



Antología

Nutrición Clínica

Licenciatura en Enfermería  
Escolarizado.

Tercer Cuatrimestre

Mayo – Agosto

Sánchez Gordillo Nefi Alejandro

## **Antecedentes históricos**

Nuestra Universidad tiene sus antecedentes de formación en el año de 1978 con el inicio de actividades de la normal de educadoras “Edgar Robledo Santiago”, que en su momento marcó un nuevo rumbo para la educación de Comitán y del estado de Chiapas. Nuestra escuela fue fundada por el Profesor Manuel Albores Salazar con la idea de traer educación a Comitán, ya que esto representaba una forma de apoyar a muchas familias de la región para que siguieran estudiando.

En el año 1984 inicia actividades el CBTiS Moctezuma Ilhuicamina, que fue el primer bachillerato tecnológico particular del estado de Chiapas, manteniendo con esto la visión en grande de traer educación a nuestro municipio, esta institución fue creada para que la gente que trabajaba por la mañana tuviera la opción de estudiar por las tardes.

La Maestra Martha Ruth Alcázar Mellanes es la madre de los tres integrantes de la familia Albores Alcázar que se fueron integrando poco a poco a la escuela formada por su padre, el Profesor Manuel Albores Salazar; Víctor Manuel Albores Alcázar en julio de 1996 como chofer de transporte escolar, Karla Fabiola Albores Alcázar se integró en la docencia en 1998, Martha Patricia Albores Alcázar en el departamento de cobranza en 1999.

En el año 2002, Víctor Manuel Albores Alcázar formó el Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. para darle un nuevo rumbo y sentido empresarial al negocio familiar y en el año 2004 funda la Universidad Del Sureste.

La formación de nuestra Universidad se da principalmente porque en Comitán y en toda la región no existía una verdadera oferta educativa, por lo que se veía urgente la creación de una institución de educación superior, pero que estuviera a la altura de las exigencias de los jóvenes que tenían intención de seguir estudiando o de los profesionistas para seguir preparándose a través de estudios de posgrado.

Nuestra universidad inició sus actividades el 19 de agosto del 2004 en las instalaciones de la 4a avenida oriente sur no. 24, con la licenciatura en puericultura, contando con dos grupos de cuarenta alumnos cada uno.

En el año 2005 nos trasladamos a las instalaciones de carretera Comitán – Tzimol km. 57 donde actualmente se encuentra el campus Comitán y el corporativo UDS, este último, es el encargado de estandarizar y controlar todos los procesos operativos y educativos de los diferentes campus, así como de crear los diferentes planes estratégicos de expansión de la marca.

## Misión

Satisfacer la necesidad de educación que promueva el espíritu emprendedor, basados en Altos Estándares de calidad Académica, que propicie el desarrollo de estudiantes, profesores, colaboradores y la sociedad.

## Visión

Ser la mejor Universidad en cada región de influencia, generando crecimiento sostenible y ofertas académicas innovadoras con pertinencia para la sociedad.

## Valores

- Disciplina
- Honestidad • Equidad
- Libertad

## Escudo



El escudo del Grupo Educativo Albores Alcázar S.C. está constituido por tres líneas curvas que nacen de izquierda a derecha formando los escalones al éxito. En la parte superior está situado un cuadro motivo de la abstracción de la forma de un libro abierto.

## Eslogan

“Pasión por Educar”

## Balam

Es nuestra mascota, su nombre proviene de la lengua maya cuyo significado es jaguar. Su piel es negra y se distingue por ser líder, trabaja en equipo y obtiene lo que desea. El ímpetu, extremo valor y fortaleza son los rasgos que distinguen a los integrantes de la comunidad UDS.



## Modelo educativo

## Unidad I

### Principios generales de nutrición y dietética.

I.1. Introducción.

I.2. Energía.

I.3. Nuestro organismo gasta calorías.

I.4. Macronutrientes.

I.4.1. Proteínas.

I.4.2. Carbohidratos.

I.4.3. Grasas o lípidos.

I.5. Micronutrientes.

I.5.1. Vitaminas.

I.5.1.1. Hidrosolubles

I.5.1.2. Liposolubles

I.5.2. Minerales

I.5.2.1. Macrominerales

I.5.2.2. Microminerales u oligoelementos.

I.6. Bibliografía

## INTRODUCCIÓN

La alimentación es la actividad mediante la que tomamos del mundo exterior una serie de sustancias necesarias para poder nutrirnos. Estas sustancias están contenidas en los alimentos que componen nuestra dieta.

Para alimentarnos correctamente es imprescindible conocer la composición de los alimentos, para así poder elegir los que sean más adecuados y conseguir con ello un buen estado de salud y un crecimiento y desarrollo óptimo en la infancia.

La educación para una alimentación adecuada impartida en la educación obligatoria es escasa. Además, en la sociedad de la comunicación en la que vivimos se transmiten una serie de mitos y creencias que llevan a confundir a los ciudadanos. En la consulta se observa con frecuencia la falta de unos conocimientos básicos que permitan a los padres, y a los niños si tienen la edad suficiente, llevar una dieta adecuada.

La alimentación es una actividad fundamental en nuestra vida. Por una parte, tiene un papel importantísimo en la socialización del ser humano y su relación con el medio que le rodea. Por otra, es el proceso por el cual obtenemos los nutrientes que nuestro cuerpo necesita para vivir.

Los nutrientes son las sustancias químicas contenidas en los alimentos que el cuerpo descompone, transforma y utiliza para obtener energía y materia para que las células lleven a cabo sus funciones correctamente.

Existen diferentes tipos de nutrientes, teniendo cada uno de ellos funciones distintas:

- Los macronutrientes son aquellos que necesitamos en grandes cantidades; comprenden las proteínas, los hidratos de carbono y las grasas.
- Los micronutrientes son aquellos que sólo necesitamos en cantidades muy pequeñas. Consideramos dentro de este grupo a las vitaminas y los minerales.
- Otros como el agua y la fibra (no siendo ésta última un nutriente propiamente dicho), que también necesitamos en cantidades adecuadas.

Algunos de los nutrientes que necesitamos para vivir podemos fabricarlos a partir de otros que obtenemos de lo que comemos. Otros, sin embargo, no podemos fabricarlos y debemos ingerirlos en la dieta. Éstos últimos se llaman nutrientes esenciales.

En cada alimento predominan uno o varios nutrientes lo que nos permite clasificarlos en 6 grupos diferentes:

- ① Cereales, patatas, azúcar.
- ② Alimentos grasos y aceites.
- ③ Carnes, huevos, pescados, legumbres y frutos secos.
- ④ Leche y derivados.
- ⑤ Verduras y hortalizas.
- ⑥ Frutas y derivados.

Como no existe ningún alimento que nos proporcione todos los nutrientes en las cantidades que necesitamos (a excepción de la lactancia materna o las fórmulas que la sustituyen para los lactantes durante los primeros 6 meses de vida), es preciso elaborar una dieta equilibrada, esto es, una dieta que incluya alimentos de todos los grupos en la proporción adecuada para cubrir las necesidades del organismo de una forma correcta.

Además hay que tener en cuenta que cada etapa de la vida tiene sus peculiaridades y la alimentación debe adaptarse a ellas. La infancia, por ejemplo, se caracteriza por ser la época de mayor crecimiento y desarrollo, y la dieta debe adaptarse tanto al ritmo de crecimiento como a la maduración de los distintos procesos que intervienen en la nutrición (ingestión, digestión, absorción y metabolismo) para conseguir un estado de salud adecuado.

# UNIDAD 1

Los nutrientes deben satisfacer tres tipos de necesidades:

- 1 energéticas,
- 2 estructurales,
- 3 funcionales y reguladoras.

A continuación vamos a describir qué son los diferentes nutrientes, cuáles son sus funciones principales, y en qué alimentos los vamos a encontrar principalmente.

## **ENERGÍA:**

La energía no es ningún nutriente sino que se obtiene tras la utilización de los macronutrientes por las células. Así, todos los alimentos, en función de los nutrientes que los componen, aportan energía o, lo que es lo mismo, calorías en mayor o menor medida.

### **Nuestro organismo gasta calorías en:**

- Mantener la temperatura y las funciones vitales en reposo (circulación, respiración, digestión...), es lo que se conoce como “metabolismo basal”.
- Crecer: durante la infancia, especialmente en el primer año de vida y la adolescencia (épocas en las que se crece más rápido). Este gasto es muy importante y, por tanto, necesitaremos mayor aporte calórico que en otras épocas de la vida.
- Moverse: por esta razón, en función del grado de actividad física, nuestro organismo necesitará más o menos aporte de energía.

Las calorías que consumimos deben cubrir estos gastos del organismo para que éste pueda funcionar correctamente. Un exceso o un defecto de aporte energético provocarán problemas en nuestra salud.

La estimación de las necesidades calóricas de un individuo se realiza por fórmulas o cálculos teóricos que se basan tanto en datos obtenidos por técnicas complejas que miden el gasto de energía (como la calorimetría indirecta) y la composición corporal, como en el grado de actividad física estimada. Las necesidades de energía varían según el peso, la talla, la edad, el sexo y la actividad física de una persona, aunque el factor más importante de todos ellos es la edad.

## **MACRONUTRIENTES**

El organismo necesita una mayor cantidad de macronutrientes (gramos) que de micronutrientes para funcionar correctamente. Generalmente, en esta categoría se incluyen el agua, los carbohidratos, las grasas y las proteínas. Los macronutrientes (excepto el agua) también pueden ser llamados nutrientes proveedores de energía. La energía se mide en calorías y es esencial para el crecimiento, reparación y desarrollo de nuevos tejidos, conducción de impulsos nerviosos y regulación de procesos corporales.

Los carbohidratos son necesarios para generar energía. Estos son la principal fuente de energía (4 calorías por gramo) y constituyen la mayor reserva de energética del cuerpo. Estos se encuentran en tres formas: azúcares (incluyendo la glucosa), almidón y fibra. El cerebro humano funciona solo con la glucosa. Cuando se produce en exceso, la glucosa se almacena en el hígado en forma de glucógeno. Los carbohidratos también son importantes para la oxidación de las grasas y pueden ser metabolizados en proteínas.

Las grasas son utilizadas para la formación de esteroides y hormonas. Estas sirven como solventes para las hormonas y las vitaminas liposolubles. Las grasas proporcionan más del doble de las calorías que los carbohidratos y proteína (alrededor de 9 calorías por gramo). La grasa extra se almacena en el tejido adiposo y se quema cuando el cuerpo se ha quedado sin la energía de los carbohidratos.

Las proteínas proporcionan aminoácidos y constituyen la mayor parte de la estructura celular. Son los últimos macronutrientes en ser utilizados por el organismo. En los casos de extrema inanición, el organismo utiliza los músculos del cuerpo, compuestos de proteínas, para generar energía; esto se conoce como emaciación. Al igual que los carbohidratos, las proteínas también proporcionan 4 calorías por gramo.

El agua constituye una gran parte de nuestro peso corporal y es el principal componente de los fluidos corporales. El cuerpo necesita de ésta más en mayor cantidad que de cualquier otro nutriente. El organismo repone el agua a través de los alimentos consumimos y los líquidos que bebemos cada día. El agua también funciona como transportadores de los nutrientes a las células y elimina los desechos a través de la orina. Asimismo es un agente fundamental en la regulación de la temperatura corporal y el equilibrio iónico de la sangre. El agua es esencial para el correcto funcionamiento metabólico, lubricación y amortiguación.

### **PROTEINA:**

Las proteínas son grandes moléculas compuestas por cientos o miles de unidades llamadas aminoácidos. Según el orden en que se unan los aminoácidos y la configuración espacial que adopten formarán proteínas muy distintas con funciones diferentes.



La función principal de las proteínas es la función estructural. Son el principal “material de construcción” que constituye y mantiene nuestro cuerpo: forman parte de los músculos, los huesos, la piel, los órganos, la sangre...

Además las proteínas tienen otras funciones importantes:

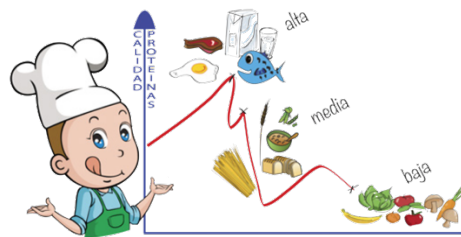
- Intervienen en el metabolismo, pues forman parte de las enzimas (que son las encargadas de las reacciones metabólicas) y de ciertas hormonas,
- participan en la defensa del organismo, siendo parte de los anticuerpos,
- son esenciales para la coagulación, ya que los factores de la coagulación son proteínas,
- transportan sustancias por la sangre,
- y, en caso de necesidad (cuando faltan otras fuentes), también son fuente de energía. Por cada gramo de proteína que se “quema” se obtienen 4 kilocalorías (kcal).

Cuando comemos alimentos que tienen proteínas, éstas se digieren y se absorben en forma de moléculas más sencillas. Al final del proceso lo que obtenemos son los aminoácidos, que llegan hasta las células, allí se reordenan y forman las distintas proteínas que necesitamos.

Existen 21 aminoácidos diferentes. Algunos podemos fabricarlos a partir de otros, pero hay 9 que se consideran esenciales (valina, leucina, isoleucina, treonina, lisina, metionina, histidina, fenilalanina, triptófano) pues no pueden ser sintetizados en el organismo y tenemos que ingerirlos en la dieta necesariamente. La cantidad de aminoácidos esenciales que contenga una proteína establece su calidad.

Así, las proteínas de “alta calidad” (también llamadas de alto valor biológico o completas) son las que contienen todos los aminoácidos esenciales. Estas proteínas se encuentran en los alimentos de origen animal principalmente: carne, pescado, huevo y leche.

Los cereales y las legumbres también se consideran alimentos con proteínas de muy buena calidad, pues además de aportar mucha cantidad de proteínas, contienen casi todos los aminoácidos esenciales, complementándose entre sí cuando se toman ambos (los cereales son deficitarios en lisina y las legumbres en metionina).



Otros alimentos ricos en proteínas son los frutos secos, aunque en éstos las proteínas son más incompletas.

Los alimentos de origen vegetal (verduras, hortalizas, frutas...) aportan poca cantidad de proteína y en general son de baja calidad (a excepción de las patatas, cuya proteína es de mejor calidad), por lo que se consideran una fuente mínima de proteínas.

En una dieta equilibrada las proteínas constituirán entre un 12-15% de todas las calorías.

### **HIDRATOS DE CARBONO O CARBOHIDRATOS:**

Los hidratos de carbono también son llamados carbohidratos o glúcidos.

