermatitis del escroto. Como estos signos a veces pueden deberse a otras causas, la confirmación de que sí son debidos a deficiencia de riboflavina requiere de evidencia de alteraciones bioquímicas como niveles reducidos de sus coenzimas en el plasma y los glóbulos rojos de la sangre.

## **B. FUENTES**

Las mejores fuentes alimentarias son la leche, el hígado y otras vísceras, los huevos y la levadura. Entre los alimentos vegetales, las verduras de hoja y los cereales integrales son también fuentes de consideración. Las harinas refinadas son muy pobres excepto, por supuesto, cuando se consiguen enriquecidas.

## **C. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

La absorción intestinal de la riboflavina de la dieta es muy eficiente. La determinación de sus requerimientos fisiológicos se fundamenta principalmente en estudios clínicos y bioquímicos, tales como la ingesta mínima por debajo de la cual aparecen ya signos de arriboflavinosis o la estimación de los niveles de ingesta necesarios para alcanzar un estado de "saturación" de los tejidos con la vitamina. Estos niveles de ingesta coinciden bien con los necesarios para mantener concentraciones óptimas de las coenzimas FAD y FMN en los glóbulos rojos.

Los resultados de estos estudios han permitido concluir que una concentración o densidad de riboflavina en la dieta de 0.6 miligramos por 1,000 kcal, es ampliamente adecuada para satisfacer las necesidades de riboflavina en el humano. Las cifras de los aportes diarios recomendados, calculados en función de la ingesta energética de los diversos grupos de edad y sexo a partir de los 6 meses, se presentan en el Cuadro 3 (página 92). Entre las edades de 0 a 6 meses se acepta que la alimentación al seno materno de una madre que está recibiendo su

aporte adecuado de riboflavina, es la forma óptima de satisfacer las necesidades del infante. Las fórmulas para alimentación infantil deben respetar la relación de 0.6 mg por 1,000 kcal.

#### **D. CONSIDERACIONES SOBRE LA DEFICIENCIA DE RIBOFLAVINA**

Las encuestas de consumo de alimentos en muchos países subdesarrollados con mínima disponibilidad de leche y otros productos animales revelan en general, ingestas marginales de riboflavina, pero los casos de deficiencia clínica son raros.

En la fase preclínica (sin signos patológicos obvios) pueden ya haber limitaciones funcionales en el organismo. Por esta razón, deben hacerse esfuerzos por incrementar el uso de las fuentes mejores de riboflavina en las dietas familiares.

### **NIACINA**

#### **A. NATURALEZA, FUNCIONES Y DEFICIENCIA**

El término niacina se aplica a la actividad vitamínica de dos compuestos presentes en una variedad de alimentos, el ácido nicotínico y la nicotinamida. Cuando se ingiere ácido nicotínico éste se convierte en la nicotinamida en el organismo, la cual funciona como el componente activo de dos coenzimas mejor conocidas en la bioquímica nutricional como NAD Y NADP. Estas participan en los procesos de utilización del oxígeno en todos los tejidos (respiración celular) y en la glucólisis.

En el hombre, su deficiencia severa se manifiesta en la condición clínica llamada pelagra, caracterizada por unas lesiones típicas en la piel expuesta al sol (dermatitis pelagroide), reacción inflamatoria de las mucosas, diarrea y pérdida de apetito, y en casos muy avanzados, un tipo de demencia reversible.

## **B. FUENTES EN LA DIETA**

La estimación del potencial de los alimentos como fuentes de niacina debe tomar en cuenta que ésta se sintetiza en el organismo a partir del aminoácido triptófano de las proteínas. La eficiencia de conversión de triptófano a niacina ha sido estimada en varios estudios concluyéndose que como promedio, aproximadamente 60 mg del aminoácido dan origen a 1 mg de niacina. La suma de la niacina pre-formada en los alimentos más la que se calcula que se deriva del triptófano son los "equivalentes de niacina" (EN) de los alimentos.

$$\text{EN} = \text{Niacina (mg)} + \text{triptófano (mg)}/60$$

Esto significa que un alimento dado puede ser una buena fuente si contiene apreciables cantidades de niacina pre-formada, de triptófano, o de ambos.

Entre los alimentos vegetales se distinguen la levadura, los cacahuates y ciertas nubes. Los granos de leguminosas y los cereales contribuyen cantidades apreciables de niacina por las cantidades grandes en que se consumen. En algunos cereales como el maíz, la niacina se encuentra ligada en un complejo no absorbible. El tratamiento con cal usado en la cultura maya

durante la preparación de la tortilla libera a la niacina y la hace biodisponible. El refinado de las harinas de cereales reduce su contenido e impone la necesidad del enriquecimiento restaurativo.

Las carnes, el hígado y otras vísceras son muy buenas fuentes de equivalentes de niacina. La leche y los huevos son pobres en niacina pre-formada pero ricos en triptófano.

### **C. BASES DE LAS RECOMENDACIONES**

La estimación de los aportes recomendados se ha basado fundamentalmente en la cantidad de equivalentes de niacina que previene la aparición de alteraciones clínicas y en la pérdida urinaria de productos de su degradación metabólica. Los numerosos estudios al respecto llevan a la conclusión de que una densidad de niacina en la dieta de 7 mg por 1,000 kcal, asegura ampliamente la satisfacción de las necesidades fisiológicas en todos los grupos de edad y sexo, incluyendo a la mujer embarazada y a la madre lactante.

Las ingestas recomendadas por persona por día así calculadas aparecen en el Cuadro 3 (página 92).

Para los infantes de 0-6 meses se acepta que la alimentación al seno por una madre bien nutrida es la forma óptima de satisfacer sus necesidades de niacina. Las fórmulas y preparaciones de alimentación infantil deben ajustarse a la concentración propuesta de 7 mg por 1,000 kcal.

## **D. CONSIDERACIONES SOBRE LA DEFICIENCIA DE NIACINA EN LAS POBLACIONES**

Hasta hace unas cuantas décadas de este siglo, la pelagra era una plaga en algunos países, sobre todo en aquellos grandes consumidores de maíz no tratado con cal como en Yugoslavia. En contraste, en el área de influencia de la cultura maya, la pelagra no parecía un problema serio, lo cual puede atribuirse a la mayor absorción intestinal de la niacina en la tortilla y al consumo de frijol que contribuye con un aporte de triptófano mayor que el maíz. El advenimiento de enriquecimiento de harinas refinadas de cereales ha contribuido grandemente a la reducción de la prevalencia de pelagra en el mundo.

### **BIBLIOGRAFIA**

1. **FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Thiamine, Riboflavine and Niacin. Report of a Joint FAO/WHO Expert Group. Rome, Italy, 1967, 95 p. (FAO nutrition meetings report series No. 41).**
2. **Nutrition Foundation. Present Knowledge in Nutrition. Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.**

3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, p. 415.

## 14. VITAMINA C

### A. NATURALEZA, FUNCIONES Y DEFICIENCIAS

La forma más común de la vitamina C en la naturaleza es el ácido ascórbico, parte del cual se puede presentar en los alimentos en su forma oxidada, el ácido dehidroascórbico. Ambas formas al ser ingeridas, son utilizadas en grado similar ya que son interconvertibles en el organismo.

El hombre, así como los primates, el cobayo y algunas especies raras de pájaros no son capaces de sintetizar la vitamina C. Las anomalías de los tejidos y las alteraciones funcionales que acompañan a la deficiencia son múltiples, pero los mecanismos de acción específicos de la vitamina aún no han sido clarificados con certeza.

Se sabe que es esencial para la formación del colágeno, sustancia básica del tejido conectivo de los epitelios y endotelios, así como para la síntesis de la noradrenalina. También ha sido implicada en el metabolismo del colesterol, la secreción de hormonas de la corteza suprarrenal, la integridad del sistema inmunológico, el metabolismo de los folatos y la incorporación del hierro a la ferritina.

Cuando el hombre no ingiere suficiente cantidad de vitamina C, desarrolla un estado de deficiencia. En su forma clínica severa, la condición se denomina escorbuto, caracterizado predominantemente por una tendencia a hemorragias de los vasos capilares (encías sangrantes

y petequias), una prolongación anormal del tiempo de cicatrización de heridas, dolores articulares y anemia. Estas anomalías se corrigen rápidamente con dosis terapéuticas de ácido ascórbico.

La ingestión de ciertos aditivos de los alimentos procesados (nitratos y nitritos y aminos), da origen en el organismo a ciertas nitrosaminas a las cuales se les atribuye un efecto cancerígeno. Hay evidencia de que la vitamina C evita la acumulación de estos compuestos previniendo su efecto cancerígeno.

Por último, debe mencionarse el efecto "facilitador" de la vitamina C sobre la absorción intestinal del hierro de los alimentos vegetales. La ingestión concomitante de 40 a 75 miligramos de vitamina C incrementa la biodisponibilidad intestinal de este hierro hasta 3 ó 4 veces. La gran importancia nutricional de este efecto, reviste particular significado en el caso de poblaciones subdesarrolladas cuyas dietas son usualmente a base de cereales y leguminosas y que, además, presentan altas prevalencias de anemia.

## **B. FUENTES ALIMENTARIAS DE VITAMINA C**

Muchas frutas son excelentes fuentes, en especial los cítricos, la papaya, el mango, el mamey, el nance, la acerola y la guayaba. Algunas hortalizas como el brócoli, la espinaca y el bledo aportan cantidades importantes. Las carnes, el pescado, las aves, los huevos y la leche, contribuyen cantidades mínimas y los cereales y las leguminosas esencialmente nada. La papa

y la yuca son importantes fuentes en poblaciones donde se consumen en abundantes cantidades, pero no cuando se consumen en forma deshidratada.

En vista de que el ácido ascórbico se destruye por el calor en presencia de oxígeno, es factible sobreestimar el aporte real de alimentos que se consumen drásticamente cocinados. Por esta razón, las frutas que se consumen usualmente en forma cruda y fresca, son las fuentes más confiables.

### **C. ABSORCION, DISTRIBUCION Y EXCRECION**

Cuando las cantidades de ácido ascórbico ingerido están dentro de los límites fisiológicos normales (no más de 100 mg), su absorción alcanza 90% o más. Cuando se administran megadosis (dosis excesivas), la eficiencia de absorción cae muy significativamente hasta un 50% con dosis de 1 g y a 25% con ingestas de 6 g.