Su función más importante es la de ser la primera fuente de energía para nuestro organismo, aportando aproximadamente 4 kcal por cada gramo. Por esta razón deben constituir entre un 50-55% de todas las calorías de la dieta.

El “índice glucémico” refleja el aumento de la glucosa en sangre tras la toma de un alimento y depende de la rapidez con que se digieren y asimilan sus carbohidratos. El índice será alto para aquellos alimentos que producen un aumento rápido de la glucemia tras su ingesta y bajo para los que el aumento sea lento. Depende tanto de los glúcidos como del resto de nutrientes que los acompañan en la composición del alimento.

Los carbohidratos más sencillos están formados por una molécula y reciben el nombre de monosacáridos (la glucosa, la fructosa o la galactosa). Todos los carbohidratos deben ser digeridos a estos más simples antes de ser absorbidos por nuestro organismo. Después el organismo los utiliza para conseguir energía o bien los almacena en forma de moléculas más complejas como el glucógeno.

Cuando se unen dos monosacáridos forman los disacáridos (por ejemplo glucosa + glucosa = sacarosa; o glucosa + galactosa = lactosa).

A estos dos tipos de carbohidratos (mono y disacáridos) se les conoce también como hidratos de carbono simples o azúcares, y tienen como característica que tienen sabor dulce.

La glucosa y la sacarosa se absorben rápidamente, produciendo un aumento de glucosa rápido en la sangre tras su ingesta. Este efecto puede ser beneficioso en determinadas circunstancias (por ejemplo ante una “bajada de azúcar” o en la práctica de algunas actividades deportivas), pero debe ser evitado en algunas enfermedades como la diabetes o la glucogenosis. No se recomienda, en todo caso,

una ingesta excesiva de estos azúcares pues se ha relacionado con la obesidad y la caries entre otros efectos perjudiciales. Los encontramos en alimentos como los dulces, el azúcar y la miel (ésta última también contiene fructosa).

En las frutas, las verduras y la leche también encontramos hidratos de carbono simples como son la fructosa en los dos primeros y la lactosa en el último. También se absorben rápidamente, pero estos alimentos tienen un índice glucémico más bajo que los alimentos “dulces” porque contienen otras sustancias (por ejemplo la fibra en las verduras o la grasa en la leche) que enlentece la absorción.

Los polisacáridos (por ejemplo los almidones) están compuestos por múltiples monosacáridos, y son también llamados hidratos de carbono complejos. A diferencia de los anteriores se absorben más lentamente (índice glucémico bajo), produciendo un aumento de glucosa en la sangre más paulatino tras su ingesta pues precisan ser digeridos previamente. Por esta razón se recomienda que la fuente principal de hidratos de carbono en la dieta sea de este tipo.

Los encontramos en alimentos como los cereales (arroz, maíz...), sus derivados (harinas, pasta, pan...), las legumbres, y las patatas.

### **FIBRA DIETETICA:**

No es un nutriente propiamente dicho, pues está compuesta por polisacáridos, oligosacáridos, análogos de hidratos de carbono y otras sustancias que son resistentes a la digestión y la absorción en el intestino delgado y que fermentan total o parcialmente en el intestino grueso. Existen dos tipos de fibra, la soluble y la insoluble, según se disuelvan o no en agua, que les confieren propiedades un poco diferentes.

Su ingesta es muy importante, pues actúa como regulador del funcionamiento del aparato digestivo, del control glucémico y de la absorción de otros nutrientes como el colesterol.

De forma general se ha visto que tiene efectos beneficiosos sobre diversas enfermedades digestivas (por ejemplo el estreñimiento), enfermedades cardiovasculares (hipercolesterolemia, hipertensión arterial, diabetes mellitus...), ciertos tipos de cánceres (colon y mama), y la obesidad.

La fibra se encuentra fundamentalmente en los cereales integrales, las verduras, las frutas, las legumbres y los frutos secos.

### **GRASAS:**

Las grasas son un grupo heterogéneo de sustancias que se caracterizan por ser insolubles en agua y de aspecto untuoso o aceitoso.

Su principal función es ser fuente de energía “concentrada”, pues cada gramo aporta 9 kcal.

Actúan como un gran almacén de energía en nuestro organismo. Además tienen otras funciones importantes:

- forman parte de la estructura de las membranas celulares,
- están implicadas en la absorción, el transporte y la formación de las vitaminas llamadas liposolubles,
- forman parte de algunas hormonas.

**Existen varios tipos de grasas:**

### ① ÁCIDOS GRASOS:

Los ácidos grasos se suelen encontrar formando parte de los triglicéridos (compuestos de una molécula de glicerol y 3 moléculas de ácidos grasos). La composición de los ácidos grasos es la que distingue unas grasas de otras:

- Según el grado de saturación de esos ácidos grasos (que depende de la estructura química interna de ellos) hablamos de grasas saturadas o grasas insaturadas.
- Según la longitud de cadena de esos ácidos grasos hablamos de ácidos grasos de cadena corta (4-6 átomos de carbono), de cadena media o MCT (8-12 átomos de carbono), de cadena larga (14-20 átomos de carbono) o de cadena muy larga (> 22 átomos de carbono). La absorción, digestión y metabolización de cada tipo se hace de forma diferente.

### ①.a Grasas saturadas:

Un consumo excesivo de este tipo de grasas conlleva un aumento de colesterol y triglicéridos en sangre, que tienen efectos perjudiciales para nuestra salud. Suelen ser sólidas a temperatura ambiente.

Las encontramos principalmente en los productos de origen animal: grasa de la carne, tocino, mantequilla, manteca, queso, yema de huevo, lácteos enteros... Estas grasas

son, a su vez, ácidos grasos de cadena larga y muy larga (salvo la leche que contiene además ácidos grasos de cadena corta y media).

También se encuentran en algunos aceites vegetales como el aceite de palma y el de coco, que son los que se suelen utilizar en la bollería industrial. Estos aceites son la fuente principal de los ácidos grasos de cadena media de la dieta. Otro producto de origen vegetal que contiene grasa saturada es la margarina.

## ①.b Grasas insaturadas:

Este tipo de grasas son “cardiosaludables”, pues producen un aumento del colesterol “bueno” (HDL), una reducción del colesterol “malo” (LDL) y una reducción de los triglicéridos en la sangre. Además tienen efectos beneficiosos en otras enfermedades como el cáncer, enfermedades “inflamatorias” y de la piel.

Todos son ácidos grasos de cadena larga o muy larga. Pueden ser:

**Monoinsaturadas:** Las encontramos en el aceite de oliva, los frutos secos y las semillas (como por ejemplo la soja).

### **Poliinsaturadas:**

Entre ellas se encuentran los ácidos grasos omega-3 y los omega-6, que además son ácidos grasos esenciales, es decir, precisamos ingerirlos en la dieta porque no somos capaces de fabricarlos. Son especialmente importantes en mujeres embarazadas, niños y personas mayores, porque tienen un papel importantísimo en el crecimiento y el desarrollo del cerebro, protegen las neuronas y mejoran la memoria. El ácido docosahexanoico (DHA), que es un tipo de omega-3, además está implicado en el desarrollo de la retina y del sentido de la vista en general.

Los omega-3 se encuentran principalmente en los pescados llamados azules (sardina, salmón, atún, caballa...), las nueces, y algunos alimentos enriquecidos.

Los omega-6 se encuentran en los aceites de semillas (girasol, soja, maíz), los frutos secos y la yema de huevo.

## ② COLESTEROL:

Su ingesta es importante por su papel en la formación de las membranas, y ser precursor en la síntesis de algunas hormonas y de la vitamina D.

Una ingesta excesiva de colesterol provoca un aumento del colesterol en sangre, si bien este aumento depende más de la relación de la ingesta de grasas insaturadas/grasas saturadas, que de la ingesta de colesterol propiamente dicha. Su absorción, además, depende de otros factores como por ejemplo la presencia de lecitina (presente en el huevo) o de fibra vegetal, que disminuyen su absorción.

Se encuentra principalmente en los productos de origen animal: yema de huevo, carnes (especialmente cerdo y cordero), vísceras (sesos, hígado) y lácteos enteros.

Se recomienda que la ingesta de grasa constituya el 30-35% del total de las calorías de la dieta y que esté repartida de la siguiente forma: grasas saturadas 7-8%, monoinsaturadas 15-20%, poliinsaturadas 5% (relación omega-6:omega-3 de 5:1), colesterol <300mg/día.

## **CARBOHIDRATOS**

La fuente principal de energía para casi todos los asiáticos, africanos y Latinoamericanos son los carbohidratos. Los carbohidratos constituyen en general la mayor porción de su dieta, tanto como el 80 por ciento en algunos casos. Por el contrario, los carbohidratos representan únicamente del 45 al 50 por ciento de la dieta en muchas personas en países industrializados.

Los carbohidratos son compuestos que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno en las proporciones 6:12:6. Durante el metabolismo se queman para producir energía, y liberan dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). Los carbohidratos en la dieta humana están sobre todo en forma de almidones y diversos azúcares. Los carbohidratos se pueden dividir en tres grupos:

- monosacáridos, ejemplo, glucosa, fructosa, galactosa;
- disacáridos, ejemplo, sacarosa (azúcar de mesa), lactosa, maltosa;
- polisacáridos, ejemplo, almidón, glicógeno (almidón animal), celulosa.

### **Monosacáridos**

Los carbohidratos más sencillos son los monosacáridos o azúcares simples. Estos azúcares pueden pasar a través de la pared del tracto alimentario sin ser modificados por las enzimas digestivas. Los tres más comunes son: glucosa, fructosa y galactosa. La glucosa, a veces también denominada dextrosa, se encuentra en frutas, batatas, cebollas y otras sustancias vegetales; es la sustancia en la que se convierten muchos otros carbohidratos, como los disacáridos y almidones, por las enzimas digestivas. La glucosa se oxida para producir energía, calor y dióxido de carbono, que se elimina con la respiración.

### **Disacáridos**

Los disacáridos, compuestos de azúcares simples, necesitan que el cuerpo los convierta en monosacáridos antes que se puedan absorber en el tracto alimentario. Ejemplos de disacáridos son la sacarosa, la lactosa y la maltosa. La sacarosa es el nombre científico para el azúcar de mesa (el tipo que, por ejemplo, se emplea para

endulzar el té). Se produce habitualmente de la caña de azúcar, pero también a partir de la remolacha. La sacarosa se halla también en las zanahorias y la piña. La lactosa es el disacárido que se encuentra en la leche humana y animal. Es mucho menos dulce que la sacarosa.

La maltosa se encuentra en las semillas germinadas.

## **Polisacáridos**

Los polisacáridos son químicamente los carbohidratos más complejos. Tienen a ser insolubles en el agua y los seres humanos sólo pueden utilizar algunos para producir energía. Ejemplos de polisacáridos son: el almidón, el glicógeno y la celulosa.

El almidón es una fuente de energía importante para los seres humanos. Se encuentra en los granos cereales, así como

Debido a que la glucosa es el azúcar en la sangre, con frecuencia se utiliza como sustancia para dar energía a las personas a las que se alimenta por vía endovenosa. La glucosa disuelta en agua estéril, casi siempre en concentraciones de 5 a 10 por ciento, por lo general se utiliza con este propósito.

La fructosa se encuentra en la miel de abeja y algunos jugos de frutas. La galactosa es un monosacárido que se forma, junto con la glucosa, cuando las enzimas digestivas fraccionan la lactosa o azúcar de la leche, en raíces comestibles tales como patatas y yuca. El almidón se libera durante la cocción, cuando el calor rompe los gránulos.

El glicógeno se produce en el cuerpo humano y a veces se conoce como almidón animal. Se forma a partir de los monosacáridos resultantes de la digestión del almidón alimentario. El almidón de arroz o de la yuca se divide en los intestinos para formar moléculas de monosacáridos, que pasan al torrente sanguíneo.

Los excedentes de los monosacáridos que no se utilizan para producir energía (y dióxido de carbono y agua) se fusionan en conjunto para formar un nuevo polisacárido, el glicógeno.

El glicógeno, por lo general, está presente en los músculos y en el hígado, pero no en grandes cantidades.

Cuando cualquiera de los carbohidratos digeribles se consume por encima de las necesidades corporales, el organismo los convierte en grasa que se deposita como tejido adiposo debajo de la piel y en otros sitios del cuerpo.

La celulosa, hemicelulosa, lignina, pectina y gomas, algunas veces se denominan carbohidratos no disponibles, debido a que los humanos no los pueden digerir. La celulosa y la hemicelulosa, son polímeros vegetales principales componentes de las paredes celulares. Son sustancias fibrosas.

La celulosa, un polímero de glucosa, es una de las fibras de las plantas verdes. La hemicelulosa es un polímero de otros azúcares, por lo general hexosa y pentosa. La lignina es el componente principal de la madera.

Las pectinas se encuentran en los tejidos vegetales y en la savia y son polisacáridos coloidales. Las gomas son además carbohidratos viscosos extraídos de las plantas. Las pectinas y las gomas se utilizan en la industria alimenticia.

El tracto alimentario humano no puede dividir estos carbohidratos o utilizarlos para producir energía. Algunos animales, como los vacunos, tienen en sus intestinos microorganismos que dividen la celulosa y la hacen disponible como alimento productor de energía. En los seres humanos, cualquiera de los carbohidratos no disponibles pasa a través del tracto intestinal. Forman gran parte del volumen y desecho alimentario que se elimina en las heces, y con frecuencia se denominan «libra dietética».

Ahora hay un interés creciente en la fibra alimentaria, debido a que las dietas altas en fibra se consideran saludables.

Una clara ventaja de las dietas altas en fibra es la menor incidencia de estreñimiento con respecto a las personas que tienen una dieta baja en fibra. El volumen en las dietas de alto contenido de fibra puede contribuir a una sensación de llenura o saciedad, que puede llevar a un menor consumo de energía, y esto, a su vez, ayuda a reducir la probabilidad de obesidad. Una dieta alta en fibra resulta en un tránsito más rápido de los alimentos a través del tracto intestinal, y, por lo tanto, se considera de ayuda para un funcionamiento intestinal normal y saludable.

La fibra dietética se ha encontrado unida a la bilis en los intestinos.

Ahora se reconoce que el alto contenido en fibra de la mayoría de las dietas tradicionales puede ser un factor importante para prevenir ciertas enfermedades que parecen ser mucho más frecuentes en las personas que consumen dietas de bajo contenido en fibra, comunes en los países industrializados. Debido a que la fibra facilita el paso rápido de materiales a través del intestino, puede ser un factor en el control de diverticulitis, apendicitis, hemorroides, ciertos tipos de cáncer y quizá de arteriosclerosis, la que lleva a la enfermedad coronaria.

El consumo frecuente de cualquier tipo de carbohidrato fermentable viscoso, ya sea almidón o azúcar, puede contribuir a la caries dental, sobre todo cuando además existe una higiene oral pobre. En adecuado consumo de flúor y/o su aplicación tópica es la mejor protección contra la caries



## GRASAS

En muchos países en desarrollo, las grasas dietéticas contribuyen aunque en parte menor a los carbohidratos en el consumo de energía total (frecuentemente sólo 8 ó 10 por ciento). En casi todos los países industrializados, la proporción de consumo de grasa es mucho mayor. En los Estados Unidos, por ejemplo, un promedio del 36 por ciento de la energía total proviene de la grasa.

Las grasas, como los carbohidratos, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno. Son insolubles en agua, pero solubles en solventes químicos, como éter, cloroformo y benceno. El término «grasa» se utiliza aquí para incluir todas las grasas y aceites que son comestibles y están presentes en la alimentación humana, variando de los que son sólidos a temperatura ambiente fría, como la mantequilla, a los que son líquidos a temperaturas similares, como los aceites de maní o de semillas de algodón. (En algunas terminologías la palabra «aceite» se usa para referirse a los materiales líquidos a temperatura ambiente, mientras que los que son sólidos se denominan grasas.)

La grasa corporal (también denominada lípidos) se divide en dos categorías: grasa almacenada y grasa estructural. La grasa almacenada brinda una reserva de combustible para el cuerpo, mientras que la grasa estructural forma parte de la estructura intrínseca de las células (membrana celular, mitocondrias y orgánulos intracelulares).

El colesterol es un lípido presente en todas las membranas celulares. Tiene una función importante en el transporte de la grasa y es precursor de las sales biliares y las hormonas sexuales y suprarrenales.

Las grasas alimentarias están compuestas principalmente de triglicéridos, que se pueden partir en glicerol y cadenas de carbono, hidrógeno y oxígeno, denominadas ácidos grasos. Esta acción, la digestión o la división de las grasas, se produce en el intestino humano por las enzimas conocidas como lipasas, que se encuentran presentes sobre todo en las secreciones pancreáticas e intestinales. Las sales biliares del hígado emulsifican los ácidos grasos para hacerlos más solubles en el agua y por lo tanto de absorción más fácil.

Los ácidos grasos presentes en la alimentación humana se dividen en dos grupos principales: saturados y no saturados. El último grupo incluye ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados. Los ácidos grasos saturados tienen el mayor número de átomos de hidrógeno que su estructura química permite. Todas las grasas y aceites que consumen los seres humanos son una mezcla de ácidos grasos saturados y no saturados. En general, las grasas de animales terrestres (es decir, grasa de carne, mantequilla y suero) contienen más ácidos grasos saturados que los de origen vegetal. Las grasas de productos vegetales y hasta cierto punto las del pescado tienen más ácidos grasos no saturados, particularmente los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI). Sin embargo, hay excepciones, como por ejemplo el aceite de coco que tiene una gran cantidad de ácidos grasos saturados.

Esta agrupación de las grasas tiene implicaciones importantes en la salud debido a que el consumo excesivo de grasas saturadas es uno de los factores de riesgo que se asocian con la arteriosclerosis y la enfermedad coronaria. En contraste, se cree que los AGPIS tienen una función protectora.

Los AGPIS incluyen también dos ácidos grasos no saturados, el ácido linolénico y el ácido linolónico, que se han denominado «ácidos grasos esenciales» (AGE) pues son necesarios para una buena salud. Los AGE son importantes en la síntesis de muchas estructuras celulares y varios compuestos de importancia biológica. Estudios recientes han demostrado también los beneficios de otros ácidos grasos de cadena más larga, en el crecimiento y desarrollo de los niños de corta edad. Los ácidos araquidónico y docosahexaenoico (ADH) se deben considerar esenciales durante el desarrollo de los primeros años. Ciertos experimentos en animales y varios estudios en seres humanos han demostrado cambios definidos en la piel y el crecimiento, así como función vascular y neural anormales en ausencia de estos ácidos grasos. No hay duda que son esenciales para la nutrición de las células del individuo y los tejidos corporales.

La grasa ayuda a que la alimentación sea más agradable. También produce alrededor de 9 kcal/g, que es más del doble de la energía liberada por los carbohidratos y las proteínas (aproximadamente 4 kcal/g); la grasa puede, por lo tanto, reducir el volumen de la dieta. Una persona que hace un trabajo muy pesado, sobre todo en un clima frío, puede requerir hasta 4 000 kcal al día. En tal caso, conviene que buena parte de la energía venga de la grasa, pues de otra manera la dieta será muy voluminosa. Las dietas voluminosas pueden ser también un problema particularmente serio en los niños pequeños. Un aumento razonable en el contenido de grasa o aceite en la alimentación de los niños pequeños, aumenta la densidad energética respecto de las dietas de carbohidratos que son muy voluminosas, lo cual es conveniente.

La grasa también sirve como vehículo que ayuda a la absorción de las vitaminas liposolubles.

Las grasas, e inclusive algunos tipos específicos de grasa, son esenciales para la salud. Sin embargo, en la práctica, todas las dietas suministran la pequeña cantidad requerida. La grasa almacenada en el cuerpo humano sirve como reserva de combustible. Es una forma económica de almacenar energía, debido, a que como se mencionó antes, la grasa rinde casi el doble de energía, peso por peso, en relación con los carbohidratos o las proteínas.

La grasa se encuentra debajo de la piel y actúa como un aislamiento contra el frío y forma un tejido de soporte para muchos órganos como el corazón y los intestinos.

Toda la grasa corporal no deriva necesariamente de la grasa que se consume. Sin embargo, el exceso de calorías en los carbohidratos y las proteínas, por ejemplo, en el maíz, yuca, arroz o trigo, se pueden convertir en grasa en el organismo humano.

## **PROTEÍNAS**

Las proteínas, como los carbohidratos y las grasas, contienen carbono, hidrógeno y oxígeno, pero también contienen nitrógeno y a menudo azufre. Son muy importantes como sustancias nitrogenadas necesarias para el crecimiento y la reparación de los tejidos corporales. Las proteínas son el principal componente estructural de las células y los tejidos, y constituyen la mayor porción de sustancia de los músculos y órganos (aparte del agua). Las proteínas no son exactamente iguales en los diferentes tejidos corporales. Las proteínas en el hígado, en la sangre y en ciertas hormonas específicas, por ejemplo, son todas distintas.

Las proteínas son necesarias:

para el crecimiento y el desarrollo corporal;

para el mantenimiento y la reparación del cuerpo, y para el reemplazo de tejidos desgastados o dañados; para producir enzimas metabólicas y digestivas; como constituyente esencial de ciertas hormonas, por ejemplo, tiroxina e insulina.

Aunque las proteínas liberan energía, su importancia principal radica más bien en que son un constituyente esencial de todas las células. Todas las células pueden necesitar reemplazarse de tiempo en tiempo, y para este reemplazo es indispensable el aporte de proteínas.

Cualquier proteína que se consuma en exceso de la cantidad requerida para el crecimiento, reposición celular y de líquidos, y varias otras funciones metabólicas, se utiliza como fuente de energía, lo que se logra mediante la transformación de proteína en carbohidrato. Si los carbohidratos y la grasa en la dieta no suministran una cantidad de energía adecuada, entonces se utiliza la proteína para suministrar energía; como resultado hay menos proteína disponible para el crecimiento, reposición celular y otras necesidades metabólicas.

Este punto es esencialmente importante para los niños, que necesitan proteínas adicionales para el crecimiento. Si reciben muy poca cantidad de alimento para sus necesidades energéticas, la proteína se utiliza para las necesidades diarias de energía y no para el crecimiento.

## AMINOÁCIDOS

Las proteínas son moléculas formadas por aminoácidos. Los aminoácidos de cualquier proteína se unen mediante las llamadas uniones peptídicas para formar cadenas. Las proteínas se estructuran por diferentes aminoácidos que se unen en varias cadenas. Debido a que hay tantos y diversos aminoácidos, existen múltiples configuraciones y por lo tanto muchas proteínas diferentes.

Durante la digestión las proteínas se dividen en aminoácidos, en la misma forma en que los carbohidratos más complejos, como los almidones, se dividen en monosacáridos simples, y las grasas se dividen en ácidos grasos. En el estómago y en el intestino, diversas enzimas proteolíticas hidrolizan la proteína, y liberan aminoácidos y péptidos. Las plantas tienen la capacidad de sintetizar los aminoácidos a partir de sustancias químicas inorgánicas simples. Los animales, que no tienen esta habilidad, derivan todos los aminoácidos necesarios para desarrollar su proteína del consumo de plantas o animales. Dado que los seres humanos consumen animales que inicialmente derivaron su proteína de las plantas, todos los aminoácidos en las dietas humanas se originan de esta fuente.

Los animales tienen distinta capacidad para convertir un aminoácido en otro. En el ser humano esta capacidad es limitada. La conversión ocurre principalmente en el hígado. Si la capacidad para convertir un aminoácido en otro fuese ilimitada, la discusión sobre el contenido de proteína en las dietas y la prevención de la carencia de proteína, sería un asunto simple.

Sólo sería necesario suministrar suficiente proteína, sin importar la calidad o el contenido de aminoácidos de ella.

Del gran número de aminoácidos existentes, 20 son comunes a plantas y animales. De ellos, se ha demostrado que ocho son esenciales para el adulto humano y tienen, por lo tanto, la denominación de «aminoácidos esenciales» o «aminoácidos indispensables», a saber: fenilalanina, triptófano, metionina, lisina, leucina, isoleucina, valina y treonina.

Un noveno aminoácido, la histidina, se requiere para el crecimiento y es esencial para bebés y niños; quizás también se necesita para la reparación tisular. Otros aminoácidos incluyen, glicina, alanina, serina, cistina, tirosina, ácido aspártico, ácido glutámico, prolina, hidroxiprolina, citrullina y arginina. Cada proteína en un alimento está compuesta de una mezcla particular de aminoácidos y puede o no contener la totalidad de los ocho aminoácidos esenciales.

## Calidad y cantidad de proteína

Para analizar el valor de una proteína en cualquier alimento, conviene saber cuanta proteína total posee, qué tipo de aminoácidos tiene, cuántos aminoácidos esenciales están presentes y en qué proporción. Mucho se sabe ahora sobre las proteínas individuales que se hallan en diversos alimentos, su contenido de aminoácidos y, por lo tanto, su cantidad y calidad. Algunos tienen una mejor mezcla de aminoácidos que otros, y por esto se dice que son de un valor biológico más alto.

Por ejemplo, las proteínas de la albúmina en el huevo y caseína en la leche, contienen todos los aminoácidos esenciales en buenas proporciones y nutricionalmente son superiores a otras proteínas como la ceína en el maíz, que contiene poco triptófano o lisina, y la proteína del trigo, que contiene sólo pequeñas cantidades de lisina. Sin embargo, sostener que las proteínas del maíz y del trigo son menos buenas no es cierto. Aunque tienen menos cantidad de algunos aminoácidos, poseen cierta cantidad de los otros aminoácidos esenciales, lo mismo que otros importantes. La relativa carencia de las proteínas del maíz y del trigo se pueden superar al consumir otros alimentos que contengan más cantidad de aminoácidos limitantes. Por lo tanto, es posible tener dos alimentos de bajo valor proteico y complementarlos entre sí, para formar una buena mezcla de proteína cuando se consumen simultáneamente.

Los seres humanos, sobre todo los niños con una alimentación pobre en proteína animal, requieren una variedad de alimentos de origen vegetal, y no sólo un alimento básico. En muchas dietas, las legumbres como maní, frijoles y garbanzos, aunque bajos en aminoácidos azufrados, suplementan las proteínas de los cereales que con frecuencia tienen poca lisina. Una mezcla de alimentos de origen vegetal, especialmente si se consumen en la misma comida, puede servir como reemplazo de la proteína animal.

La FAO ha producido cuadros que muestran el contenido de aminoácidos esenciales en diversos alimentos y se puede ver qué alimentos se complementan mejor con otros. También es necesario, por supuesto, averiguar la cantidad total de proteína y aminoácidos en un determinado alimento.

La calidad de la proteína depende en gran parte de la composición de sus aminoácidos y su digestibilidad. Si una proteína es deficiente en uno o más aminoácidos esenciales, su calidad es más baja.

El más deficiente de los aminoácidos esenciales de una proteína se denomina «aminoácido limitante». El aminoácido limitante determina la eficiencia de utilización de la proteína presente en un alimento o en combinación de alimentos.

Los seres humanos por lo general comen alimentos que contienen muchas proteínas; rara vez consumen sólo una proteína.

Por lo tanto, los nutricionistas se interesan en la calidad de la proteína de la dieta de una persona o de sus comidas, más que de un solo alimento. Si un aminoácido esencial es insuficiente en la dieta, éste limita la utilización de otros aminoácidos para formar proteína.

Los lectores que deseen familiarizarse con los métodos que se utilizan para determinar la calidad de la proteína, pueden consultar libros especializados de nutrición, que describen en detalle este tema. Uno de los métodos experimenta el crecimiento y retención de nitrógeno en ratas jóvenes. Otro implica la determinación del aminoácido o su calificación química, y, por lo general, examina la utilización eficiente de las proteínas en los alimentos consumidos, compara su composición de aminoácidos con la de la proteína que se sabe es de alta calidad, como la contenida en los huevos enteros.

Por lo tanto, la calificación química se puede definir como la eficiencia en el empleo de una proteína alimentaria, comparada con la proteína de huevo entero. La utilización neta de proteína (TNP) es una medida de la cantidad o porcentaje de proteína que se retiene en relación con la consumida. Como ejemplo, el Cuadro 16, ilustra el valor químico y la TNP en cinco alimentos.

No es usual o fácil obtener valores TNP en las personas, y la mayoría de los estudios utilizan las ratas. El Cuadro 16 sugiere que hay una buena correlación entre los valores en ratas y en los niños, y que la calificación química suministra un cálculo razonable de la calidad de la proteína.

Para el profesional comprometido en actividades de nutrición y en ayudar a la gente, ya sea como dietista en una entidad de salud, como trabajador de extensión agrícola o educador en nutrición, lo que importa es que el valor de la proteína varíe entre los alimentos y que la mezcla de alimentos mejore la calidad de la proteína en una comida o en la alimentación.

El Cuadro 17 presenta el contenido de proteína y la calificación del aminoácido limitante de algunos alimentos básicos vegetales que se consumen con mayor frecuencia.