El ácido ascórbico absorbido es transportado por la circulación a todos los tejidos, penetrando fácilmente al interior de las células. Las glándulas adrenales, la glándula pituitaria y la retina del ojo tienen las mayores concentraciones. Los glóbulos blancos de la sangre, el hígado, los pulmones y el páncreas son intermedios y el músculo tiene concentraciones aún menores.

La ruta principal de excreción es la vía urinaria. Cuando el aporte está dentro de los límites fisiológicos, se excretan principalmente compuestos de degradación, predominantemente

ácido oxálico. Con dosis mayores, el exceso rebasa el umbral del riñón y gran parte se pierde por la orina como ácido ascórbico no metabolizado. Con una ingesta diaria de 45 a 75 mg, la reserva corporal se mantiene alrededor de 1,500 mg y el organismo utiliza aproximadamente un equivalente de 3 - 4% de esa cantidad diariamente.

#### **D. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

Con ingestiones menores que 10 mg diarios un sujeto adulto está en alto riesgo de desarrollar escorbuto o sea que una ingesta diaria de alrededor de 10 mg podría considerarse el requerimiento mínimo crítico para prevenir las lesiones clínicas severas. Este aporte, sin embargo, es definitivamente insuficiente para asegurar que el organismo pueda realizar los múltiples procesos metabólicos en que participa el ácido ascórbico.

Un análisis de la información fisiológica y nutricional disponible sugiere que para mantener concentraciones ideales de ácido ascórbico en todos los órganos y tejidos, un adulto de sexo masculino debe consumir alrededor de 60 mg por día, aporte que lograría ingiriendo una dieta con 20 mg/1,000 kcal en cantidad suficiente para satisfacer sus requerimientos de energía.

Considerando que las recomendaciones dietéticas que aquí se proponen están dirigidas particularmente a poblaciones subdesarrolladas con dietas predominantemente de origen vegetal, se considera apropiado recomendar un aporte un poco más generoso, para que la acción estimuladora del ácido ascórbico sobre la absorción del hierro alcance un mayor grado de

efectividad. Con este fin, una concentración en las dietas de 25 mg por 1,000 kcal fue considerada deseable por el taller de expertos UNU-CAVENDES. Las recomendaciones de ingesta diaria derivadas sobre esta base se presentan en el Cuadro 3 (página 92).

Un consumo de 700 a 800 ml de leche materna por el infante le aporta una cantidad adecuada a sus necesidades (alrededor de 30 mg/día) si la madre lactante está recibiendo el aporte recomendado en su dieta.

Los aportes de energía adicionales recomendados para el embarazo y la lactancia (285 y 500 kcal más por día) conllevan un aumento de 7 a 12 mg diarios, respectivamente, por sobre la recomendación de la mujer no embarazada ni lactante.

#### **E. CONSIDERACIONES SOBRE LA SIGNIFICACION DE LA VITAMINA C EN SALUD PUBLICA**

Los aportes recomendados en este documento son, como se explicó, un poco más altos que otros propuestos anteriormente por varios grupos de expertos. En este contexto, es preciso hacer énfasis sobre su factibilidad alimentaria y económica en regiones subdesarrolladas con las características del área centroamericana. En efecto, hay varias fuentes abundantes de vitamina C disponibles a la población y sus precios son relativamente muy bajos, sobre todo en las áreas rurales. Además, algunas frutas muy ricas en esta vitamina son prácticamente silvestres, como el nance, la acerola y la guayaba, lo que las hace muy asequibles a las familias pobres.

### CUADRO 3

## CANTIDADES DE VITAMINAS QUE SE INGERIRAN AL SATISFACER LAS NECESIDADES ENERGETICAS CON DIETAS QUE TENGAN LAS CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES RECOMENDADAS

Edad años	Peso Kg <sup>1</sup>	Energía kcal <sup>1</sup>	Vitamina "A" Mcg ER	Vitamina "C"	Folatos Mcg	Tiamina mg	Riboflavina mg.	Niacina mg	Vitamina B <sub>12</sub> mcg.
Concentración por 1,000 kcal:			300	25	80	0.4	0.6	7	0.65
<b>Niños</b>									
0.5-1	9	900	270	22	70	0.4	0.5	6	0.60
1.1-3	12	1,250	375	31	100	0.5	0.8	9	0.80
3.1-5	16.5	1,550	465	39	125	0.6	0.9	11	1.00
5.1-7	20.5	1,800	540	45	145	0.7	1.1	13	1.20
7.1-10	27	1,950	585	49	155	0.8	1.2	14	1.30
10.1-12	35	2,100	630	52	170	0.8	1.3	15	1.40
<b>Hombres</b>									
12.1-14	42	2,350	705	59	190	0.9	1.4	16	1.50
14.1-18	50	2,750	825	69	220	1.1	1.6	19	1.80
18.1-65	68	3,050	915	76	245	1.2	1.8	21	2.00
>65	65	2,200	660	55	175	0.9	1.3	15	1.45
<b>Mujeres</b>									
12.1-14	42	2,000	600	50	160	0.8	1.2	14	1.30
14.1-18	50	2,150	645	54	170	0.9	1.3	15	1.40
18.1-65	68	2,100	630	52	170	0.8	1.3	15	1.40
>65	65	1,850	555	46	150	0.7	1.1	13	1.20
<b>Cantidad adicional en:</b>									
<b>Embarazo</b>									
<b>Lactancia</b>									
		285	85	7	25 <sup>2</sup>	0.1	0.2	2	0.5
		500	150	12	40 <sup>2</sup>	0.2	0.3	4	0.5

Fuente: Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su desarrollo en América Latina (Informe Editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988. (Cuadro modificado).

1

Basado en datos de peso de NCHS/OMS y recomendaciones de FAO/OMS/UNU.

2

Requerimientos aumentados grandemente durante el embarazo y la lactancia. La mayoría de las dietas deben ser suplementados con 200-300 mcg de folatos/día en el 2o. y 3o. trimestre del embarazo.

Es conveniente advertir, por último, que los supuestos efectos curativos y preventivos de megadosis de vitamina C para la gripe y el catarro común nunca han sido confirmados científicamente. Por consiguiente, la inversión en suplementos farmacéuticos con esas altas dosis constituye para las familias un desperdicio en su economía.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.
2. The National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.
3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su Desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J. M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw) Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## 15. FOLATOS

### A. NATURALEZA, FUNCIONES Y DEFICIENCIA

"Folatos" es un término genérico que abarca compuestos que tienen estructura química similar y una función nutricional común. El ácido fólico y otras formas de folato presentes en los alimentos dan origen en el organismo a la forma metabólicamente activa, el ácido folínico (o tetrahidrofólico) que actúa como coenzima. Es esencial para la duplicación del ADN (ácido desoxirribonucleico) durante el proceso de reproducción o división celular y cataliza un número de reacciones asociadas a este proceso fundamental.

En estados de deficiencia de folatos se observa un retraso en la división y maduración celular especialmente notoria en tejidos de muy rápido recambio como los epitelios de la boca y cuello uterino, pero muy especialmente en la médula ósea. En este sitio hematopoyético, la formación de glóbulos rojos se interrumpe produciéndose unas células grandes "inmaduras" en vez del glóbulo rojo normal repleto de hemoglobina. A estas células anormales se les llama megaloblastos, las cuales aparecen en la circulación pero no pueden cumplir la función de transportadores de oxígeno a los tejidos. La deficiencia afecta también el proceso de formación y maduración de los glóbulos blancos desarrollándose un cuadro conocido como leucopenia.

La manifestación clínica es la anemia megaloblástica o macrocítica, identificable por examen microscópico de la sangre. La deficiencia severa también resulta en un retardo en la respuesta inmune.

## **B. FUENTES EN LOS ALIMENTOS Y SU BIODISPONIBILIDAD INTESTINAL**

Un buen número de alimentos contienen folatos, tanto de origen animal como vegetal. Particularmente ricos son las carnes y vísceras incluyendo el hígado, así como las verduras de hojas, levadura y una variedad de frutas, nueces y legumbres. Los folatos son sensibles al calor por lo que dietas constituidas exclusivamente de alimentos drásticamente cocinados son potencialmente pobres. Al presente hay consenso en aceptar 50% como la mejor estimación promedio de la absorción intestinal de los folatos presentes en las dietas mixtas. Cuando los alimentos no se someten a una cocción prolongada esta cifra puede subir hasta un 70%.

## **C. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

Los requerimientos fisiológicos deben ser normalmente satisfechos con los folatos de la dieta. Por consiguiente, para el establecimiento de las cifras de recomendaciones dietéticas debe tomarse en cuenta la biodisponibilidad estimada de los folatos en los alimentos. Los estudios más recientes sugieren ingestas de 3.6 microgramos por kilogramo de peso corporal entre 0-1 año, de 3.3 mcg/kg entre 1-10 años y de 3.0 mcg/kg para mayores de 10 años de ambos sexos. El taller de expertos UNU-CAVENDES reunido en Caracas en 1987 concluyó que dietas con una densidad de folatos de 80 mcg por 1,000 kilocalorías cubren adecuadamente estas necesidades a través de toda la escala de edad y sexo. Si se aplica esa razón, las cifras de ingesta de folatos que se logran cuando los individuos están consumiendo las cantidades suficientes de dieta para llenar sus requerimientos energéticos, aparecen en el Cuadro 3 (página

92). Para los infantes alimentados al seno materno la cantidad de folatos suplidos por la leche materna de una madre bien nutrida es suficiente.

Durante el embarazo las necesidades básicas de folatos de la mujer se incrementan muy significativamente, por lo que se recomienda un aporte adicional de alrededor de 300 mcg/día, cantidad que a menudo requiere de suplementos de folatos adicionales. Para que la mujer lactante pueda secretar leche con una cantidad adecuada de folatos (de 50-60 mcg por día), es preciso aumentar sus recomendaciones en aproximadamente 100 mcg diarias).

#### **D. LA DEFICIENCIA DE FOLATOS Y SU SIGNIFICADO EN SALUD PUBLICA**

Una deficiencia incipiente de folatos que aún no se manifiesta en anemia megaloblástica, puede ser detectada por niveles reducidos de folatos en el plasma sanguíneo y en los glóbulos rojos. Este estado pre-clínico parece frecuente en muchas poblaciones y su significación en salud pública es objeto de preocupación.