Debido a que la lisina es el aminoácido limitante más común en muchos alimentos de origen vegetal, también se suministra la calificación para la lisina.

## **Digestión y absorción de proteína**

Las proteínas que se consumen en la dieta sufren una serie de cambios químicos en el tracto gastrointestinal. La fisiología de la digestión proteica es compleja; la pepsina y la renina del estómago, la tripsina del páncreas y la erepsina de los intestinos, hidrolizan las proteínas en sus componentes, los aminoácidos. La mayoría de los aminoácidos se absorben en el torrente circulatorio del intestino delgado y por lo tanto se desplazan al hígado y de allí a todo el cuerpo. Cualquier

excedente de aminoácidos se des- poja del grupo amino (NH<sub>2</sub>), que va a formar urea en la orina, y deja el resto de la molécula para ser transformada en glucosa. Existe ahora alguna evidencia de que una proteína casi intacta entra a ciertas células que tapizan el lumen intestinal. Algo de esta proteína en el niño menor de un año puede tener un papel en la inmunidad pasiva que la madre le transfiere a su hijo recién nacido. Una parte de la proteína y de los aminoácidos liberados en los intestinos no se absorbe. Estos aminoácidos no absorbidos, más las células descamadas de las vellosidades intestinales y sobre las que actúan las bacterias, junto con organismos del intestino, contribuyen al nitrógeno que se encuentra en la materia fecal.

Gran parte de la proteína del cuerpo humano se encuentra en los músculos. No existe un verdadero almacenamiento de proteínas en el cuerpo, como sucede con la grasa y, hasta cierto punto, con el glicógeno. Sin embargo, ahora se sabe que una persona bien nutrida tiene suficiente proteína acu- mulada y está capacitado para durar varios días sin reposición y permanecer en buena salud.

**CUADRO 16**  
**Valor químico y utilización neta de proteína**  
**en alimentos seleccionados**

| Alimento         | Valor químico | TNP determinado en niños | TNP determinado en ratas |
|------------------|---------------|--------------------------|--------------------------|
| Huevos (enteros) | 100           | 87                       | 90                       |
| Leche (humana)   | 100           | 90                       | 87                       |
| Arroz            | 67            | 63                       | 59                       |
| Maíz             | 90            | 36                       | 52                       |
| Trigo            | 53            | 90                       | 90                       |

*Puente:* Adaptado de FAO/OMS, 1973

**CUADRO 17**  
**Contenido proteico, valor aminoácido limitante y valor lisina**  
**de alimentos vegetales seleccionados**

| Alimento          | Contenido proteico (%) | Valor aminoácido limitante | Valor lisina |
|-------------------|------------------------|----------------------------|--------------|
| <b>Cereales</b>   |                        |                            |              |
| Maíz              | 9.0                    | 90 (Lisina)                | 90           |
| Arroz (blanco)    | 7.1                    | 62 (Lisina)                | 62           |
| Harina de trigo   | 10.3                   | 38 (Lisina)                | 38           |
| Mijo              | 11.0                   | 33 (Lisina)                | 33           |
| <b>Legumbres</b>  |                        |                            |              |
| Frijoles          | 23.6                   | 100                        | 118          |
| Arvejas           | 23.5                   | 100                        | 117          |
| Maní              | 25.8                   | 62 (Lisina)                | 62           |
| <b>Hortalizas</b> |                        |                            |              |
| Tomate            | 0.9                    | 56 (Leu)                   | 60           |
| Calabaza          | 1.2                    | 70 (Leu)                   | 95           |
| Pimiento dulce    | 0.9                    | 77 (Lisina Leu)            | 77           |
| Yuca              | 1.3                    | 90 (Leu)                   | 56           |
| Patata            | 2.1                    | 91 (Leu)                   | 105          |

*Puente:* Adaptado de Young y Pellett, 1994.



## **MICRONUTRIENTES**

Los micronutrientes incluyen los minerales y las vitaminas. A diferencia de los macronutrientes, el organismo los requiere en cantidades muy pequeñas. Estos son extremadamente importantes para la actividad normal del cuerpo y su función principal es la de facilitar muchas reacciones químicas que ocurren en el cuerpo.

Los micronutrientes no le proporcionan energía al cuerpo. Las vitaminas son esenciales para el funcionamiento normal del metabolismo (crecimiento y desarrollo) y para la regulación de la función celular. Las mismas, junto con las enzimas y otras sustancias, son esenciales para mantener la salud.

Existen dos tipos de vitaminas, las liposolubles (solubles en grasa) o solubles en agua. Cuando son producidas en exceso, las vitaminas liposolubles se almacenan en los tejidos grasos del cuerpo. El exceso de las vitaminas solubles en agua se elimina a través de la orina y por esto, se deben consumir todos los días. Las vitaminas solubles en agua incluyen la vitamina B y C: las verduras de hoja verde son ricas en vitamina B, mientras que la vitamina C se encuentra en abundancia en las frutas cítricas. Las vitaminas liposolubles incluyen las vitaminas A, D, E y K. Los alimentos ricos en estas vitaminas son: los vegetales de hoja verde, la leche y los productos lácteos y los aceites vegetales.

Los minerales se encuentran en forma ionizada en el cuerpo. Se clasifican en macro- minerales y micro-minerales (o minerales traza). Los macro-minerales presentes en el organismo son el calcio, potasio, hierro, sodio y magnesio. El hierro es un componente de la hemoglobina que está presente en la sangre. El organismo necesita mayor cantidad de macro-minerales que de micro-minerales. Entre los micro-minerales se encuentran el cobre, zinc, cobalto, cromo y fluoruro. Estos, en su mayoría son cofactores necesarios para la función de las enzimas en el cuerpo. Aproximadamente el 4% de la masa del cuerpo se compone de minerales.

### **VITAMINAS:**

Las vitaminas son sustancias orgánicas de composición variable. Las necesitamos en pequeñas cantidades, pero son indispensables para el buen funcionamiento del cuerpo. Su principal función es la reguladora, pues actúan ordenando múltiples reacciones químicas del metabolismo que ocurren en las células.

#### **Existen dos grandes tipos de vitaminas:**

① **Vitaminas liposolubles:** son las vitaminas A, D, E y K. Se llaman así porque son solubles en lípidos y necesitan de éstos para ser absorbidas. Se encuentran especialmente en alimentos grasos.

② **Vitaminas hidrosolubles:** son las vitaminas del grupo B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>8</sub>, B<sub>9</sub>, B<sub>12</sub>) y la vitamina C. Se llaman así porque son solubles en agua.

## A

### **Implicada en...**

- \*Mecanismos de la visión
- \*Desarrollo y salud de la piel, huesos y dientes
- \*Desarrollo del embrión
- \*Reproducción
- \*Transcripción genética
- \*Metabolismo del colesterol
- \*Respuesta inmunitaria

### **Fuentes principales**

Hígado, aceites de pescado, lácteos, yema de huevo, sardinas, atún

En forma de provitamina-A (carotenos) en verduras de hoja verde y colores rojos-naranjas.

## D

### **Implicada en...**

- \*Absorción de calcio
- \*Mineralización de los huesos
- \*Sistema inmunitario
- \*Respuesta inflamatoria
- \*Protección de enfermedades cardiovasculares
- \*Protección de algunos cánceres

### **Fuentes principales**

Exposición a la luz solar, pescados grasos, aceites de hígado de pescado (bacalao), huevos, lácteos

## **E**

### **Implicada en...**

- \*Estabilización de las membranas celulares
- \*Agregación de las plaquetas
- \*Protección de la rotura de los glóbulos rojos
- \*Antioxidante

### **Fuentes principales**

Aceites vegetales (soja, maíz), margarinas, frutos secos, hortalizas, verduras, cereales (germen de trigo)

## **K**

### **Implicada en...**

- \*Mecanismos de la coagulación
- \*Metabolismo del calcio

### **Fuentes principales**

Verduras (espinacas, brécol, repollo), aceite de soja, aceite de oliva, legumbres

| Vitaminas Liposolubles | Implicada en...  | Fuentes principales   |
|------------------------|--|---|
| <b>A</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Mecanismos de la visión</li> <li>*Desarrollo y salud de la piel, huesos y dientes</li> <li>*Desarrollo del embrión</li> <li>*Reproducción</li> <li>*Transcripción genética</li> <li>*Metabolismo del colesterol</li> <li>*Respuesta inmunitaria</li> </ul> | <p>Hígado, aceites de pescado, lácteos, yema de huevo, sardinas, atún</p> <p>En forma de provitamina-A (carotenos) en verduras de hoja verde y colores rojos-naranjas</p> |
| <b>D</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Absorción de calcio</li> <li>*Mineralización de los huesos</li> <li>*Sistema inmunitario</li> <li>*Respuesta inflamatoria</li> <li>*Protección de enfermedades cardiovasculares</li> <li>*Protección de algunos cánceres</li> </ul>                        | <p>Exposición a la luz solar, pescados grasos, aceites de hígado de pescado (bacalao), huevos, lácteos</p>  |
| <b>E</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Estabilización de las membranas celulares</li> <li>*Agregación de las plaquetas</li> <li>*Protección de la rotura de los glóbulos rojos</li> <li>*Antioxidante</li> </ul>  | <p>Aceites vegetales (soja, maíz), margarinas, frutos secos, hortalizas, verduras, cereales (germen de trigo)</p>   |
| <b>K</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Mecanismos de la coagulación</li> <li>*Metabolismo del calcio</li> </ul>   | <p>Verduras (espinacas, brécol, repollo), aceite de soja, aceite de oliva, legumbres</p>  |

## **B<sub>1</sub> o TIAMINA**

### **Implicadas en...**

\*Metabolismo de los hidratos de carbono y aminoácidos ramificados

\*Procesos de conducción nerviosa

### **Fuentes principales**

Cereales, legumbres (guisantes y habas), levadura de cerveza, frutos secos, carne (sobre todo cerdo), hígado.

## **B<sub>2</sub> o RIBOFLAVINA**

### **Implicadas en...**

\*Aporte energético para el metabolismo de macronutrientes

\*Regeneración de tejidos

### **Fuentes principales**

Leche, vísceras animales, pescado, huevos, vegetales verdes

## **B<sub>3</sub> o NIACINA**

### **Implicadas en...**

\*Metabolismo de macronutrientes

\*Replicación y reparación del ADN celular

### **Fuentes principales**

Vísceras, pescados, harinas, legumbres

## **B<sub>5</sub> o ÁCIDO PANTOTÉNICO**

### **Implicadas en...**

\*Obtención de energía de los macronutrientes

\*Formación de algunos lípidos y hormonas

### **Fuentes principales**

Carne, cereales, legumbres, frutas, verduras

## **B<sub>6</sub> o PIRIDOXINA**

### **Implicadas en...**

PIRIDOXINA

\*Metabolismo de los aminoácidos

### **Fuentes principales**

Carnes rojas, hígado, legumbres, frutos secos, plátano

## **B<sub>8</sub> o BIOTINA**

### **Implicadas en...**

\*Formación de ácidos grasos

\*Obtención de energía de los hidratos de carbono

\*Degradación de algunos aminoácidos

### **Fuentes principales**

Hígado, yema de huevo, frutos secos, verdura

## **B<sub>9</sub> o ÁCIDO FÓLICO**

### **Implicadas en...**

\*Metabolismo de los aminoácidos

\*Transmisión de información genética

\*Proliferación celular: glóbulos rojos, formación del tubo neural en el feto...

### **Fuentes principales**

Verduras de hoja verde (espinacas, acelgas, grelos), coles, guisantes, garbanzos, frutas, frutos secos, cereales fortificados, hígado

## **B<sub>12</sub> o COBALAMINA**

### **Implicadas en...**

\*Metabolismo de algunos aminoácidos

\*Metabolismo del ácido fólico

### **Fuentes principales**

Sólo en productos animales. Vísceras, yema de huevo, marisco, pescado, carnes, lácteos

## **C**

### **Implicadas en...**

\*Antioxidante

\*Formación del colágeno, neurotransmisores y aminoácidos

\*Sistema inmunitario \*Absorción de hierro

### **Fuentes principales**

Frutas (fresa, kiwi, grosella, cítricos), verduras (pimiento, col, perejil, berro, brocoli), vísceras

| Vitaminas hidrosolubles                  | Implicadas en...   | Fuentes principales   |
|--|--|---|
| <b>B<sub>1</sub> o TIAMINA</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Metabolismo de los hidratos de carbono y aminoácidos ramificados</li> <li>*Procesos de conducción nerviosa</li> </ul>  | Cereales, legumbres (guisantes y habas), levadura de cerveza, frutos secos, carne (sobre todo cerdo), hígado                          |
| <b>B<sub>2</sub> o RIBOFLAVINA</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Aporte energético para el metabolismo de macronutrientes</li> <li>*Regeneración de tejidos</li> </ul>  | Leche, vísceras animales, pescado, huevos, vegetales verdes   |
| <b>B<sub>3</sub> o NIACINA</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Metabolismo de macronutrientes</li> <li>*Replicación y reparación del ADN celular</li> </ul>   | Vísceras, pescados, harinas, legumbres  |
| <b>B<sub>5</sub> o ÁCIDO PANTOTÉNICO</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Obtención de energía de los macronutrientes</li> <li>*Formación de algunos lípidos y hormonas</li> </ul>   | Carne, cereales, legumbres, frutas, verduras  |
| <b>B<sub>6</sub> o PIRIDOXINA</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Metabolismo de los aminoácidos</li> </ul>  | Carnes rojas, hígado, legumbres, frutos secos, plátano  |
| <b>B<sub>8</sub> o BIOTINA</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Formación de ácidos grasos</li> <li>*Obtención de energía de los hidratos de carbono</li> <li>*Degradación de algunos aminoácidos</li> </ul>                                     | Hígado, yema de huevo, frutos secos, verdura  |
| <b>B<sub>9</sub> o ÁCIDO FÓLICO</b>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Metabolismo de los aminoácidos</li> <li>*Transmisión de información genética</li> <li>*Proliferación celular: glóbulos rojos, formación del tubo neural en el feto...</li> </ul> | Verduras de hoja verde (espinacas, acelgas, grelos), coles, guisantes, garbanzos, frutas, frutos secos, cereales fortificados, hígado |
| <b>B<sub>12</sub> o COBALAMINA</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Metabolismo de algunos aminoácidos</li> <li>*Metabolismo del ácido fólico</li> </ul>   | Sólo en productos animales. Vísceras, yema de huevo, marisco, pescado, carnes, lácteos  |
| <b>C</b>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Antioxidante</li> <li>*Formación del colágeno, neurotransmisores y aminoácidos</li> <li>*Sistema inmunitario</li> <li>*Absorción de hierro</li> </ul>                            | Frutas (fresa, kiwi, grosella, cítricos), verduras (pimiento, col, perejil, berro, brécol), vísceras                                  |