Durante el embarazo, sin embargo, los requerimientos se incrementan tanto, que hacen a las mujeres en este estado fisiológico muy vulnerables a deficiencia más severa. Se han observado cambios megaloblásticos en 24-30% de embarazadas en países desarrollados. En algunas regiones de América Latina se encuentra hasta un 40% de embarazadas con cambios megaloblásticos discretos, con un 8% con anemia declarada. Los infantes de madres deficientes nacen con pocas reservas y reciben insuficientes folatos en la leche materna, siendo también

críticamente vulnerables. En casos severos se ha informado sobre retardo en la maduración de los procesos cerebrales en estos infantes deficientes.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B<sub>12</sub>. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Italy, 1988, 107 p. (FAO Food and Nutrition Series No. 23).**
2. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.**
3. **Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Metas Nutricionales y Guía de Alimentación: Bases Para Su Desarrollo En América Latina. (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.**

## 16. VITAMINA B<sub>12</sub>

### A. NATURALEZA Y FUNCIONES

El término vitamina B<sub>12</sub> se refiere a un grupo de compuestos orgánicos esenciales llamados "cobalaminas" que contienen cobalto en su estructura y que al ser absorbidos y metabolizados en el organismo humano se transforman en dos cobalaminas metabólicamente activas. Los principales precursores de estos compuestos activos son la cianocobalamina y la hidroxicobalamina.

La función de las cobalaminas metabólicamente activas es como coenzimas mediadoras en el metabolismo de los folatos, catalizando la formación de ácido folínico (activo) a partir de un precursor inactivo, con formación del aminoácido metionina. Esta función de la vitamina B<sub>12</sub> está íntimamente acoplada al papel de los folatos en la formación de los glóbulos rojos en la médula ósea, y es esencial para este proceso. Así se explica que en deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> se desarrolla el mismo tipo de anemia megaloblástica ya descrita en más detalle bajo "folatos".

Otra función de la vitamina B<sub>12</sub> es como coenzima de una reacción intermedia en el metabolismo de varios aminoácidos y de una clase de ácidos grasos.

## B. DEFICIENCIA

La deficiencia de vitamina B<sub>12</sub> puede resultar de un aporte dietético insuficiente por períodos largos de tiempo. Esta deficiencia de origen nutricional es muy rara, observándose, generalmente, sólo en poblaciones e individuos vegetarianos estrictos (como en la India) y en lactantes alimentados al seno por una madre deficiente.

La deficiencia mejor conocida es la condición patológica llamada anemia perniciosa. Esta se debe a un defecto en la secreción al nivel del estómago de una proteína, el "factor intrínseco", que liga a la vitamina B<sub>12</sub> ingerida haciéndola absorbible. En forma no-ligada la vitamina se absorbe en cantidades insuficientes. La anemia perniciosa, por consiguiente, se desarrolla aunque la dieta esté aportando suficiente vitamina y la única vía terapéutica es la vitamina B<sub>12</sub> inyectada intramuscularmente.

Lo extenso de las alteraciones histológicas y clínicas en su deficiencia severa sugieren que esta vitamina está involucrada en procesos metabólicos a través de todo el organismo.

Las manifestaciones clínicas incluyen además de la anemia megaloblástica ya discutida, alteraciones del epitelio gastrointestinal, urinario y genital, así como desmielinización de los nervios periféricos, la médula espinal, el nervio óptico y el cerebro, explicando las neuropatías que son parte del cuadro clínico clásico.

### **C. FUENTES EN LA ALIMENTACION Y SU ABSORCION INTESTINAL**

Toda la vitamina B<sub>12</sub> en la naturaleza es sintetizada originalmente por microorganismos. Los alimentos de origen animal son muy buenas fuentes (hígado, carnes, pescado, leche y derivados) debido a que la vitamina se sintetiza abundantemente por la microflora bacteriana intestinal de estos animales y se absorbe hacia los órganos que se usan como alimentos.

Los alimentos de origen vegetal carecen de vitamina B<sub>12</sub>. Es interesante notar que en condiciones de inadecuada higiene, la contaminación bacteriana de dichos alimentos, principalmente de origen fecal, contribuye a la ingesta de vitamina B<sub>12</sub> e incidentalmente puede hasta proteger contra la deficiencia.

### **D. REQUERIMIENTOS Y RECOMENDACIONES**

En un adulto normal con ingesta amplia, la reserva de vitamina B<sub>12</sub> en el organismo llega a unos 1,200 - 2,000 mcg. Estas reservas se conservan muy bien debido a una muy eficiente reabsorción intestinal de la vitamina que se secreta por la bilis y por otras secreciones intestinales. La pérdida diaria es muy pequeña, de tal forma que estas reservas tardarían en agotarse de 2 a 3 años si el sujeto dejara de ingerir vitamina B<sub>12</sub> totalmente.

Los requerimientos son por consiguiente muy pequeños. La mayoría de estudios recientes proponen una recomendación dietética diaria de 2 microgramos para el hombre adulto. La concentración en la dieta que le aportaría dicha ingesta diaria cuando el sujeto consumiera esta dieta en cantidad suficiente para llenar sus requerimientos de energía, resulta ser de 0.65

mcg por 1,000 kcal. Aplicando el mismo enfoque usado para otras vitaminas, se calculan las recomendaciones de ingesta diaria para los otros grupos etarios, multiplicando 0.65 por el requerimiento energético diario de cada grupo de edad y sexo y dividiendo por 1,000. Estas cifras se presentan en el Cuadro 3 (página 92).

No se incluye una cifra de ingesta recomendada para los infantes menores de 6 meses porque se asume que están siendo amamantados al seno y la evidencia es contundente de que la leche de una madre sana bien nutrida aporta al infante amplias cantidades de vitamina B<sub>12</sub> durante los primeros 6 meses de vida. Si se tiene que recurrir a fórmulas como sustituto de la leche materna estas debieran contener la razón de 0.65 mcg por 1,000 kcal.

Durante el embarazo ocurre un incremento en la utilización de vitamina B<sub>12</sub> y además el feto acumula cierta cantidad. Un aporte adicional de 0.5 mcg/día cubre estas mayores demandas y asegura adecuadas reservas en el recién nacido. Un aporte adicional de 0.5 mcg/día en la dieta de la madre lactante compensa la cantidad de vitamina B<sub>12</sub> secretada en su leche.

#### **E. CONSIDERACIONES SOBRE LA VITAMINA B<sub>12</sub> EN SALUD PUBLICA**

La vitamina B<sub>12</sub> es muy estable. Las dietas de la mayoría de las poblaciones del mundo, excluyendo las vegetarianas estrictas con baja contaminación bacteriana, proveen amplias cantidades de la vitamina, con frecuencia en exceso de los requerimientos.

En vía de ilustración se ha citado que aun en poblaciones de muy bajo nivel socioeconómico, el consumo de 30-40 g de carne por persona por día, o sea unos 200 g por semana, serían suficientes para aportar las cantidades necesarias. El mismo resultado se logra con una porción de alrededor de 50 g de hígado de res cada dos semanas.

Una vez más es importante hacer énfasis sobre el hecho de que la anemia perniciosa no se debe a falta de vitamina B<sub>12</sub> en la ingesta, sino a un defecto en la absorción intestinal por incapacidad de secretar, o sea el factor intrínscico. No debe, pues, confundirse con la deficiencia dietética, ya que su control y corrección no cae dentro del campo de responsabilidad del nutricionista, sino del médico internista.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin B<sub>12</sub>. Report of Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Italy, 1988, 107 p. (FAO Food and Nutrition series, No. 23).**
2. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.**

3. **Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Basesm Para Su Desarrollo.**  
(Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw)  
Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## 17. VITAMINA B<sub>6</sub>

### A. NATURALEZA, FUNCIONES Y DEFICIENCIA

El término vitamina B<sub>6</sub> comprende tres compuestos íntimamente relacionados e interconvertibles en el organismo, la piridoxina, el piridoxal y la piridoxamina. La forma metabólicamente activa es el piridoxal-5-fosfato que funciona como coenzima de numerosas reacciones en la interconversión y el catabolismo de los aminoácidos, incluyendo la conversión de triptófano a niacina. Además es esencial para el metabolismo del glucógeno y los ácidos grasos insaturados.

La deficiencia de vitamina B<sub>6</sub> en el hombre no resulta en un síndrome clínico clásico, como el beriberi o el escorbuto, pero produce un amplio espectro de alteraciones bioquímicas que incluyen niveles anormalmente bajos de varias enzimas que contienen vitamina B<sub>6</sub> en los tejidos, en el plasma y en los glóbulos rojos de la sangre.

En términos generales, la deficiencia es rara en los países industrializados, estando asociada frecuentemente con el alcoholismo en el adulto. Aun de importancia epidemiológica, incluyendo en los países subdesarrollados, es el hecho de que la isoniazida usada en el tratamiento de la tuberculosis es un antagonista de la vitamina B<sub>6</sub> y pacientes en dosis altas de la droga desarrollan una neuropatía periférica que responde a 10 mg/día de piridoxina.

## **B. FUENTES EN LA DIETA**

Lo infrecuente de la deficiencia primaria de vitamina B<sub>6</sub> se debe en gran parte a su amplia distribución en la naturaleza. Las carnes, incluyendo pescado y aves, los huevos, los cereales integrales, la levadura de cerveza, algunas nueces y semillas y las leguminosas, son buenas fuentes. Contribuyen también significativamente al aporte dietético, el aguacate, el plátano, las papas y el camote.

## **C. APORTES DIETÉTICOS DIARIOS Y CONSIDERACIONES SOBRE LA VITAMINA B<sub>6</sub> EN LA DIETA**

La cantidad de vitamina B<sub>6</sub> necesaria para restaurar el estado nutricional normal de individuos deficientes está relacionada con el nivel de proteína en la dieta. El NRC de los EEUU propone la cifra de 0.02 mg/g de proteína ingerida y aplica esta relación desde el adulto hasta el niño post-lactante resultando cifras que varían desde 0.6 mg/d entre 6 meses y 1 año, hasta 2.2 mg/d para el hombre adulto y 2.0 mg/d para la mujer.

Durante varios años ha existido la preocupación sobre si el uso de anticonceptivos orales compromete el estado nutricional de vitamina B<sub>6</sub> en las usuarias, que al presente alcanzan muchos millones en el mundo. En un reciente análisis de la cuestión, se concluye que la evidencia no apunta conclusivamente hacia un incremento significativo de los requerimientos y que no se justifica una recomendación especial para estas mujeres.