## MINERALES:

Son sustancias inorgánicas. Algunos se encuentran disueltos en nuestro organismo y otros, como el calcio, forman parte de estructuras sólidas como los huesos o los dientes. Sus funciones son muy variadas, actuando como reguladores de muchos procesos del metabolismo y de las funciones de diversos tejidos. Se conocen más de veinte minerales necesarios.

| Minerales       | IMPLICADO EN...  | FUENTES PRINCIPALES  |
|-----------------|--|--|
| <b>CALCIO</b>   | <ul style="list-style-type: none"><li>*Formación y mantenimiento de huesos y dientes</li><li>*Impulso nervioso</li><li>*Contracción muscular</li><li>*Coagulación sanguínea</li><li>*Reacciones metabólicas</li><li>*Transporte en las membranas celulares</li></ul> | Lácteos, pescados, mariscos, vegetales de hoja verde, harinas integrales, frutos secos, legumbres  |
| <b>FÓSFORO</b>  | <ul style="list-style-type: none"><li>*Estructura de huesos y dientes</li><li>*Estructura de las membranas celulares</li><li>*Metabolismo de hidratos de carbono y lípidos</li><li>*Producción de energía</li><li>*Regulador de enzimas</li></ul>                    | Carnes, pescados, lácteos, frutos secos, legumbres, cereales                                       |
| <b>MAGNESIO</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>*Estructura de huesos</li><li>*Regula el nivel de calcio</li><li>*Contracción muscular</li><li>*Secreción de glándulas</li><li>*Impulso nervioso</li><li>*Reacciones metabólicas</li></ul>                                     | Vegetales verdes, frutos secos, cereales integrales, legumbres, chocolate, lácteos, huevo, pescado |

| Minerales      | IMPLICADO EN...  | FUENTES PRINCIPALES  |
|----------------|--|--|
| <b>FLUOR</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Refuerza estructura de hueso y dientes</li> <li>*Evita la caries</li> </ul>  | Pescados marinos, cereales, frutos secos, té, dentífricos fluorados            |
| <b>HIERRO</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Forma parte de la hemoglobina: transporta oxígeno por la sangre</li> <li>*Forma parte de la mioglobina: almacena oxígeno en el músculo</li> <li>*Liberación de energía por la respiración celular</li> <li>*Mecanismos de inmunidad</li> </ul> | Carnes (mayor en rojas), pescado, lácteos, algunos vegetales (en menor medida) |
| <b>ZINC</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Crecimiento y multiplicación celular</li> <li>*Inmunidad</li> <li>*Cicatrización</li> <li>*Regulador de enzimas</li> </ul>   | Carnes de vacuno y ave, pescados, mariscos                                     |
| <b>YODO</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Forma parte de las hormonas tiroideas: regulación del metabolismo de macronutrientes, producción de calor y energía, crecimiento y desarrollo</li> </ul>   | Pescados, mariscos, sal yodada   |
| <b>SODIO</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Equilibrio de los líquidos corporales</li> <li>*Control de la función cardiovascular y la tensión arterial</li> </ul>  | Sal, embutidos, pescados en salazón, carnes                                    |
| <b>POTASIO</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>*Equilibrio de los líquidos corporales</li> <li>*Numerosas reacciones celulares</li> </ul>  | Frutas (aguacate, plátano), verduras, legumbres, frutos secos, carne           |

## **Los minerales tienen numerosas funciones en el organismo humano.**

El sodio, el potasio y el cloro están presentes como sales en los líquidos corporales, donde tienen la función fisiológica de mantener la presión osmótica. Los minerales forman parte de la estructura de muchos tejidos. Por ejemplo, el calcio y el fósforo en los huesos se combinan para dar soporte firme a la totalidad del cuerpo. Los minerales se encuentran en los ácidos y álcalis corporales; por ejemplo, el cloro está en el ácido clorhídrico del estómago.

Son también constituyentes esenciales de ciertas hormonas, por ejemplo el yodo en la tiroxina que produce la glándula tiroides.

Los principales minerales en el cuerpo humano son: calcio, fósforo, potasio, sodio, cloro, azufre, magnesio, manganeso, hierro, yodo, flúor, zinc, cobalto y selenio. El fósforo se encuentra tan ampliamente en las plantas, que una carencia de este elemento quizá no se presente en ninguna dieta. El potasio, el sodio y el cloro se absorben con facilidad y fisiológicamente son más importantes que el fósforo. Los seres humanos consumen azufre sobre todo en forma de aminoácidos que contienen azufre; por lo tanto, cuando hay carencia de azufre, se relaciona con carencia de proteína.

No se considera común la carencia de cobre, manganeso y magnesio. Los minerales de mayor importancia en la nutrición humana son: calcio, hierro, yodo, flúor y zinc, y únicamente éstos se tratan en detalle aquí. Algunos elementos minerales son necesarios en cantidades muy pequeñas en las dietas humanas pero son vitales para fines metabólicos; se denominan «elementos traza esenciales».

### **CALCIO**

El cuerpo de un adulto medio contiene alrededor de 1 250 g de calcio. Más del 99 por ciento del calcio se encuentra en los huesos y en los dientes, donde se combina con fósforo como fosfato de calcio, sustancia dura que le brinda rigidez al cuerpo. Sin embargo, aunque duro y rígido, el esqueleto no es la estructura sin cambios que parece ser.

En realidad, los huesos son una matriz celular; el calcio se absorbe continuamente por los huesos y es devuelto al organismo. Los huesos, por lo tanto, sirven como reserva para suministrar este mineral.

El calcio se encuentra en el suero de la sangre en pequeñas pero importantes cantidades, generalmente 10 mg por 100 ml de suero.

Hay además casi 10 g de calcio en los líquidos extracelulares y en los tejidos blandos del cuerpo del adulto.

## Propiedades y funciones

En los seres humanos y otros mamíferos, el calcio y el fósforo juntos tienen una función importante como componentes principales del esqueleto. Además, son importantes en funciones metabólicas, como la función muscular, el estímulo nervioso, actividades enzimática y hormonal y el transporte del oxígeno. Estas funciones se describen con detalle en los textos de fisiología y nutrición.

El esqueleto de una persona viva es fisiológicamente distinto del esqueleto seco en una tumba o museo. Los huesos son tejidos vivos, que consisten principalmente de una sustancia de colágeno y proteína mineralizada. En el ser viviente existe un cambio continuo de calcio.

El hueso se elimina y se reabsorbe permanentemente en las personas de todas las edades. Las células óseas denominadas osteoclastos toman o reabsorben el hueso, mientras que otras, denominadas osteoblastos, restablecen o forman hueso nuevo. Las células óseas en el colágeno mineralizado se denominan osteocitos.

Hasta el crecimiento completo o la madurez (que tiene lugar alrededor de los 18 a 22 años de edad), a medida que el esqueleto crece se forma hueso nuevo hasta obtener su tamaño adulto.

En los adultos jóvenes, a pesar de la remodelación ósea, el esqueleto por lo general mantiene su tamaño. Sin embargo, a medida que las personas envejecen, hay algo de pérdida de masa ósea.

Un sistema fisiológico complejo mantiene un adecuado nivel de calcio y fósforo. El control incluye hormonas de la glándula paratiroides, calcitonina y la forma activa de vitamina D (1,25 dihidroxi-colecalciferol).

Cantidades pequeñas de calcio, pero de gran importancia, se encuentran presentes en los líquidos extracelulares, sobre todo en el plasma de la sangre, así como en las diversas células corporales.

En el suero, la mayor parte del calcio se encuentra en dos formas, ionizada y fija a la proteína.

Los laboratorios generalmente miden sólo el calcio total del plasma; cuyo rango normal es de 8,5 a 10,5 mg/dl (2,1 a 2,6 mmol/litro). Una caída en el nivel de calcio a menos de 2,1 mmol/litro se denomina hipocalcemia y puede ocasionar diversos síntomas.

La tetania (no se debe confundir con el tétanos, producido por las toxinas del bacilo tetánico), que se caracteriza por espasmos y algunas veces convulsiones, es el resultado de los bajos niveles de calcio ionizado en la sangre.

## **Fuentes alimentarias**

Todo el calcio en el organismo, excepto el heredado de la madre, viene de los alimentos y del agua que se consumen. Es especialmente necesario tener adecuadas cantidades de calcio durante el crecimiento, pues en esta etapa se desarrollan los huesos.

El feto en el útero de la madre tiene la mayoría de sus necesidades nutricionales satisfechas, pues en términos de nutrición, el niño que no ha nacido es casi un parásito. Si la dieta de la madre es pobre en calcio, ella saca un suministro extra de ese material de sus propios huesos.

Un niño alimentado completamente al pecho obtendrá buena cantidad de calcio de la leche materna, en tanto que el volumen de leche sea suficiente. En contra de la creencia popular, el contenido de calcio de la leche humana varía más bien poco; 100 ml de leche materna, inclusive de una madre desnutrida con una alimentación muy baja en calcio, suministra, aproximadamente 30 mg de calcio (véase el Cuadro 18). Una madre que produzca un litro diario de leche, perderá por lo tanto 300 mg de calcio por día.

La leche de vaca es una fuente muy rica de calcio, más rica que la leche humana. Mientras que un litro de leche humana contiene 300 mg de calcio, un litro de leche de vaca contiene 1 200 mg.

La diferencia se debe a que la vaca tiene que suministrar leche a su ternero que crece con más rapidez que un niño y necesita calcio extra para endurecer su esqueleto de rápido crecimiento. De modo semejante, la leche de casi todos los otros animales domésticos tiene un contenido de calcio mayor que la leche humana. Esto no significa, sin embargo, que un niño estaría mejor alimentado con leche de vaca, que con leche materna. La leche de vaca proporciona más calcio del que necesita un niño.

Un niño (o incluso un bebé) que toma grandes cantidades de leche de vaca, excreta cualquier exceso de calcio, por lo cual no aporta beneficio, ni aumenta el crecimiento del niño más allá de lo óptimo.

Los productos lácteos, como el queso y el yogurt son también fuentes ricas de calcio. Los pequeños peces de mar y de río, como las sardinas y arenques suministran buenas cantidades de calcio, pues por lo general se comen enteros, con huesos y todo.

Los peces pequeños secos, conocidos como dagaa en la República Tnida de Tanzania, kapenta en Zambia y chela en la India adicionan calcio útil a la dieta. Las hortalizas y legumbres suministran algo de calcio.

Aunque los cereales y las raíces son relativamente pobres de calcio, con frecuencia suministran la principal porción del mineral en las dietas tropicales gracias a las cantidades consumidas.

#### CUADRO 18

Contenido de calcio en varias leches utilizadas en los países en desarrollo

| Fuente de leche | Contenido de calcio (mg/100 ml) |
|-----------------|---------------------------------|
| Humana          | 32                              |
| Vaca.           | 119                             |
| Camello         | 120                             |
| Cabra           | 130                             |
| Búfalo de agua  | 169                             |
| Oveja           | 193                             |

El contenido de calcio del agua potable varía de un lugar a otro. Las aguas duras casi siempre contienen niveles altos de calcio.

#### **Absorción y utilización.**

La absorción de calcio es variable y por lo general bastante baja. Se relaciona con la absorción del fósforo y los otros minerales importantes constituyentes de los huesos.

La vitamina D es esencial para la absorción adecuada del calcio.

Una persona con carencia de vitamina D absorbe muy poco calcio, aunque el consumo de calcio sea más que adecuado, y podría tener un equilibrio de calcio negativo. Los litatos, fosfatos y oxalatos en los alimentos reducen la absorción del calcio. Las personas que por costumbre consumen dietas de bajo contenido en calcio, parecen absorberlo mejor que las que consumen dietas de contenido alto. El calcio que no se absorbe se excreta en la materia fecal y el exceso de calcio se excreta en la orina y el sudor.

#### **Necesidades.**

No es fácil establecer categóricamente las necesidades humanas de calcio, debido a que hay varios factores que influyen en la absorción y también existen variaciones considerables en las pérdidas de calcio de una a otra persona.

Las necesidades de calcio son mayores durante el embarazo y la lactancia, y los niños necesitan más calcio debido al crecimiento.

Los que hacen dietas ricas en proteína necesitan más calcio en la alimentación.

Los niveles recomendados de consumo diario de calcio son los siguientes:

- adultos, 400 a 500 mg;
- niños, 400 a 700 mg;
- mujeres embarazadas y madres lactantes, 800 a 1 000 mg.

### **Estados de carencia**

Es muy raro encontrar enfermedades o malformaciones primarias causadas por carencia dietética de calcio. No es fácil demostrar que muchas de las dietas de los adultos en los países en desarrollo, que suministran quizás sólo 250 a 300 mg de calcio al día, sean dañinas para la salud.

Se supone que los adultos alcanzan algún tipo de equilibrio cuando el consumo de calcio es bajo. Las mujeres que pasan por una serie de embarazos y lactancias prolongadas pueden perder calcio y estar en riesgo de osteomalacia. La carencia de vitamina D y no la carencia de calcio es la causa de esta condición.

En los niños, el desarrollo del raquitismo es el resultado de la deficiencia de vitamina D, no de la falta dietética de calcio, a pesar de tener mayores necesidades de calcio en la infancia. El equilibrio del calcio en la infancia por lo general es positivo, y no ha sido demostrado que la carencia de calcio tenga una influencia adversa en el crecimiento.

La osteoporosis es una enfermedad común del envejecimiento, sobre todo en las mujeres.

El esqueleto se desmineraliza, lo que lleva a la fragilidad de los huesos y casi siempre a fracturas de cadera, vértebras y otros huesos, sobre todo en mujeres mayores.

Se recomienda con frecuencia el alto consumo de calcio aunque no se ha demostrado como electivo en la prevención o el tratamiento.

El ejercicio parece reducir la pérdida de calcio en los huesos; esto puede explicar, en parte, porqué la osteoporosis tiene menos predominio en muchos países en desarrollo, donde las mujeres trabajan duro y se encuentran muy activas. Hay ahora evidencias claras que si se suministra a la mujer la hormona femenina estrógeno, después de la menopausia, se reduce la pérdida ósea y se previene la osteoporosis.

### **HIERRO**

La carencia de hierro es una causa muy común de enfermedad en todas partes del mundo, en el Norte y en el Sur.

El contenido promedio de hierro en un adulto sano es solamente de 3 a 4 g, aunque esta cantidad relativamente pequeña es vital.