Se considera que la mujer embarazada necesita suficiente vitamina B<sub>6</sub> adicional para mantener activos el metabolismo y la síntesis de proteínas del feto para acumular una reserva conveniente en los tejidos del recién nacido. Por esta razón se sugiere agregar 0.6 mg/d a la recomendación base de la mujer no embarazada.

El contenido de vitamina B<sub>6</sub> de la leche materna depende directamente del estado nutricional de la madre con respecto a la vitamina B<sub>6</sub> y parece ser crítico para el lactante. En efecto, en el pasado se han descrito signos clínicos de deficiencia (convulsiones) en algunos infantes que recibían del seno leche con concentraciones subnormales o fórmulas infantiles mal preparadas y muy pobres en vitamina B<sub>6</sub>. Es imperativo, por consiguiente, mantener el contenido de la vitamina en la leche o en las fórmulas a un nivel que garantice la satisfacción de los requerimientos del infante. Se recomienda un aporte adicional a la madre lactante de 0.5 mg/día. Si se tiene que recurrir a alimentación artificial la meta para el infante de 0-6 meses es de 0.3 mg/día.

## BIBLIOGRAFIA

1. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.

2. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances.** Washington, D.C.,  
National Academy of Sciences, 1980, 185 p.

## 18. HIERRO

### A. INTRODUCCION. IMPORTANCIA EN EL FUNCIONAMIENTO DEL ORGANISMO

El hierro es un elemento esencial para la síntesis de compuestos metabólicamente muy importantes. Pueden identificarse dos compartimientos del hierro corporal: el hierro funcional y el de reserva. En el primero se encuentra la hemoglobina de los glóbulos rojos de la sangre, que es el componente mayor, y la mioglobina del músculo. La función específica de la hemoglobina es transportar oxígeno desde los pulmones hacia las células de todos los órganos y tejidos, y la mioglobina sirve de reservorio de oxígeno en el músculo para su uso inmediato. El hierro también es componente de varias coenzimas que actúan con las enzimas como "facilitadoras" en los procesos de respiración celular (óxido-reducción), tales como los citocromos, las deshidrogenasas y las reductasas. Muchos de estos compuestos mencionados son hemínicos o sea que su hierro está en forma de "heme", pero además hay algunas enzimas con hierro no hemínico. Otro constituyente funcional de hierro es la transferrina que transporta el hierro en la circulación.

El compartimiento de reserva incluye a la ferritina que es la proteína predominante de almacenamiento en condiciones normales, y la hemosiderina cuya función es almacenar excesos de hierro en el organismo.

## **B. ABSORCION, TRANSPORTE, METABOLISMO Y EXCRECION**

El hierro de los alimentos se presenta en diversas formas que tienen diferentes biodisponibilidades a nivel intestinal, lo cual se discutirá más adelante. En el intestino delgado el hierro es liberado en el lumen y en el interior de las células de la mucosa intestinal es atrapado por la ferritina. Esta lo transfiere a la transferrina de la circulación la cual lo lleva al hígado donde una parte puede almacenarse en forma de ferritina hepática (o como hemosiderina cuando está en exceso) y otra parte es llevada por la transferrina del plasma sanguíneo hasta la médula ósea donde se utiliza para la formación de hemoglobina, así como a los otros órganos y tejidos del cuerpo. La absorción intestinal del hierro de los alimentos no es completa. El no absorbido se excreta por las heces, al que se une hierro contenido en células descamadas de la mucosa intestinal (hierro fecal). La "economía" nutricional del hierro en el humano es eficientísima, y el hierro absorbido es recirculado para ser re-utilizado por el organismo. Sólo una mínima parte se pierde por la orina, más trazas que se pierden por el pelo, las uñas y la piel. En un adulto de sexo masculino o una mujer en edad post-menstrual, estas pérdidas suman menos de 1 mg por día.

La mujer madura pierde durante la menstruación cantidades adicionales significativas con el flujo menstrual. Durante el embarazo la demanda fisiológica de hierro se ve también incrementada por las necesidades del feto y el incremento del volumen sanguíneo y durante la lactancia, para la producción de leche materna, que contiene hierro. Después del parto el volumen sanguíneo de la madre vuelve a lo normal destruyéndose el exceso de hemoglobina, y el hierro liberado es re-utilizado por el infante para llenar sus requerimientos hasta los 4 a 6

meses de edad. Por último, durante la niñez, al pequeño requerimiento de mantenimiento se agrega una cantidad adicional para crecimiento. En resumen, las necesidades fisiológicas de hierro varían según la edad, el sexo, y el estado fisiológico.

### Regulación intestinal de la absorción de hierro

La mucosa intestinal posee un mecanismo biológico de control de la absorción que funciona en dos sentidos: cuando las proteínas de reserva de hierro están saturadas, el intestino bloquea la absorción ya que de lo contrario entraría hierro al organismo que tendría que circular no ligado (libre), forma en la cual es muy tóxico. Por el contrario, cuando las reservas corporales están bajas el intestino recibe un "mensaje" inverso y permite una absorción mayor que la normal, en un esfuerzo por contrarrestar el déficit de hierro. Si la dieta contiene razonables cantidades de hierro, este mecanismo ayuda a compensar, al menos parcialmente, el efecto de pérdidas normales de sangre y requerimientos elevados durante el embarazo. Desafortunadamente, con mucha frecuencia no se logra una compensación completa y se precisan otras medidas correctivas como suplementación o fortificación de alimentos.

### **C. EL HIERRO DE LOS ALIMENTOS Y LAS DIETAS**

Entre los alimentos de origen animal las carnes son excelentes fuentes, sobre todo la de res y ternero que tienen un alto contenido de hierro hemínico (absorción entre 12 y 22%, respectivamente). Las de cerdo, pollo y pescado son también fuentes muy importantes. La absorción intestinal del hierro de éstos últimos alimentos oscila entre 9 a 15%, el hierro del huevo no se absorbe tan eficientemente. El hierro de la leche materna, aunque está

relativamente en baja cantidad, tiene una excelente biodisponibilidad para el lactante (alrededor de 50%) mientras que el de la leche de vaca se absorbe sólo en un 20%.

Muchos alimentos vegetales revelan por análisis químicos un alto contenido de hierro total, tales como las leguminosas, los cereales y algunas hojas verdes como la espinaca y la acelga. Sin embargo, estos altos contenidos son engañosos pues, a diferencia del hierro de las carnes y otros productos animales, éste es muy poco absorbible, por lo general del 2 al 5%. Esta baja biodisponibilidad es causada principalmente por la presencia en ellos de sustancias inhibitoras. Los cereales como el maíz, el trigo y el arroz, y las semillas leguminosas como los frijoles contienen fitatos que bloquean la utilización intestinal.

Los tanatos son fuertes inhibidores presentes en alta concentración en el té y en el café, aunque un poco menos en este último; por lo que debe evitarse acompañar ciertas comidas que de por sí son pobres en hierro, con un abundante consumo de estas bebidas. En dietas con alto contenido de fibra y salvado de trigo se reduce también la absorción del hierro vegetal. Los inhibidores mencionados no tienen efecto depresivo sobre el hierro de las carnes.

Por otra parte, existen facilitadores de la absorción que contrarrestan a los inhibidores. El ácido ascórbico (vitamina C), contenido en generosas cantidades en muchas frutas, es un facilitador excelente de la absorción del hierro vegetal. La ingestión de unos 40 mg (por ejemplo el contenido de una naranja de regular tamaño) en la misma comida puede hasta triplicar la utilización intestinal del hierro.

De mucha significación nutricional es el hecho que cuando a una dieta esencialmente de origen vegetal se le agregan carnes (res, cerdo, pollo o pescado, por ejemplo) la absorción del hierro vegetal de dichas dietas se incrementa notablemente. Estas carnes contienen un facilitador (peptidos del aminoácido cisteína) que estimula la absorción del hierro no-hemínico de los otros alimentos que se ingieren simultáneamente.

#### **D. RECOMENDACIONES DIETETICAS**

Las recomendaciones de ingesta son las cantidades de hierro que se deben ingerir diariamente para que al ser absorbidas llenen los requerimientos fisiológicos. Por consiguiente, los factores que condicionan estas recomendaciones son, por una parte, la edad, el sexo y los estados fisiológicos del embarazo y la lactancia; y por la otra, la biodisponibilidad del hierro de las dietas usuales en las poblaciones para los cuales se están proponiendo las recomendaciones, ya que entre más pobre sea la absorción será necesario un aporte más grande en los alimentos y viceversa.

Para hacer más expedita la elaboración de las recomendaciones, un Comité de Expertos FAO-OMS (1988, informe aún no publicado) categorizó las dietas del mundo en tres: a) dietas con baja disponibilidad, muy usuales en las poblaciones de muy pobre nivel socioeconómico. Son dietas muy simples a base de cereales, tubérculos o raíces farináceas y de leguminosas con insignificantes y ocasionales cantidades de carne y otros alimentos animales, y poco aporte de ácido ascórbico. Se estima que su hierro se absorbe en un promedio de 5%, y b) dietas de biodisponibilidad intermedia, comunes en los sectores de estratos socioeconómicos medios de

muchos países y que también son a base de cereales, tubérculos y leguminosas, pero con cantidades más altas y frecuentes de carnes (res, pollo, cerdo, pescado) y fuentes de ácido ascórbico. La absorción promedio de su mezcla de hierro hemínico y no-hemínico se estima alrededor del 10%, por último, c) dietas con biodisponibilidad alta, típicas de los grupos de alto nivel socioeconómico; dietas compuestas por numerosos ingredientes, abundantes en distintas carnes, pollo, pescado, y frecuente y generoso consumo de fuentes de ácido ascórbico. La absorción promedio se estima en 15%.

**CUADRO 4**  
**INGESTA DIARIA DE HIERRO (mg/día)<sup>1</sup>**

Edad, años	Biodisponibilidad de hierro en la dieta <sup>2</sup>		
	Alta	Intermedia	Baja
<b>Niños</b>			
0.5 - 1	5	7	14
1.1 - 2	3	4	8
2.1 - 6	3	5	9
6.1 - 12	5	8	16
<b>Hombres</b>			
12.1 - 16	8	12	24
16 +	5	8	15
<b>Mujeres (menstruando)</b>			
12.1 - 16	9	13	27 <sup>4</sup>
16 +	10	14	29 <sup>4</sup>
Post-menopausia	4	6	13
Lactando	6	9	17
Embarazadas <sup>3</sup>	*	*	*

Fuente: Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Guías de Alimentación: Base Para Su desarrollo En América Latina (Informe Editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béchar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988.

<sup>1</sup> Percentil 95 de la población. En las mujeres que menstrúan, se calculó con base en el percentil 95 de pérdidas menstruales (fuente: FAO/OMS, 1985).

<sup>2</sup> Cuando la absorción y utilización del hierro alimentario es 15% ("alta") y 10% ("intermedia"), ó 5% ("baja").

<sup>3</sup> La anemia puede prevenirse a expensas de buenas reservas corporales de hierro al inicio del embarazo y una dieta con alta biodisponibilidad del mineral. De lo contrario, en el segundo y tercer trimestre puede ser necesario suplementar a la mujer con 30-60 mg. de hierro/día.

<sup>4</sup> Valor difícil de alcanzar con la dieta usual.

Sobre las consideraciones anteriores se basan las cifras de ingesta diaria que se presentan en el Cuadro 4 (página 114), elaborado por el taller de Expertos UNU-CAVENDES en 1987. Nótese que no aparece recomendación para el lactante menor de 4-6 meses, ya que como se discutió antes, sus requerimientos se llenan con las reservas de hierro acumuladas durante la vida intrauterina, más el hierro altamente absorbible de la leche materna.

## **E. DEFICIENCIA DE HIERRO Y SUS CONSECUENCIAS BIOLÓGICAS Y SOCIALES**

Cuando las necesidades de hierro del organismo no son satisfechas por la cantidad de este nutrimento proporcionado por la dieta, éste echa mano de las reservas, especialmente las almacenadas en el hígado, y si esta situación no se corrige éstas se depauperan. Se desarrolla así un estado de deficiencia aun antes de que aparezcan las manifestaciones clínicas. Este estado, difícil de detectar (fase pre-clínica), va ya acompañado de consecuencias indeseables tales como debilidad, disminución del apetito y reducción del lapso de atención y capacidad de aprendizaje. Si estas reservas llegan a un mínimo o se agotan, la formación de hemoglobina en la médula ósea se ve afectada y se desarrolla la condición patológica conocida como anemia ferropriva, caracterizada por glóbulos rojos pequeños y pálidos por lo que también se le conoce como anemia microcítica hipocrómica; la disponibilidad de oxígeno para los órganos y tejidos se reduce y las alteraciones mencionadas anteriormente se exacerban. Los niños de corta edad, los adolescentes y las mujeres durante la menarquía y el embarazo son los grupos más vulnerables, pero, en general, afecta a todas las edades.

Una de las consecuencias biológico-social es una disminución significativa en la capacidad de trabajo físico y de la productividad, la cual ha sido plenamente demostrado en estudio con trabajadores agrícolas en sociedades subdesarrolladas. La suplementación con hierro corrige el problema.

Mujeres que padecen de deficiencia de hierro durante el embarazo no pueden transferirle suficiente hierro al recién nacido, haciéndolo más vulnerable a la anemia durante su primer año de vida.

La anemia también contribuye a una reducción en la respuesta inmune (defensa contra las infecciones) mediada por una disminución de la capacidad de los glóbulos blancos de la sangre para englobar y destruir a las bacterias invasoras (bacteriofagia).

Aunque primariamente de origen dietético, la deficiencia de hierro se ve agravada con frecuencia por pérdidas excesivas de sangre tales como hemorragias por accidentes, o peor aún, crónicas. En áreas tropicales de los países subdesarrollados, por ejemplo, infestaciones con ciertos parásitos intestinales producen hemorragias continuas de la pared intestinal con pérdidas acumulativas de hierro muy significativas. La uncinaria es sin lugar a dudas el más agravante pero el anquilostoma y el ascaris en infestaciones elevadas también son de consideración. La malaria es otro contribuyente mayor a la anemia pues el parásito hemoliza los glóbulos rojos.

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1. FAO/WHO. Requirements of Vitamin A, Iron, Folate and Vitamin 12. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome, Italy, 1988, 107 p. (FAO Food and Nutrition series No. 23).**
- 2. Nutrition Foundation. Present Knowledge in Nutrition. Washington, D.C., The Nutrition Foundation Inc., 1984, 900 p.**
- 3. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su Desarrollo. (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw) Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.**

## **19. CALCIO**

### **A. IMPORTANCIA NUTRICIONAL Y FISIOLÓGICA DEL CALCIO**

El calcio es el constituyente mineral más abundante del organismo. El cuerpo de un hombre adulto promedio contiene alrededor de 1,200 g de este mineral, o sea de 1.5 a 2% de su peso total. El 99% de este calcio se encuentra en los huesos y dientes, principalmente como fosfato incluido en una matriz celular para formar la estructura sólida de estos tejidos. El resto (menos de 10 g) está distribuido en los fluidos y en los tejidos blandos donde juega importantes funciones.

Existe un constante proceso de fijación y liberación de calcio (y fósforo) del hueso, que se encuentra regulado normalmente por un equilibrio muy ajustado. En este sentido los huesos actúan también como una reserva grande de calcio y fósforo de la cual el organismo puede echar mano en caso necesario, para reponer pérdidas de calcio y fósforo funcionales en otros sistemas del organismo.

Las funciones que desempeña el calcio son muy variadas e incluyen procesos tales como la excitabilidad neuromuscular, la coagulación sanguínea, la transmisión nerviosa y la contracción muscular. Para mantener un nivel normal en estas funciones, incluyendo la calcificación de huesos y dientes se requiere de un adecuado aporte de calcio en la dieta diaria.

## **B. FUENTES ALIMENTARIAS Y FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA ABSORCION DE CALCIO**

El contenido de calcio de los alimentos por análisis químico, no siempre refleja el calcio disponible para su absorción. Por ejemplo, algunas hojas verdes, como la espinaca y las hojas de rábano y de remolacha tienen un alto contenido de calcio total, pero contienen suficiente ácido oxálico para formar cantidades sustanciales de oxalato de calcio, el cual interfiere con su absorción por ser insoluble en el medio intestinal. Los cereales como el trigo son importantes fuentes cuando se presentan en forma de harinas enriquecidas.

En ciertas culturas incluyendo la de influencia maya en el área centroamericana, la tortilla de maíz es una fuente muy rica debido al tratamiento con cal que se le da al grano para ablandarlo y eliminar su cascarilla. Este alimento llega a contener hasta unos 190 mg de calcio por 100 g y en las poblaciones rurales pobres que la consumen, puede contribuir hasta el 50% de la ingesta diaria.

La leche es muy buena fuente porque además de contener bastante calcio, éste es muy absorbible. La carne no es una fuente abundante. Los pescados tipo sardina enlatada y otros muy pequeños que se consumen con su esqueleto son, en algunas poblaciones, una muy buena fuente.

Entre los factores que favorecen la absorción de calcio se encuentran la vitamina D, que es esencial para su absorción y las proteínas, algunos de cuyos aminoácidos interactúan con el calcio a nivel intestinal y forman complejos muy solubles de este mineral.

Ciertos compuestos en algunos productos vegetales, como el ácido fítico y el oxálico interfieren en la absorción por la formación de sales de calcio insolubles. Sin embargo, en muchos cereales (trigo, avena) hay una fitasa que libera el calcio y lo hace más disponible para su absorción. Las grasas y los ácidos grasos saturados de alto peso molecular también forman sales insolubles y cuando están en exceso en las dietas pueden arrastrar en las heces cantidades significativas de calcio, sobre todo en personas que sufren de malabsorción de grasa.

### **C. RELACION ENTRE LA INGESTA Y EL BALANCE DE CALCIO**

El balance de calcio o sea la relación entre el calcio excretado y el ingerido, debería ser, en teoría, el método por excelencia para determinar el requerimiento. Sin embargo, el organismo tiene una gran capacidad de adaptar la eficiencia de absorción a ingestas variadas dentro de límites muy amplios y reestablecer así el equilibrio. Estas adaptaciones se pueden describir de la siguiente manera: a) Una disminución súbita en la ingesta resulta prontamente en balance negativo (pérdidas mayores que la ingesta), pero después de una semana, la absorción se torna más eficiente, la pérdida fecal decrece y el equilibrio se logra de nuevo a un nivel más bajo; b) El mecanismo a la inversa también ocurre. Así se tiene que un individuo puede estar en equilibrio con una dieta baja en calcio. Si se le sube la ingesta de calcio éste seguirá absorbiéndose con gran eficiencia resultando temporalmente en balance positivo, dando

la impresión de que este nivel es mejor, pero después de un tiempo con esta ingesta alta, la eficiencia de absorción va disminuyendo hasta establecer de nuevo el equilibrio. Se presume que el mecanismo de estas adaptaciones es mediado a través de cambios en el transporte intestinal de calcio en respuesta al estado de mineralización del esqueleto. Si esta es baja, la absorción se estimula, si es alta se inhibe.

#### **D. CONSECUENCIAS DE BAJAS INGESTAS DE CALCIO Y RECOMENDACIONES**

No se conocen signos francos de deficiencia en el hombre, pero en la mujer la osteomalasia (o sea el resblandecimiento del hueso por desmineralización) ha sido asociado con bajas ingestiones de calcio durante el embarazo, la lactancia y la vejez. Sin embargo es difícil concluir que existe una relación causal directa, ya que con un buen aporte de vitamina D parece que la osteomalasia no necesariamente se desarrolla aún en poblaciones con ingestas moderadamente bajas de calcio. Epidemiológicamente no se considera a la deficiencia de calcio como la causa responsable primaria de los problemas de osificación durante el crecimiento. Sin duda, el raquitismo es básicamente debido a la deficiencia de vitamina D y las caries dentales obedecen primordialmente a múltiples factores ambientales tales como la higiene oral, la carencia de flúor y a la genética, y parecen ser independientes del nivel de ingesta de calcio entre los límites de los requerimientos fisiológicos y los aportes recomendados.

A pesar de ciertas lagunas en la información disponible, se considera justificable que las recomendaciones dietéticas de calcio para los países subdesarrollados donde los niveles de proteína dietética son bajos, sean de alrededor de 400 a 500 mg por día para niños menores

de 1 año, de 800 mg/día para niños mayores y adultos y de 1,200 mg para los adolescentes y las embarazadas y madres lactantes.