## **Propiedades y funciones**

La mayor parte del hierro corporal está presente en los glóbulos rojos, sobre todo como componente de la hemoglobina. Gran parte del resto se encuentra en la mioglobina, compuesto que se halla por lo general en los músculos, y como ferritina que es el hierro almacenado, de modo especial en hígado, bazo y médula ósea. Hay pequeñas cantidades adicionales ligadas a la proteína en el plasma sanguíneo y en las enzimas respiratorias.

La principal función biológica del hierro es el transporte de oxígeno a varios sitios del cuerpo. La hemoglobina en los eritrocitos es el pigmento que lleva el oxígeno de los pulmones a los tejidos. La mioglobina, en el tejido muscular del esqueleto y el corazón, capta el oxígeno de la hemoglobina. El hierro también está en la peroxidasa, la catalasa y los citocromos.

El hierro es un elemento que ni se agota ni se destruye en un cuerpo que funcione normalmente. A diferencia de algunos minerales, el hierro no necesita excretarse, y sólo cantidades muy pequeñas aparece en la orina y el sudor. Hay cantidades minúsculas que se pierden en las células de descamación de la piel y del intestino, en el cabello que se desprende, en las uñas y en la bilis y otras secreciones corporales.

El cuerpo es, sin embargo, eficiente, económico y conservador en el uso del hierro. El hierro liberado cuando los eritrocitos envejecen y se agotan, se absorbe y utiliza una y otra vez para la producción de nuevos eritrocitos. Esta economía del hierro es importante.

En circunstancias normales, sólo se pierde del cuerpo, más o menos 1 mg de hierro al día, por excreción en los intestinos, la orina, el sudor o a través de la pérdida de cabello o células epiteliales superficiales.

Debido a que el hierro se conserva, las necesidades nutricionales de las mujeres postmenopáusicas y los varones sanos son muy pequeñas. Las mujeres en edad fértil, sin embargo, deben reemplazar el hierro perdido durante la menstruación y el parto y deben satisfacer las necesidades adicionales del embarazo y la lactancia. Los niños tienen relativamente necesidades altas debido a su rápido crecimiento, que compromete aumentos no sólo en el tamaño corporal sino además, en el volumen sanguíneo.

## **Fuentes alimentarias**

El hierro se encuentra en una variedad de alimentos de origen vegetal y animal. Las fuentes de alimentos ricos incluyen carne (especialmente hígado), pescado, huevos, legumbres (incluyen una variedad de frijoles, arvejas y otras leguminosas) y hortalizas de hoja verde. Los granos de cereales, como maíz, arroz y trigo, contienen cantidades moderadas de hierro, pero debido a que éstos con frecuencia



son alimentos básicos que se consumen en grandes cantidades, suministran la mayor parte del hierro para muchas personas en los países en desarrollo.

Las ollas de hierro para cocinar pueden ser una fuente de este mineral.

La leche, en contra de la noción que es el «alimento perfecto», es una fuente pobre de hierro.

La leche humana contiene cerca de 2 mg de hierro por litro y la leche de vaca apenas la mitad de esta cifra.

### **Absorción y utilización**

La absorción del hierro se lleva a cabo sobre todo en la porción superior del intestino delgado.

La mayoría del hierro entra al torrente circulatorio directamente y no a través del sistema linfático. La evidencia indica que la demanda fisiológica regula, hasta cierto punto, la absorción. Las personas que tienen carencia de hierro, tienden a absorber hierro más eficientemente y en mayores cantidades que las personas normales. Varios otros factores afectan la absorción de hierro. Por ejemplo, los taninos, los loslatos y los litatos en los alimentos reducen la absorción de hierro, mientras que el ácido ascórbico la aumenta. Algunos estudios han indicado que la yema de huevo, a pesar de su contenido relativamente alto de hierro, inhibe la absorción de hierro —no sólo el hierro de la yema de huevo misma, sino además la absorción del hierro en otros alimentos.

Las personas sanas normalmente absorben sólo de 5 a 10 por ciento del hierro de sus ali- mentos, mientras que las personas con carencia de hierro pueden absorber el doble de esa cantidad.

Por lo tanto, en una dieta que suministra 15 mg de hierro, una persona normal absorbería de 0,75 a 1,5 mg de hierro, pero la persona con carencia de hierro absorbería hasta 3 mg. La absorción de hierro casi siempre aumenta durante el crecimiento y el embarazo, después de una hemorragia y en otras condiciones en las que la demanda de hierro es mayor.

Es importante el hecho que la disponibilidad de hierro varía ampliamente en los alimentos. La absorción del hierro hemínico (de la sangre) en alimentos de origen animal (carne, pescado y pollos) por lo general es muy alta, mientras que el hierro no hemínico de alimentos como cereales, hortalizas, raíces y frutas se absorbe pobremente.

Sin embargo, las personas consumen comidas y no un solo alimento exclusivo, y una pequeña cantidad de hierro hemínico que se ingiera con una comida donde la mayor parte del hierro es no hemínico, aumentará la absorción de todo el hierro. Por

lo tanto, si se agrega una cantidad muy pequeña de hierro hemínico, quizás de pescado o carne, a una medida grande de arroz o maíz que contiene hierro no hemínico, resultará una absorción mucho mayor del hierro del cereal básico. Si esta comida también incluye frutas u hortalizas, la vitamina C en ellas aumentará también la absorción de hierro.

Sin embargo, si se consume té con esa comida, el tanino presente en el té reducirá la absorción de hierro.

## **Necesidades**

Las necesidades dietéticas de hierro son casi diez veces los requerimientos fisiológicos corporales.

Si un hombre o una mujer post-menopáusica normalmente sanos, requieren 1 mg de hierro por día, debido a las pérdidas de hierro, las necesidades dietéticas son alrededor de 10 mg por día. Esta recomendación permite un buen margen de seguridad, pues la absorción aumenta con la necesidad.

La pérdida menstrual de hierro se ha calculado en un promedio tan pequeño como 1 mg diario durante un año entero. Se recomienda que las mujeres en edad fértil consuman diariamente 18 mg de hierro.

Durante el embarazo, el cuerpo requiere un promedio de casi 1,5 mg de hierro diarios para el desarrollo del feto y los tejidos de apoyo y para expandir el suministro sanguíneo materno. La mayoría del hierro adicional se requiere en el segundo y tercer trimestres del embarazo.

Las mujeres lactantes utilizan el hierro para suministrar los 2 mg aproximados de hierro por litro de la leche materna. Sin embargo, durante los seis a 15 primeros meses de lactancia intensiva pueden no menstruar, y por lo tanto no pierden hierro en la sangre menstrual.

Los niños recién nacidos tienen niveles altos de hemoglobina (recuento alto de glóbulos rojos) que se denomina policitemia, y suministra una reserva extra de hierro. Este hierro, junto con el que proporciona la leche materna, es en general suficiente durante los cuatro a seis primeros meses de vida; después, se hace necesario el aporte de hierro de otros alimentos.

Los prematuros y otros niños con bajo peso al nacer, pueden tener menores reservas de hierro y encontrarse en mayor riesgo que otros.

Un consumo excesivo de hierro por períodos prolongados puede llevar a la siderosis o hemocromatosis.

Esta enfermedad es más común donde se destila cerveza y otras bebidas alcohólicas en ollas de hierro, sobre todo en Sudáfrica. La siderosis alcohólica produce depósitos de hierro en el hígado y se puede asociar con la cirrosis.

### **Estados de carencia**

Si se consideran las necesidades de hierro y su contenido en los alimentos que se consumen más comúnmente, se podría pensar que la carencia de hierro es muy rara, pero no es así. El hierro en los alimentos se absorbe pobremente y no se excreta con facilidad a la orina o al tracto gastrointestinal; por lo tanto, una grave carencia de hierro se asocia casi siempre con una mayor necesidad de hierro resultante de condiciones como embarazo, pérdida de sangre o expansión de la masa corporal total durante el crecimiento. La carencia de hierro es más común en niños pequeños, en mujeres en edad fértil y en personas con pérdida sanguínea crónica.

Las infestaciones por lombrices (parásitos intestinales), que predominan en muchos países, ocasionan pérdida de sangre que puede causar anemia por carencia de hierro. En ciertas partes de los trópicos la esquistosomiasis también es común y esta enfermedad causa pérdida de sangre.

### **YODO**

El cuerpo de un adulto contiene un promedio de alrededor de 20 a 50 mg de yodo, y su mayor parte se encuentra en la glándula tiroidea. El yodo es esencial para la formación de la hormona tiroidea que secreta esta glándula.

### **Propiedades y funciones**

En los seres humanos el yodo funciona como un componente esencial de la hormona de la glándula tiroidea, glándula endocrina situada en la parte inferior del cuello. Las hormonas de la tiroidea, de las cuales la más relevante es la tiroxina (T<sub>4</sub>), son importantes para la regulación del metabolismo.

En los niños apoyan el crecimiento y desarrollo normal, incluso el desarrollo mental. El yodo se absorbe del intestino como yoduro, y el exceso se excreta en la orina. La glándula tiroidea de una persona adulta, que consume un nivel adecuado de yodo, capta aproximadamente 60 µg de yodo por día para producir cantidades normales de hormona tiroidea. Si hay insuficiencia de yodo, la tiroidea trabaja mucho más para captar más yodo, la glándula se agranda (una condición que se llama bocio o bocio) y su contenido de yodo se podría reducir en forma notoria.

La hormona estimulante de la tiroidea (HET) de la glándula pituitaria, influye la secreción de tiroxina y la captación de yodo. En una carencia grave de yodo, los niveles de HET se encuentran altos y los niveles de tiroxina son bajos.

### **Fuentes alimentarias**

El yodo se halla ampliamente en las piedras y los suelos. La cantidad en diferentes plantas varía de acuerdo con el suelo donde se cultivan. No es importante enumerar el contenido de yodo de los alimentos debido a las grandes variaciones en el contenido de yodo de un lugar a otro, pues depende del contenido de yodo del suelo. El yodo tiende a lavarse de los suelos, y a través del tiempo, una considerable cantidad ha llegado al mar. El pescado de mar, las algas y la mayoría de las hortícolas cultivadas cerca al mar son útiles fuentes de yodo. El agua potable suministra algo de yodo pero muy rara vez suficiente para satisfacer las necesidades humanas.

En muchos países donde el bocio tiene predominio, las autoridades agregan yodo a la sal, estrategia que ha controlado exitosamente los trastornos por carencia de yodo (TCY). El yodo por lo general se agrega a la sal en forma de yoduro de potasio, pero otra forma, el yodato de potasio, es más estable y mejor para climas calientes y húmedos. La sal yodada es una importante fuente de yodo alimentario.

### **Estados de carencia**

La falta de yodo en la dieta provoca varios problemas de salud, uno de los cuales es el bocio, o agrandamiento de la glándula tiroides.

El bocio predomina en muchos países. Hay otras causas que contribuyen al bocio, pero la carencia de yodo es en general la más común. La carencia de yodo durante el embarazo puede llevar al cretinismo, retraso mental y otros problemas que pueden ser permanentes en el niño. Se conoce ahora que el bocio endémico y el cretinismo no son los únicos problemas debidos a la carencia de yodo. La disminución en la capacidad mental asociada con la carencia de yodo es de particular preocupación.

Los TCY, aunque anteriormente predominaban en Europa, América del Norte y Australia, ahora se observan sobre todo en los países en desarrollo. La mayor prevalencia tiende a ser en áreas montañosas como los Andes y los Himalayas y las altiplanicies lejos del mar. Por ejemplo, una investigación llevada a cabo por el autor en las montañas de Ukinga en Tanzania, reveló que el 75 por ciento de la población presentaba crecimiento de la tiroides.

### **FLÚOR**

El flúor es un elemento mineral que se encuentra sobre todo en los dientes y el esqueleto. Las trazas de flúor en los dientes ayudan a protegerlos de las caries. El flúor consumido durante la niñez se convierte en parte del esmalte dental y lo hace más resistente a los ácidos orgánicos débiles formados por los alimentos, que se adhieren o quedan atrapados entre los dientes. Este fortalecimiento reduce en gran parte la oportunidad que se produzcan caries en los dientes. Algunos estudios sugieren que el flúor puede también ayudar a fortalecer el hueso, especialmente

en los últimos años de la vida, y que puede, por lo tanto, inhibir el desarrollo de la osteoporosis.

### **Fuentes alimentarias**

La principal fuente de flúor para la mayoría de los seres humanos es el agua que beben. Si el agua contiene aproximadamente una parte por millón de flúor (1 ppm), entonces suministrará una adecuada cantidad de flúor para los dientes. Sin embargo, muchos suministros de agua tienen mucho menos de esta cantidad. El flúor se encuentra en el queso; por consiguiente los pequeños pescados que se consumen enteros son una buena fuente. El té tiene un alto contenido de flúor. Pocos otros alimentos contienen gran cantidad de flúor.

### **Carencia**

Si el contenido de flúor del agua potable en cualquier localidad se encuentra por debajo de 0,5 ppm, la caries dental será mucho más común que en los lugares donde la concentración es mayor.

El nivel recomendado de flúor en el agua es entre 0,8 y 1,2 ppm. En algunos países o localidades donde el contenido de flúor en el agua es menos de 1 ppm, se ha convertido en práctica adicionar flúor al agua potable. Esta práctica es muy recomendada, si se puede realizar a través de suministros de agua con grandes tuberías. En algunos países en desarrollo, donde la mayoría de las personas no tienen agua potable, no es factible. La adición de flúor a la crema dental también ayuda a reducir la caries dental. El flúor no previene totalmente la caries dental, pero puede reducir la incidencia entre 60 y 70 por ciento.

### **Exceso**

Un consumo excesivamente elevado de flúor causa una condición conocida como fluorosis dental, donde los dientes se vuelven jaspeados. Casi siempre se debe a consumo de flúor excesivo en suministros de agua potable que tienen altos niveles de esta sustancia. En algunas partes de África y Asia, las aguas naturales contienen más de 4 ppm de flúor. El consumo muy elevado de flúor también causa cambios en los huesos con esclerosis (mayor densidad ósea), calcificación de las inserciones musculares y exostosis. Un estudio realizado por el autor en Tanzania, reveló una alta incidencia de cambios fluoróticos en los huesos (demostrado por radiografía) en personas de edad que normalmente bebían agua que contenía más de 6 ppm de flúor. Similares hallazgos se han descrito en la India. La fluorosis esquelética puede causar serios dolores y graves anomalías óseas.

## **ZINC**

El zinc es un elemento esencial en la nutrición humana y su importancia para la salud ha recibido mucha atención recientemente. El zinc se encuentra en muchas

enzimas importantes y esenciales para el metabolismo. El cuerpo de un adulto humano sano contiene de 2 a 3 g de zinc y necesita alrededor de 15 mg de zinc dietético por día. La mayoría del zinc en el cuerpo se halla en el esqueleto, pero otros tejidos (como la piel y el cabello) y algunos órganos (sobre todo la próstata) tienen altas concentraciones.

### **Fuentes dietéticas**

El zinc se encuentra en la mayoría de los alimentos de origen vegetal y animal, pero las fuentes más ricas tienden a ser alimentos ricos en proteínas, como la carne, alimentos de mar y huevos. En los países en desarrollo, sin embargo, donde casi todas las personas consumen relativamente pequeñas cantidades de estos alimentos, la mayoría del zinc proviene de los granos de cereal y de las legumbres.

### **Absorción y utilización**

Como ocurre con el hierro, la absorción del zinc de la dieta se puede inhibir por constituyentes de los alimentos como fitatos, oxalatos y taninos. Sin embargo, no se conocen pruebas sencillas para determinar el estado del zinc en el ser humano. Los indicadores utilizados incluyen evidencia de bajo consumo dietético, bajos niveles de zinc sérico y baja cantidad de zinc en muestras de cabello.

En las últimas dos décadas se han hecho numerosas investigaciones sobre este mineral, y se han acumulado muchos conocimientos sobre el metabolismo del zinc y su carencia en animales y en seres humanos. Sin embargo, hay pocas pruebas para sugerir que la carencia de zinc es un problema de salud pública importante para un gran número de países industrializados o en desarrollo. Por otro lado, investigaciones realizadas en la actualidad, demuestran que la carencia de zinc es causa del crecimiento deficiente, de la reducción del apetito y otros problemas; de esta forma, la carencia de zinc puede contribuir sobre todo a lo que se denomina ahora malnutrición proteoenergética (MPE).

La carencia de zinc es responsable de una enfermedad congénita rara conocida como acrodermatitis enteropática que responde a la terapia con zinc. Algunos pacientes que reciben todos sus nutrientes por vía endovenosa desarrollan lesiones en la piel que también responden al tratamiento de zinc. En el Cercano Oriente, particularmente, en la República Islámica de Irán y en Egipto, se ha descrito una condición en la cual adolescentes o niños casi adolescentes son enanos y tienen genitales poco desarrollados y una pubertad tardía; se ha dicho que esto mejora con el tratamiento con zinc.

La carencia de zinc también se ha descrito como secundaria a, o como parte de otras condiciones como MPE, diversos problemas de malabsorción, alcoholismo incluyendo cirrosis hepática, enfermedades renales y desórdenes metabólicos.

## **OTROS ELEMENTOS TRAZA**

Numerosos minerales se encuentran presentes en el cuerpo humano. Para la mayoría de los elementos traza, además de los discutidos antes, no hay pruebas que su carencia sea responsable de problemas importantes de salud pública en ninguna parte. Algunos de estos minerales son muy importantes en el metabolismo o como constituyentes de los tejidos corporales. Se han estudiado muchos de ellos, y se ha descrito su química y bioquímica.

Se han producido carencias experimentales en animales de laboratorio, pero la mayoría de las dietas humanas, inclusive las dietas deficientes, no parecen llevar a carencias importantes.

Estos minerales, por lo tanto, no son de importancia en salud pública. Otros elementos traza se hallan en el cuerpo pero no tienen ninguna función esencial conocida. Algunos minerales, por ejemplo el plomo y el mercurio, son de gran interés para los trabajadores de la salud, debido a que el exceso de su consumo comúnmente han dado como resultado manifestaciones tóxicas.

El cobalto, el cobre, el magnesio, el manganeso y el selenio merecen mención debido a su importante papel nutricional, y el plomo y el mercurio, debido a su toxicidad. Estos minerales se discuten en detalle en libros y textos de nutrición.

### **Cobalto**

El cobalto es de interés para los nutricionistas debido a que es parte esencial de la vitamina B12 (cianocobalamina). Cuando se aisló como una sustancia cristalina, se encontró que la vitamina contiene aproximadamente 4 por ciento de cobalto. Sin embargo, la carencia de cobalto no tiene un papel importante en la anemia que resulta de la carencia de vitamina B12.

### **Cobre**

Se sabe que la carencia de cobre causa anemia en el ganado, pero este riesgo no se ha sido conocido en seres humanos adultos. Alguna evidencia sugiere que la carencia de cobre ocasiona anemia en niños prematuros, en personas con MPE grave y en quienes se mantienen con nutrición parental. Una enfermedad congénita extremadamente rara y que se conoce como enfermedad de Menke, se debe a fallas en la absorción de cobre.

### **Magnesio**

El magnesio es un mineral esencial presente sobre todo en los huesos y en la mayor parte de los tejidos humanos. Casi todas las dietas contienen adecuado magnesio alimentario, pero en ciertas circunstancias, como diarrea, MPE grave y otras condiciones, hay pérdidas excesivas de magnesio corporal. Tales pérdidas pueden llevar a debilidad y cambios mentales y en ocasiones a convulsiones.

## **Selenio**

La carencia y el exceso de selenio se han descrito bien en el ganado. En áreas de China donde el selenio es deficiente en el suelo, y por lo tanto en los alimentos, hay informes de una entidad cardíaca denominada enfermedad de Keshan. Se trata de una enfermedad seria que afecta los músculos cardíacos. Los investigadores chinos consideran que se puede prevenir mediante el suministro de selenio dietético. La carencia de selenio se ha asociado con ciertos tipos de cáncer.

## **Plomo**

El plomo es de gran importancia para la salud pública, debido a que comúnmente causa toxicidad.

No se conoce la carencia de plomo en los seres humanos. El envenenamiento por plomo es un problema especialmente urbano y es muy importante en los niños. Puede llevar a problemas neurológicos y mentales y a anemia. La ingesta excesiva de plomo puede resultar del consumo de plomo en el hogar (de pinturas a base de plomo o tuberías de agua que contienen plomo) y de la ingesta de plomo atmosférico (de las emisiones de los automotores).

## **Mercurio**

No se conoce carencia de mercurio en los seres humanos. La preocupación es la ingesta excesivamente alta de mercurio y los riesgos de toxicidad. Los peces en aguas contaminadas con mercurio concentran el mineral. Existe un peligro de toxicidad en quienes consumen pescado con alto contenido de mercurio. El envenenamiento por mercurio, que resulta del consumo de granos cubiertos con fungicidas mercuriales, se ha descrito en Asia, América Latina y el Cercano Oriente. Los efectos incluyen varios síntomas neurológicos y parálisis.

## **VITAMINAS**

Las vitaminas son sustancias orgánicas presentes en cantidades muy pequeñas en los alimentos, pero necesarias para el metabolismo. Se agrupan en forma conjunta no debido a que se relacionen químicamente o porque tengan funciones fisiológicas semejantes, sino debido, como lo implica su nombre, a que son factores vitales en la dieta y porque todas se descubrieron en relación con las enfermedades que causan su carencia.

Aún más, no encajan en otras categorías de nutrientes (carbohidratos, grasas, proteínas y minerales o metales traza).

Cuando se clasificó a las vitaminas por primera vez, a cada una se la denominó con una letra del alfabeto. Después, ha habido la tendencia a cambiar las letras por nombres químicos. El uso del nombre químico se justifica cuando la vitamina tiene



una fórmula química conocida, como con las principales vitaminas del grupo B. Sin embargo, es conveniente incluir ciertas vitaminas en un mismo grupo, inclusive aunque no se relacionen químicamente, pues tienden a aparecer en los mismos alimentos.

En esta publicación se describen en detalle solamente la vitamina A, cinco de las vitaminas B (tiamina, riboflavina, nicotina, vitamina B12 y ácido fólico), la vitamina C y la vitamina D. Otras vitaminas que se sabe son vitales para la salud incluyen: ácido pantoténico (cuya carencia puede causar el síndrome de quemazón de los pies que se menciona más adelante), biotina (vitamina H), ácido para-aminobenzoico, colina, vitamina K y vitamina K (vitamina antihemorrágica). Estas vitaminas no se describen en detalle aquí, por uno o más de los siguientes motivos: no se conoce una carencia que ocurra bajo condiciones naturales en los seres humanos; es una carencia sumamente rara, inclusive en dietas muy deficientes; la falta de esa vitamina desemboca en enfermedad sólo después de algún otro proceso patológico descrito adecuadamente en los textos de medicina general; todavía no se ha aclarado la función de la vitamina en la nutrición humana.

Ninguna de las vitaminas omitidas es importante desde el punto de vista de los trabajadores que estudian la nutrición como problema de salud de la comunidad en la mayoría de los países en desarrollo. Quienes deseen aprender más sobre estas vitaminas pueden consultar libros de medicina general o textos de nutrición más detallados.

## VITAMINA A (RETINOL)

La vitamina A se descubrió en 1913, cuando los investigadores encontraron que ciertos animales de laboratorio dejaban de crecer si la manteca (grasa de cerdo) era la única forma de grasa presente en la dieta, pero, si se suministraba mantequilla en vez de manteca (la dieta en otros aspectos permanecía igual) los animales crecían y se desarrollaban. Los estudios posteriores con animales demostraron que la yema de huevo y el aceite de hígado de bacalao contenían el mismo factor alimenticio vital, que se denominó vitamina A.

Más adelante se estableció que muchos productos vegetales mostraban las mismas propiedades nutricionales de la vitamina A en la mantequilla; se encontró que contenían pigmentos amarillos denominados carotenos; el cuerpo humano puede convertir algunos de ellos en vitamina A.

Propiedades:

### Cálculo del contenido de vitamina A en los alimentos

1 UI retinol = 0,3 µg retinol = 0,3 KP 1 KP = 3,33 UI retinol

1 KP = 6 µg beta-caroteno

El retinol es la forma principal de vitamina A en las dietas humanas. (Retinol es el nombre químico del derivado alcohólico, y se utiliza como patrón de referencia.) En su forma cristalina pura, es una sustancia amarillo verdoso, pálida. Es soluble en grasa, pero insoluble en agua, y se encuentra únicamente en productos animales. Existen otras formas de vitamina A, pero tienen configuraciones moleculares algo distintas y menos actividad biológica que el retinol y no son importantes en las dietas humanas.

Los carotenos, que actúan como provitaminas o precursores de la vitamina A, son sustancias amarillas que existen en muchas sustancias vegetales. En algunos alimentos su color puede estar enmascarado por el pigmento vegetal verde clorofila, que con frecuencia se encuentra en íntima asociación con los carotenos. Hay diversos tipos de carotenos.

Uno de ellos, el beta-caroteno es la fuente más importante de vitamina A en las dietas de la mayoría de las personas que viven en países no industrializados. Los otros carotenos, o carotenoides, tienen poca o ninguna importancia para los seres humanos. En el pasado, los análisis de alimentos muchas veces no podían distinguir el beta-caroteno de otros carotenos.

En el ojo, la vitamina A es un importante componente de la púrpura visual de la retina, y si hay carencia de vitamina A, la capacidad de ver con luz tenue se reduce. Esta condición se denomina ceguera nocturna. No se ha explicado por completo la base bioquímica para las otras lesiones de la carencia de vitamina A. El cambio principal, en términos patológicos, es una metaplasia queratinizante que se observa en varias superficies epiteliales. Parece que la vitamina A es necesaria para proteger la superficie del tejido.

Según varios estudios, una cantidad adecuada de vitamina A reduce la mortalidad en bebés y en niños de ciertas poblaciones. El suplemento de vitamina A reduce las muertes en los casos de sarampión. En otras enfermedades como diarrea e infecciones respiratorias, sin embargo, no hay pruebas concluyentes de que la prevalencia de la morbilidad se reduzca con dosis de vitamina A.

Como hoy existe disponibilidad de vitamina A pura y cristalina —que se denomina alcohol retinol— la vitamina A y su actividad en los alimentos ahora se expresa y se mide en equivalentes de retinol (KE) en vez de unidades internacionales (UI) que se usaban anteriormente. Una UI de vitamina A equivale a 0,3 µg de retinol.

Los seres humanos obtienen la vitamina A de los alimentos ya sea como vitamina A preformada (retinol) o como carotenos que el cuerpo puede convertir a retinol. El beta-caroteno es el más importante en las dietas humanas y de los otros carotenos es el que mejor se convierte en retinol. Se ha determinado que seis moléculas de beta-caroteno son necesarias para producir una molécula de retinol, por lo tanto, se necesitan 6 µg de caroteno para producir 1 µg de retinol, es decir 1 KE.

## **Fuentes alimentarias**

La vitamina A se encuentra tan sólo en productos animales; las principales fuentes son mantequilla, huevos, leche y carne (sobre todo hígado) y algunos pescados. Sin embargo, la mayoría de las personas en los países en desarrollo dependen principalmente del beta-caroteno para su suministro de vitamina A.

El caroteno se encuentra en muchos productos vegetales. Las hojas verde oscuro, como las de amaranto, espinacas, batata y yuca son fuentes mucho más ricas que las hojas de color más pálido, como las de lechuga y repollo.

Varias frutas pigmentadas y hortalizas, como mangos, papayas y tomates, contienen cantidades útiles. El caroteno también se encuentra en las variedades amarillas de batatas y en las hortalizas amarillas como la calabaza. Las zanahorias son fuentes ricas. El maíz amarillo es el único cereal que contiene caroteno. En África occidental, se obtiene gran cantidad de caroteno del aceite de palma roja, que se utiliza en la cocina. El cultivo de la palma de aceite, tan valioso, se ha extendido a otras regiones tropicales. En Malasia, hay plantaciones extensas como cosecha básica, pero sus productos en vez de consumirlos localmente son materia de exportación.

El caroteno y la vitamina A resisten temperaturas de cocción bastante bien. Sin embargo, una considerable cantidad de caroteno se pierde cuando las hojas verdes y otros alimentos se secan al sol. En las regiones áridas se emplea el método tradicional de secado al sol para conservar las hojas silvestres y las hortalizas que se utilizan con más frecuencia. Como son comunes las enfermedades graves por falta de vitamina A en estas áreas, es importante establecer otros sistemas de preservación.

## **Absorción y utilización**

La conversión de betacaroteno a vitamina A se realiza en las paredes del intestino. Aún el intestino más eficiente puede absorber y convertir tan sólo una porción del beta-caroteno de la dieta; por lo tanto, 6 mg de beta-caroteno en el alimento equivale más o menos a 1 mg de retinol. Si no se consumen productos animales y el cuerpo debe depender por entero del caroteno para su provisión de vitamina A, el consumo de caroteno debe ser bastante grande a fin de lograr el nivel de vitamina A necesario al organismo.