El infante alimentado al seno recibe suficiente cantidad de calcio con la leche materna, siendo éste, además, de una excelente biodisponibilidad intestinal.

### **BIBLIOGRAFIA**

1. Mitchell, H.S., H.J. Rynbergen, L. Anderson and M.W. Ddibble. **Nutrition in Health and Disease.** Philadelphia, J.B. Lippincott Company, 1976, 651 p.
2. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington D.C., The Nutrition Foundation Inc. 1984, 900 p.
3. Whitney, E.N. and F.S. Sizer. **Nutrition. Concepts and Controversies.** St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.
4. Universidad de las Naciones Unidas y Fundación CAVENDES. **Metas Nutricionales y Guías de Alimentación Para América Latina: Bases Para Su Desarrollo.** (Informe editado por los Drs.: J.M. Bengoa, B. Torún, M. Béhar, N.S. Scrimshaw), Caracas, Venezuela, Fundación CAVENDES, 1988, 415 p.

## **20. FOSFORO**

### **A. DISTRIBUCION EN EL ORGANISMO Y FUNCIONES**

Después del calcio, el fósforo es el segundo mineral más abundante en el cuerpo.

El contenido de fósforo de un adulto masculino es de aproximadamente 700 g. Alrededor de un 85% está en los huesos y dientes como fosfato de calcio y el restante está en las células y líquidos extracelulares.

El fósforo cumple una función estructural en relación con el sistema óseo y está involucrado en gran número de funciones celulares, principalmente como fosfolípidos a nivel de la membrana donde juega un papel regulador de la permeabilidad celular. Este mineral es un constituyente de los compuestos que almacena altas cantidades de energía metabólica y por lo tanto, es esencial para la transferencia de dicha energía y su utilización en el funcionamiento celular. Además, las formas activas de muchas vitaminas y varios intermediarios del metabolismo de los carbohidratos requieren fósforo para realizar su función.

### **B. BIODISPONIBILIDAD Y FUENTES DIETETICAS**

El fósforo de los alimentos es más biodisponible que el calcio en el intestino, ya que con una ingestión normal, cerca de 60-70% es absorbido. Una excepción es el ácido fítico, un fosfato orgánico presente en los cereales y semillas, que no sólo no se absorbe como tal, sino que también interfiere en la absorción del calcio, del hierro y de otros microelementos de la dieta.

Un factor muy importante en la eficiencia de absorción del fósforo es el estado nutricional de vitamina D, ya que la deficiencia de esta vitamina reduce la absorción conjunta del fósforo y del calcio.

El fósforo se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y son buenas fuentes alimentarias la leche y sus derivados, las carnes, las aves de corral, el pescado, los cereales y las leguminosas.

### **C. RECOMENDACIONES Y CONSECUENCIAS NUTRICIONALES POR DEFICIENCIA**

En las dietas ordinarias el consumo de fósforo iguala o aun excede al de calcio. Es por esto que nunca ha constituido un problema dietético y se ha dicho como regla empírica "cuide del calcio y el fósforo se cuidará solo".

Para todos los sujetos mayores de 1 año se recomienda una ingesta de fósforo igual a la del calcio (razón Ca/P=1:1). Para los primeros meses de vida, se requiere una razón Ca/P de 1.5:1 en las fórmulas modificadas para alimentación infantil. La razón requerida decrece hasta llegar a 1:1 al final del primer año de vida. La leche materna le brinda al lactante la cantidad adecuada de fósforo en una relación natural Ca/P de 2:1.

Durante el embarazo y la lactancia no es necesario un aumento en el aporte de fósforo.

A causa de su amplia distribución en la mayoría de alimentos, es improbable que se presenten deficiencias dietéticas de fósforo en poblaciones humanas; sin embargo, sí puede ocurrir depauperación de fósforo corporal como resultado de un tratamiento prolongado con antiácidos no absorbibles.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington D.C., The Nutrition Foundation Inc. 1984, 900 p.
2. The National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.

## **21. MAGNESIO**

### **A. DISTRIBUCION EN EL ORGANISMO Y FUNCIONES**

El magnesio es un elemento que comparte ciertas propiedades con el calcio en relación a su absorción y almacenamiento en los huesos. Por otra parte, tiene similitud con el potasio en cuanto a que es un constituyente funcional intracelular importante, y con el sodio por la facilidad de su control renal.

El contenido de magnesio en el cuerpo de un hombre de 70 kg es de aproximadamente 20 a 28 g de los cuales alrededor de un 55% se halla en los huesos y 27% en los músculos. Aproximadamente un 9% del total del contenido corporal es extracelular y el resto está localizado intracelularmente en los otros tejidos del organismo.

El magnesio es constituyente de muchas coenzimas y desempeña una función esencial en prácticamente todas las vías metabólicas de mayor importancia. Participa en varios procesos en la utilización y almacenamiento de los carbohidratos, de las grasas y de las proteínas. Además, participa en la síntesis de proteínas, en el mantenimiento de la integridad funcional de las membranas celulares y en la transmisión del impulso nervioso y en el mantenimiento de la actividad neuromuscular.

## **B. FUENTES Y SU BIODISPONIBILIDAD INTESTINAL**

El magnesio está ampliamente distribuido en los alimentos. Forma parte de la clorofila de las plantas verdes y se encuentra así mismo en la cocoa, nueces, leguminosas, granos integrales, carne, leche y mariscos.

El magnesio se absorbe principalmente en el intestino delgado. Cuando se consume una dieta que contiene cantidades normales, se absorbe alrededor de un 45%, en tanto que con una restricción dietética severa, los porcentajes de absorción pueden elevarse hasta un 75%. Una cantidad sustancial se excreta dentro del intestino por vía biliar y el jugo pancreático. En individuos normales la mayoría de este magnesio secretado es reabsorbido.

Existen algunos factores que reducen su absorción normal como son: ingestas muy elevadas de calcio, un tiempo de tránsito intestinal muy corto (como en la diarrea), y una concentración muy alta de agua en el lumen intestinal. La excreción de magnesio en las heces decrece cuando la cantidad de calcio y fósforo en la ingesta se reduce. Cuando el aporte de magnesio es severamente restringido, el organismo responde disminuyendo rápidamente su excreción, como mecanismo de conservación.

## **C. REQUERIMIENTOS, RECOMENDACIONES Y DEFICIENCIA**

Con base en el contenido promedio de magnesio en la dieta norteamericana, el Consejo Nacional de Investigación (NRC) ha estimado que los requerimientos varían de 200 a 300 mg/día. Basados en estos datos se ha establecido que las recomendaciones para el hombre y la

mujer adultos son de 350 y 300 mg/día, respectivamente. Para los adolescentes varones y mujeres aumentan a 400 y 350 mg/día, respectivamente. Los requerimientos durante el embarazo y la lactancia han recibido poca atención. Sin embargo, se considera que una cantidad adicional de 150 mg/día es recomendable para las mujeres durante esos estados fisiológicos. La leche materna provee al lactante de 0-6 meses entre 40-50 mg diarios. Entre 6 meses y un año se recomiendan 70 mg/día. A partir de un año las cifras aumentan gradualmente de 150 mg hasta alcanzar un nivel de 250 mg diarios en la prepubertad.

Su deficiencia con manifestaciones clínicas es rara en humanos, debido más que todo a su amplia distribución en los alimentos animales y vegetales que se consumen por la mayoría de la población. Sin embargo, una deficiencia de magnesio puede ocurrir en individuos que presentan algunas patologías tales como malabsorción severa, alcoholismo crónico, desnutrición severa, episodios frecuentes de vómito o suministro prolongado de soluciones parenterales (sueros) libres de magnesio y administración excesiva y crónica de diuréticos.

La deficiencia aguda conduce a la disminución de magnesio, calcio y potasio en el plasma sanguíneo, con aparición de síntomas neurológicos, anorexia, náuseas y apatía.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. **The National Research Council. Recommended Dietary Allowances. Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.**
2. **Whitney, E.N. and F.S. Sizer. Nutrition. Concepts and Controversies. St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.**

## 22. YODO

### A. METABOLISMO Y FUNCIONES

El yodo es un elemento esencial que debe ser proveído por la dieta en cantidades suficientes para la producción de dos hormonas, la tiroxina y la triyodotironina. El yodo ingerido y absorbido es llevado a la glándula tiroides donde es incorporada a residuos del aminoácido tirosina de una proteína específica la cual sirve como precursor de las hormonas mencionadas. Estas son secretadas por la tiroides a la circulación, llegando así a todos los tejidos donde ejercen su función primaria en la regulación del metabolismo basal. Parte del yodo liberado de la degradación de las hormonas se reutiliza, y parte se pierde principalmente en la orina.

### B. FUENTES NATURALES DE YODO

Las cantidades de yodo en los alimentos son muy variables y reflejan el contenido del elemento en los suelos en que las plantas son cultivadas o donde los animales pastan. Las sales de yodo en los suelos son muy solubles, por lo que las lluvias los han lavado de muchas áreas geográficas, especialmente zonas montañosas y laderas inclinadas. En estas regiones el aporte natural de yodo es marcadamente insuficiente tanto para la nutrición animal como la humana. Las poblaciones que viven en las proximidades del mar, por el contrario, gozan generalmente de una amplia disponibilidad de yodo en vista de que éste es muy abundante en los alimentos marinos (mariscos y algunas algas comestibles recogidas del océano). Aun la brisa marina que

humedece el aire en estas regiones costeras contribuye en cierto grado al aporte de yodo a través de los pulmones y las mucosas.

Se ha identificado la presencia de sustancias baciogénicas en ciertos alimentos, como algunas variedades de repollo. Estos causaron problemas en el ganado que los consumían como forraje en altas cantidades. Tal era el caso en Australia, por ejemplo. La evidencia no indica que estos factores baciógenos tengan importancia en el hombre, excepto quizás, cuando el aporte de yodo está muy por debajo del requerimiento.

### **C. DEFICIENCIA**

Un deficiente aporte de yodo resulta en una hipertrofia e hiperplasia de la glándula tiroides, condición clínica conocida como bocio endémico. La glándula aumenta su masa en un esfuerzo por compensar el déficit de yodo y producir suficientes cantidades de hormonas. Esta compensación se logra por regla general, de tal forma que las personas con bocio alcanzan niveles de hormonas circulantes normales aun con ingesta reducida (personas normotiroideas). El bocio es reversible al incrementar la ingesta de yodo cuando la hipertrofia no ha llegado a su grado más avanzado. Cuando la hipertrofia es extrema, la glándula se torna fibrosa y puede llegar a pesar hasta 400 g o más. Además del efecto antiestético estos grandes bocios pueden obstaculizar parcialmente la deglución y la respiración por presión sobre la faringe y la laringe.

## **D. CONSIDERACIONES SOBRE LA SIGNIFICACION DE LA DEFICIENCIA DE YODO EN SALUD PUBLICA Y ENFOQUES PARA SU PREVENCION Y CONTROL**

Desde el punto de vista de salud pública el embarazo representa un riesgo particularmente crítico en zonas bociógenas. Debido a que este estado fisiológico conlleva un incremento significativo del requerimiento nutricional de yodo, el equilibrio se rompe y la glándula ya no es capaz de compensar el déficit dietético, produciéndose en la embarazada una deficiencia real por insuficiente producción de hormonas tiroideas. Esta situación tiene serios efectos sobre el desarrollo del feto y en casos severos, es causa de retraso físico y mental irreversible en el infante, conocido como cretinismo. Un análisis de la OPS en 1988 reveló dramáticamente que conforme aumenta el bocio endémico se reduce el cociente de inteligencia (IQ) del niño hasta en un 20% o más cuando la prevalencia de bocio alcanza un 40 a 60% en la población general. Al mismo tiempo el porcentaje de infantes con cretinismo comienza a subir rápidamente. La carga humana, económica y social de esta tara es incalculable.

En consecuencia, la necesidad de ingestas adecuadas de yodo es imperativa. La demanda fisiológica del adulto y del adolescente de ambos sexos se satisface con aportes de 150 mcg diarios, nivel que toma en cuenta la posibilidad de la presencia de factores bociógenos en algunos alimentos, los cuales podrían interferir en cierto grado con la producción y secreción de las hormonas por la tiroides. Aportes adicionales de 25 y 50 mcg durante el embarazo y la lactancia cubren las demandas del feto y suplen el yodo secretado en la leche. El infante al seno recibe al menos 30 mcg diarios, nivel que es la base de la recomendación para infantes entre 0

y 6 meses y, por extrapolación, se han calculado las cifras para niños de los diferentes grupos de edad entre la infancia y la adolescencia.

El enfoque aceptado para controlar y aun erradicar la deficiencia de yodo y sus consecuencias es la yodización de la sal común que consiste en el agregado de yoduro o yodato de potasio a nivel de planta industrial. Esta intervención ha probado ser muy factible en muchos países, y cuando se ha llevado a cabo eficientemente, su impacto ha sido plenamente demostrado. En Guatemala, por ejemplo, aplicando una tecnología sencilla desarrollada en el INCAP, se inició el programa obligatorio de yodización a nivel nacional, habiéndose reducido la prevalencia de bocio de un promedio de alrededor de 45% a menos del 4% en la mayoría de las regiones ecológicas del país. Experiencias similares han sido reproducidas en el resto del área centroamericana.

Los niveles de yodización recomendados depende del consumo de sal de la población en cuestión y se establecen con el objetivo de que todos los grupos de edad alcancen las cifras diarias recomendadas. La mayoría de los programas oscila entre 1 parte de yodo por 10,000 partes de sal a 1 por 50,000.

En países o regiones donde la yodización "universal" ha probado ser poco factible se han usado, aunque con menor éxito, otras opciones, tales como inyecciones intramusculares periódicas de una dosis alta de yodo en aceite cada 3 a 4 años, o la distribución de pastillas de yoduro de sodio o de potasio a los grupos más vulnerables.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Hershman, Jerome M., Glen A. Melnick and Rosemary Kastner. **Economic Consequences of Endemic Goiter. Towards the Eradication of Endemic Goiter, Cretinism, and Iodine Deficiency.** Proceedings of the V meeting of the PAHO/WHO Technical Group on Endemic Goiter, cretinism, and iodine deficiency. Washington, D.C., U.S.A., Pan American Health Organization, 1986, 419 p. (Scientific publication No. 502).
2. Nutrition Foundation. **Present Knowledge in Nutrition.** Washington D.C., The Nutrition Foundation Inc. 1984, 900 p.

## 23. OTROS MINERALES "TRAZAS"

### ZINC

El zinc es un elemento esencial para el hombre y para todas las especies animales. Es un componente de muchas enzimas que catalizan múltiples procesos metabólicos. Parece también ser esencial en la síntesis de proteína y del material genético y está asociado con la movilización y transporte de vitamina A.

La carne, el pescado y los mariscos son muy buenas fuentes en la dieta. Los alimentos vegetales también contienen zinc pero éste es menos absorbible que el de origen animal. El zinc en la leche humana es muy bien absorbido por el lactante.

Observaciones experimentales en el hombre y datos sobre el contenido y biodisponibilidad del zinc de dietas mixtas en los Estados Unidos han permitido estimar los aportes dietéticos considerados adecuados. A los adultos de ambos sexos se les asigna una recomendación de 15 mg/día, con un aporte adicional de 5 mg durante el embarazo y 10 mg durante la lactancia. Estos aportes adicionales responden a las necesidades del feto y aseguran un contenido de zinc adecuado en la leche materna. La cifra para el niño de 6 meses a 1 año es 5 mg diarios, elevándose a 10 mg hasta antes de la pubertad. El aporte recomendado para los adolescentes de ambos sexos es de 15 mg por día. Se asume que con dietas predominantemente de origen vegetal estas recomendaciones deberían ser un poco más altas, pero no se cuenta con datos que permitan recomendaciones específicas correspondientes.

Se han descrito casos de deficiencia con alteraciones clínicas, pero solamente asociados con condiciones patológicas y no atribuibles a la dieta. Una excepción son algunos países del norte de Africa y del Cercano Oriente en donde se han descrito frecuentes casos de deficiencia severa de origen dietético con signos clínicos de hipogonadismo y enanismo en hombres jóvenes y adolescentes. En otras áreas del mundo existe la sospecha de que las ingestas pueden ser marginales pero su significación nutricional aún espera confirmación.

## **COBRE**

El cobre es un nutrimento esencial para el hombre y todas las especies de vertebrados. Se ha identificado un gran número de proteínas y enzimas que contienen cobre funcional en su estructura; algunas de éstas son esenciales para la utilización del hierro. La deficiencia de cobre en animales experimentales resulta en una serie de anomalías que incluyen, anemia, defectos esqueléticos, desmielinización de las terminaciones nerviosas, defectos en la pigmentación y estructura del pelo y trastornos en la función reproductiva.

La deficiencia de cobre es rara en el hombre y sólo se ha descrito como resultado de condiciones patológicas como el sprue tropical, el síndrome nefrótico y la desnutrición proteínico-energética severa.

No han sido informadas deficiencias de cobre de origen alimentario en poblaciones, incluyendo las de países subdesarrollados. Una razón es probablemente que el cobre se encuentra ampliamente distribuído en los alimentos.

Las fuentes más ricas de cobre en la dieta son las ostras, el hígado, el riñón, las nueces y las leguminosas. La margarina de aceite de maíz es también una fuente de consideración. La contaminación del agua potable servida por tuberías de cobre puede contribuir significativamente a la ingesta de cobre en algunas circunstancias.

La leche materna provee suficiente cobre para satisfacer las necesidades de infantes amamantados al seno. No existen bases científicas suficientes para establecer cifras de requerimientos de cobre con la misma certeza que para otros nutrimentos. Sin embargo, algunos grupos de expertos han sugerido aportes diarios compatibles con niveles adecuados de cobre en el organismo y ausencia de signo alguno de deficiencia en grupos de población. El NRC de los EE.UU. propone para infantes de menos de 1 año 0.5-1.0 mg/d, niños hasta la prepubertad 1-2.5 mg/d y adolescentes y adultos de ambos sexos hasta 3 mg/d, incluyendo a las mujeres embarazadas y madres lactantes.

## **SELENIO**

El papel esencial que juega el selenio ha sido conclusivamente demostrado experimentalmente. Entre otras, la función vital más importante y mejor estudiada es la que desempeña como parte de una enzima (peroxidasa del glutatión) que protege a los componentes fundamentales de las células contra el daño que pueden causarles concentraciones excesivas de factores oxidantes extraños. En este proceso metabólico el selenio funciona acoplado a la vitamina E que es otro factor antioxidante intracelular poderoso. La deficiencia de cualquiera de los dos interfiere con el rol protector del otro.

Hasta hoy en día, no se han descrito en el humano anomalías atribuibles a deficiencia de selenio en las dietas. Es por consiguiente difícil definir con certeza cifras de requerimientos. Sin embargo, por extrapolación de estudios en animales, y algunos estudios de balance en sujetos humanos, se han podido estimar límites mínimos y máximos de ingesta dentro de los cuales los aportes de selenio se consideran adecuados y aseguran contra cualquier riesgo de deficiencia o toxicidad. Para adolescentes y adultos de ambos sexos estos son de 50 a 200 mcg por día, aplicables también durante el embarazo y la lactancia. Los aportes para infantes menores de un año se han fijado entre 20 y 60 mcg diarios, y los aportes máximos para niños en edades intermedias pueden ser hasta 120 mcg diarios.

Los aportes de selenio dentro de los límites mencionados pueden ser fácilmente alcanzados con una gran variedad de dietas. Los pescados y mariscos marinos, el hígado y el riñón son fuentes ricas, siguiéndole las carnes que también son fuentes muy confiables. El contenido de selenio en cereales y leguminosas es variable dependiendo de la concentración de este elemento en los suelos donde se cultiva. Por último, las verduras y las frutas contribuyen con moderadas cantidades.

## **CROMO**

El cromo es un elemento nutricional esencial que debe ser proveído por la dieta. Se requiere para el mantenimiento del metabolismo normal de la glucosa, probablemente actuando como cofactor de la insulina. Esta función del cromo ha sido plenamente demostrada en animales experimentales y confirmada en sujetos humanos que probablemente tenían dietas

marginales de este nutrimento. Todos estos casos eran de mujeres embarazadas, personas de edad avanzada o pacientes con desnutrición proteínico-energética.

La absorción del cromo de dietas mixtas sobrepasa el 70%. Un aporte dietético de 200 mcg por día cubre ampliamente las necesidades fisiológicas del adulto aun con dietas con cromo de la más baja biodisponibilidad intestinal.

La levadura, el queso, las carnes y los cereales integrales son buenas fuentes. Los cereales en forma de harina refinada y las hojas verdes son pobres en cromo.

Dietas familiares mixtas y variadas que aporten cromo al adulto en cantidad de 50 a 200 mcg por día se consideran adecuadas y seguras para satisfacer las necesidades de todos los otros grupos de edad y sexo.

## **FLUOR**

El flúor es un elemento constituyente de todas las dietas naturales, pues está presente, aunque en ocasiones en pequeñas cantidades, en prácticamente todos los suelos, fuentes de agua, plantas y animales. Estudios experimentales en animales con dietas muy restringidas en flúor, han sugerido que éste juega un papel en el crecimiento. Sin embargo, se desconoce el mecanismo de este efecto y, además, no existe ninguna evidencia que tenga significación en la nutrición humana.

La principal acción del flúor en el organismo humano se concentra en los huesos y en el esmalte de los dientes, donde se deposita preferencialmente. En estos tejidos, el flúor ingerido en forma de fluoruro se incorpora en la estructura cristalina de la hidroxiapatita, que es un tipo de fosfato de calcio, convirtiéndola en fluorohidroxiapatía que tiene una estructura cristalina más dura y le confiere al esmalte una mucho mayor resistencia a la caries dental. Este efecto protector se observa principalmente cuando el flúor actúa durante la formación de los dientes (fase pre-eruptiva), pero hay evidencia de que la administración de fluoruros, tópica o ingerida, también tiene acción beneficiosa contra la enfermedad periodontal (piorrea) y la osteoporosis en los adultos.

La disponibilidad del flúor varía mucho en diferentes localidades geográficas, ya que su contenido en los alimentos cultivados y el agua potable dependen de la riqueza de los suelos en este elemento. Mientras hay regiones con suficiente flúor y aún ligeros excesos, hay otras con niveles muy bajos. El agua potable es la fuente por excelencia. Si la concentración natural de fluoruro en ésta es al menos 1 mg/l, la población obtendrá suficiente flúor para asegurarse su efecto protector contra la caries.

Si el nivel se juzga insuficiente, el agregado de flúor en forma de fluoruro está indicado. Existe tecnología sencilla y económica para la fluoridación de la fuente de agua potable y hay consenso en que esta medida debe aplicarse para subir la concentración a 1 mg/l en poblaciones con un consumo normal de agua. En climas muy cálidos donde el consumo de agua es significativamente mayor debe reducirse proporcionalmente el nivel. El efecto beneficioso de

la fluoridación ha sido plenamente confirmado en muchos estudios comunitarios, mostrando reducciones en la prevalencia de caries dental en niños de 3 a 5 años hasta de 65 a 50% y un poco menores en edades posteriores.

En áreas donde el contenido de fluoruro en el agua es de más de 2 mg/l se ha descrito una alteración en el esmalte de los niños llamada "diente moteado", caracterizada por pigmentación parda del esmalte. Estos dientes tienen una clara resistencia a caries. La pigmentación tiene sólo objeciones cosméticas que pueden afectar la aceptación del programa de fluoridación con niveles de esa magnitud, pero aún así, no hay evidencia de toxicidad. Por el contrario, aportes muy por encima de los niveles recomendados (20 a 80 mg/día) mantenidos por varios años, resultan en síntomas de toxicidad crónica o fluorosis con alteraciones de los huesos y las articulaciones.

## **MANGANESO**

El manganeso forma parte esencial de muchas enzimas que participan en el metabolismo energético y proteínico, así como en la formación de los mucopolisacáridos.

En animales se ha observado que los síntomas de deficiencia incluyen alteraciones en el proceso de la reproducción, retardo en el crecimiento, malformaciones congénitas, anormal formación de cartílago y hueso y una baja tolerancia a la glucosa. No existe ninguna evidencia de deficiencia de manganeso en poblaciones humanas, posiblemente por sus requerimientos muy bajos y su extensa distribución en los alimentos.

Las nueces y los cereales no refinados son ricas fuentes de manganeso, las verduras y las frutas contienen cantidades moderadas, mientras que las carnes y los alimentos marinos tienen bajas concentraciones.

No existen suficientes bases para establecer recomendaciones de aporte dietéticos diarios. El NRC sugiere límites entre los cuales considera que las ingestas son adecuadas; para los adultos se proponen cifras de 2.5 a 5 mg/día y aportes correspondientemente ajustados a otros grupos de edad.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. The National Research Council. **Recommended Dietary Allowances.** Washington D.C., National Academy of Sciences, 1980, 185 p.
2. Whitney, E.N. and F.S. Sizer. **Nutrition. Concepts and Controversies.** St. Paul, MN, USA, West Publishing Co., 1988, 736 p.

## GLOSARIO

**Acidos grasos insaturados.** Contienen menos hidrógeno que los saturados. Su contenido alto en las grasas las hace ser líquidas a temperatura ambiente moderada (aceites). Poli-insaturados (PUFA) son los que tienen aún menos hidrógeno. Algunos de ellos son dietéticamente esenciales o indispensables.

**Acidos grasos saturados.** Acidos grasos que contienen un máximo de hidrógeno en su composición. Su contenido en las grasas las hace más sólidas a temperatura ambiente moderada y menos digeribles.

**Anabolismo.** Proceso por el cual se forman las sustancias o compuestos en el organismo.

**Biodisponibilidad.** Propiedad de un nutrimento o una sustancia en general, de ser absorbida y utilizada por el organismo.

**Bociógenos.** Sustancias que al ser ingeridas interfieren con la utilización del yodo por la glándula tiroides y causan bocio endémico.

**Catabolismo.** Proceso por el cual se degradan las sustancias o compuestos en el organismo. El catabolismo genera los productos de degradación que son excretados.

**Catalizador.** Sustancia que cataliza.

**Catalizar.** Facilitar que una reacción química o metabólica se efectúe; hacerla más rápida y eficiente.

**Cetosis.** Producción excesiva de ciertos productos de degradación de las grasas. Cuando estos se acumulan en la sangre y los tejidos tienen efectos tóxicos.

**Coenzimas.** Compuestos no-proteínicos que se unen a las enzimas para darles especificidad en su función catalizadora. Generalmente son las formas activas de las vitaminas.

**Endógeno.** Que actúa, ocurre o se origina dentro del organismo.

**Enzimas.** Proteínas de función especializada que facilitan o catalizan las reacciones bioquímicas en el organismo.

**Esteres.** Compuestos formados por la combinación de un ácido y un alcohol. Los triglicéridos, por ejemplo, son ésteres de glicerol (un tri-alcohol) y ácidos grasos.

**Etiológico.** Causante de una enfermedad o condición clínica. Por ejemplo, "factores etiológicos".

**Hemoglobina.** Proteína que contiene hierro y transporta el oxígeno en los glóbulos rojos de la sangre.

**Hemólisis.** Ruptura de los glóbulos rojos con liberación de hemoglobina.

**Hidrosolubles.** Sustancias solubles en el agua.

**Hidrólisis.** Rompimiento de compuestos y metabolitos con participación del agua.

**Hierro hemínico.** El hierro contenido en la hemoglobina.

**Hiperlipidemia.** Condición de altas concentraciones de grasa en la sangre. Normalmente se observa temporalmente después de la ingestión de grasas en la dieta, pero puede presentarse como una alteración duradera en ciertos casos patológicos.

**Hiperplasia.** Aumento en la división celular, lo que hace que se incremente el número de células.

**Hipertrofia.** Aumento del tamaño celular.

- Hipogonadismo.** Deficiente desarrollo de los órganos genitales con baja producción de hormonas sexuales.
- Inmune, (sistema).** Mecanismo de defensa contra las infecciones. A veces citado como "sistema inmunológico".
- Insuficiencia adrenal.** Baja producción de hormonas de las glándulas adrenales, como la aldosterona.
- Ion.** Un elemento puede existir en forma eléctricamente neutra o cargada de electricidad positiva o negativa. A ésta última forma se le denomina ion.
- Liposolubles.** Sustancias solubles en las grasas y aceites.
- Lumen intestinal.** Espacio dentro del intestino. Estrictamente considerado, este espacio está afuera del organismo y pertenece al ambiente exterior.
- Metabolismo.** Series de reacciones químicas que se llevan a cabo en la materia viva para la utilización de la energía y de los nutrimentos y para la formación y excreción de los productos de degradación. Estas reacciones están catalizadas por las enzimas y coenzimas y reguladas por los sistemas hormonales. Ocurren en cadena o en ciclos.
- Metabolito.** Compuesto formador en el organismo durante el metabolismo.
- Mielina.** Tejido que recubre a las terminaciones nerviosas.
- Minerales "traza".** Elementos cuyo requerimiento es muy bajo; generalmente en el orden de magnitud de microgramos.
- Petequias.** Hemorragias puntiformes visibles bajo la piel.

**Plaquetas.** Células de la sangre cuya función es aglomerarse en los sitios donde ha ocurrido heridas, formando un "tapón" para detener la hemorragia.

**Prostaglandinas.** Sustancias derivadas endógenamente de los ácidos grasos esenciales, que tienen acción similar a las hormonas y afectan especialmente al sistema cardiovascular.

**Trazas.** Cantidades muy pequeñas de un nutrimento o metabolito.

**Umbral renal.** Concentración de una sustancia o metabolito en la sangre por abajo de la cual el riñon la retiene, o por arriba de la cual se comienza a perder en la orina.

**ABREVIATURAS DE MEDIDAS DE PESO Y VOLUMEN USADAS EN EL TEXTO**

**Peso**

Kilogramo	kg (mil gramos)
Gramo	g
Miligramo	mg (milésima de gramo)
Microgramo	mcg (millonésima de gramo)

**Volumen**

Litro	l
Decilitro	dl (cien mililitros)
Mililitro	ml (milésima de litro)

**Siglas de nombres de instituciones**

CAVENDES	Fundación CAVENDES de Nutrición (Venezuela)
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación (NN.UU.)
INCAP	Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá
OMS	Organización Mundial de la Salud

**OPS**                    **Organización Panamericana de la Salud**

**UNU**                    **Universidad de las Naciones Unidas**

**24-10-91**

**Esta publicación se imprimió en los talleres litográficos del INCAP. La edición consta de 500 ejemplares impresos en papel bond 80 gramos, y estuvo al cuidado de su autor.**