El caroteno se utiliza pobremente cuando la dieta tiene un contenido bajo en grasa, y las dietas deficientes en vitamina A frecuentemente lo son en grasa. Ciertas enfermedades intestinales como disentería, enfermedad celíaca y esprue limitan la absorción de vitamina A y la conversión de caroteno.

Los síndromes de malabsorción y las infecciones con parásitos intestinales comunes, por ejemplo áscaris, que predominan en los trópicos, pueden además reducir la capacidad del cuerpo para convertir el caroteno en vitamina A. Las sales

biliares son indispensables para absorber la vitamina A y el caroteno, por lo tanto las personas con obstrucción del conducto biliar quizá sufren carencia de vitamina A. Incluso en condiciones ideales, los bebés y los niños pequeños no convierten el caroteno en vitamina A con tanta facilidad como los adultos.

El hígado actúa como el principal depósito de vitamina A en los seres humanos y en casi todos los vertebrados. Por este motivo, los aceites de hígado de pescado tienen un contenido alto de esta vitamina. El retinol se transporta del hígado a otros sitios del cuerpo mediante una proteína específica que se llama proteína lijadora de retinol (PFR). La carencia de esta proteína puede influir en el estado de vitamina A y reducir la síntesis de la PFR.

### **Almacenamiento corporal**

El almacenamiento de vitamina A en el hígado es importante, debido a que muchos alimentos en la dieta tropical que contienen vitamina A y caroteno, están disponibles según la estación. Si estos alimentos se consumen en cantidades bastante grandes cuando hay disponibilidad (por lo general en la estación húmeda), su depósito se puede acumular, lo que ayudará a la persona durante la estación seca, o por lo menos en parte de ella. La breve época en que hay cosechas de mango, es una buena oportunidad para los jóvenes, que pueden dedicar parte de sus horas de descanso a buscar y consumir esta fruta, con lo que se repone la vitamina A almacenada en el hígado.

### **Toxicidad**

Si se toma en exceso, la vitamina A tiene efectos tóxicos indeseables. El efecto tóxico más marcado es un engrosamiento irregular de algunos huesos largos, que casi siempre se acompaña de dolor de cabeza, vómito, agrandamiento del hígado, cambios en la piel y caída del cabello. Los casos de toxicidad de vitamina A por exceso en las comidas son raros, pero pueden ser un problema serio si se dan dosis complementarias de vitamina A. Se sabe de la asociación de riesgos altos de defectos congénitos con suplementos de vitamina A que se suministran antes o durante el embarazo.

### **Necesidades en los humanos**

La FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomiendan el consumo de 750 µg de retinol por día para adultos; las madres lactantes necesitan 50 por ciento más, y los niños y bebés cantidades menores. Se debe tener en cuenta que estas cifras se basan en dietas mixtas que contienen vitamina A y caroteno. Cuando la dieta es en su totalidad de origen vegetal, se sugieren cantidades mayores de caroteno, debido a que la conversión del caroteno a retinol no es muy eficaz.

## Carencia

La carencia provoca una resequedad patológica del ojo, que puede llevar a la xerofal-  
mía y algunas veces a la queratomalacia y a la ceguera. También pueden  
sufrir otros tejidos epiteliales y en la piel no es rara la queratosis folicular. El  
Capítulo 15 describe estas condiciones con algún detalle.

## TIAMINA (VITAMINA B1)

Cristiaan Kijkman de Holanda observó en la década de 1890, en Java, Indonesia,  
que cuando sus pollos recibían la misma dieta consumida de modo habitual por sus  
enfermos de beriberi, desarrollaban debilidad en las patas y otros signos algo  
parecidos a los de las personas con beriberi. La dieta de estos pacientes consistía  
sobre todo en arroz muy molido y refinado (que se conoce como arroz pulido). Al  
cambiar la dieta de los pollos por arroz de grano entero, se vio una notoria  
recuperación. Kijkman demostró que en las capas externas y en el germen del grano  
de arroz existía una sustancia que protegía a los pollos de la enfermedad.

Los investigadores continuaban en su labor a fin de aislar la causa de los diversos  
efectos en las dietas de arroz pulido y granos enteros de arroz, pero a pesar de  
muchos intentos sólo hasta 1926 se aisló la vitamina B1 en forma cristalina. Se  
sintetizó diez años más tarde, y ahora se utiliza el término tiamina en vez de  
vitamina B1.

## Propiedades

La tiamina es una de las vitaminas más inestables. Tiene una estructura de uniones  
débiles y se descompone con facilidad en un medio alcalino. La tiamina es muy  
soluble en agua. Persiste a temperaturas de hasta 100°C, pero tiende a destruirse si  
se calienta en exceso (por ejemplo, si se cocina en sartén caliente o si se cuece a  
presión).

Se han investigado mucho los efectos fisiológicos y las propiedades bioquímicas  
de la tiamina. Se demostró que la tiamina tiene una función muy importante en el  
metabolismo de los carbohidratos en los seres humanos. Interviene en el complejo  
mecanismo de la ruptura u oxidación de los carbohidratos y en el metabolismo  
del ácido pirúvico.

La energía que emplea el sistema nervioso deriva por completo de los carbohidra-  
tos y una carencia de tiamina bloquea la utilización final de ellos y lleva a un déficit  
de energía y a lesiones en los tejidos nerviosos y el cerebro. Debido a que la tiamina  
participa en el metabolismo de los carbohidra-  
tos, en una persona cuyo suministro  
principal de energía viene de los carbohidratos hay más probabilidades de  
desarrollar signos de carencia de tiamina si se le disminuye su consumo  
alimenticio. Por este motivo, las necesidades de tiamina algunas veces se  
expresan en relación con el consumo de carbohidratos.

La tiamina se sintetizó en forma pura y ahora se mide en miligramos.

### **Fuentes alimentarias**

La tiamina se distribuye con amplitud en los alimentos de origen vegetal y animal. Las fuentes más ricas son los granos de cereales y semillas. Las hortalizas verdes, pescado, carne, fruta y leche, todos contienen cantidades útiles. Tanto en semillas como en cereales, la tiamina se encuentra sobre todo en el germen y en las capas externas; por lo tanto, gran parte se puede perder durante la molienda (véase el Capítulo 32).

Los salvados de arroz, trigo y otros cereales tienden a ser ricos de modo natural en tiamina. Las levaduras también son ricas en tiamina. Las raíces cultivadas son fuentes pobres. La yuca, por ejemplo, contiene más o menos la misma baja cantidad que el arroz pulido, muy trillado. Sorprende que el beriberi no sea común entre las muchas personas de África, Asia y América Latina cuyo alimento básico es la yuca. Debido a que es muy soluble en agua, la tiamina está expuesta a perderse de los alimentos que se lavan en exceso o que se cocinan en gran cantidad de agua que se desecha después. Para las personas con una dieta rica en arroz, es muy importante prepararlo apenas con la cantidad indispensable de agua que se puede absorber en la cocción, y luego utilizar el agua en que se lavó, para sopas o estofados, pues esa agua contiene tiamina y otros nutrientes.

Los cereales y semillas mantendrán su tiamina durante un año o más si se almacenan bien, pero si los atacan bacterias, insectos u hongos, el contenido de tiamina disminuye en forma gradual.

### **Absorción y almacenamiento corporal**

La tiamina se absorbe fácilmente del tracto intestinal, pero poca se almacena en el cuerpo. La evidencia experimental indica que los seres humanos sólo pueden almacenar lo suficiente como para unas seis semanas. El hígado, el corazón y el cerebro tienen una mayor concentración que los músculos y otros órganos. Una persona con un alto consumo de tiamina pronto empieza a excretar cantidades mayores en la orina. El total de la cantidad corporal es alrededor de 25 mg.

### **Necesidades en los humanos**

En sujetos moderadamente activos, un consumo diario de 1 mg de tiamina para hombres y 0,8 mg para mujeres, es lo necesario. Las mujeres embarazadas y las que amamantan pueden necesitar más.

La FAO y la OMS recomiendan consumir 0,4 mg por 1 000 kcal, para la mayoría de las personas.

## **Carencia**

La carencia de tiamina lleva al beriberi, que en formas avanzadas produce parálisis en las extremidades inferiores. En los alcohólicos, la carencia de tiamina produce el síndrome de Wernicke-Korsakoff.

## **RIBOFLAVINA (VITAMINA B2)**

Los primeros trabajos sobre propiedades de las vitaminas en la levadura y otros alimentos demostraron que los factores antineuríticos se destruían por el excesivo calor, pero que un factor promotor del crecimiento no se perdía de esta manera. Este factor, la riboflavina, se aisló después de la porción resistente al calor. Se sintetizó en 1935.

## **Propiedades**

La riboflavina es una sustancia cristalina amarilla. Es mucho menos soluble en agua y más resistente al calor que la tiamina. La vitamina es sensible a la luz solar; por ejemplo, si la leche se deja expuesta puede perder cantidades considerables de riboflavina. La riboflavina actúa como coenzima comprometida en la oxidación tisular. Se mide en miligramos.

## **Fuentes alimentarias**

Las fuentes más ricas de riboflavina son la leche y sus productos no grasos. Las hortalizas verdes, la carne (sobre todo el hígado) el pescado y los huevos contienen cantidades útiles. Sin embargo, las principales fuentes en la mayoría de las dietas asiáticas, africanas y latinoamericanas, que no contienen muchos de los productos que se mencionan antes, son por lo general granos, cereales y semillas. Como sucede con la tiamina, la cantidad de riboflavina se reduce mucho con la molienda.

Los alimentos ricos en almidón, como yuca, plátanos, ñame y batatas son fuentes pobres.

Necesidades en los humanos Alrededor de 1,5 mg de riboflavina por día es una cantidad suficiente para un adulto promedio, pero puede ser deseable una cantidad mayor durante el embarazo y la lactancia. La FAO/OMS aconseja 0,55 mg por 1000 kcal en la dieta.

## **Carencia**

En los seres humanos, la carencia de riboflavina se llama arribollavinosis. Se puede caracterizar por grietas dolorosas en los labios (queilosis) y en las esquinas de la boca (estomatitis angular).

La arribollavinosis es común en muchos países pero no es un peligro para la vida.

## **NIACINA (ÁCIDO NICOTÍNICO, NICOTINAMIDA, VITAMINA PP)**

Así como la historia de la tiamina se relaciona con el beriberi, la historia de la niacina lo hace con la pelagra. El beriberi se asocia con el Oriente y una dieta a base de arroz, y la pelagra con el Occidente y una dieta a base de maíz. Hace más de 200 años, el médico español Gaspar Casal, por primera vez atribuyó la pelagra a una alimentación deficiente. Al principio, se creyó que la pelagra se podía originar en una carencia de proteína, porque la enfermedad se mejoraba con algunas dietas ricas en proteína. Más adelante se demostró que un extracto de hígado, casi libre de proteína, podía curar la pelagra, en 1926, J. Goldberger, en los Estados Unidos, comprobó que el extracto de levadura contenía una sustancia no proteica que prevenía la pelagra (PP). En 1937, se aisló la niacinamida o nicotinamida (ácido amido nicotínico) y se descubrió que en los perros curaba una enfermedad semejante a la pelagra, conocida como lengua negra.

Debido a que la pelagra se encontró sobre todo en personas cuya dieta básica era el maíz, se supuso que este cereal era muy pobre en niacina. Desde entonces se demostró que el pan blanco contiene mucho menos niacina que el maíz. Sin embargo, la niacina en el maíz no está disponible por completo, pues no se encuentra en forma libre.

El descubrimiento que el aminoácido triptófano evita la pelagra en animales de laboratorio, como lo hace la niacina, complicó el cuadro hasta cuando se demostró que el triptófano se convierte en niacina en el organismo. Este trabajo justificó y explicó las primeras teorías de que la proteína podía prevenir la pelagra. El hecho que la zeína, la principal proteína en el maíz, es muy escasa en el aminoácido triptófano, explica aún más la relación entre el maíz y la pelagra. También se comprobó que un consumo alto de leucina, como en las dietas cuya base es el sorgo, interfiere con el metabolismo de triptófano y de niacina y puede también producir pelagra.

### **Propiedades**

La niacina, un derivado de la piridina, es una sustancia blanca cristalina, soluble en agua, sumamente estable, que ha sido sintetizada. Su función principal en el cuerpo es la oxidación tisular.

Esta vitamina tiene dos formas, ácido nicotínico y nicotinamida (niacinamida). La niacina se mide en miligramos.

### **Fuentes alimentarias**

La niacina se distribuye ampliamente en alimentos de origen animal y vegetal. Particularmente son buenas fuentes la carne (en especial el hígado), el maní, el salvado de cereal y el germen. Como otras vitaminas B, las fuentes principales de suministro tienden a ser los alimentos básicos. Los granos enteros o cereales



ligeramente trillados, aunque no demasiado ricos en niacina, contienen mucho más que los granos de cereal muy molidos. Las raíces con almidón, los plátanos y la lechuga son fuentes pobres. Los frijoles, las arvejas y otras semillas contienen cantidades semejantes a las que hay en la mayoría de los cereales.

Aunque la niacina del maíz no parece que se utilice por completo, el tratamiento del maíz con álcalis como el agua con cal, que es el método tradicional de procesarlo en México y en otras partes, hace que la niacina sea mucho más accesible. La cocción, la preservación y la forma de almacenar el alimento hacen que se pierda poca niacina.

### **Necesidades en los humanos**

La cantidad adecuada para cualquier persona es 20 mg por día. Las necesidades de niacina se ven afectadas por la cantidad de triptófano en la proteína que se consume, así como la dieta básica (por ej. si se trata de una dieta a base de maíz, o no). La FAO/OMS sugiere 6,6 mg por 1 000 kcal en la dieta.

### **Carencia**

La carencia de niacina lleva a la pelagra, la «enfermedad de las tres D»: dermatitis, diarrea y demencia. Al principio se manifiesta como problema de la piel; si no se trata, puede continuar durante muchos años, empeorando en forma sostenida y progresiva.

### **VITAMINA B12 (CIANOCOBALAMINA)**

La anemia perniciosa se llamaba así porque siempre era fatal; se conoció durante muchos años antes de determinar su causa. En 1926, se descubrió que los pacientes mejoraban si comían hígado crudo. Este hallazgo llevó a la preparación de extractos de hígado, que controlaban la enfermedad al administrarlos en forma inyectable. En 1948, los científicos aislaron del hígado una sustancia que denominaron vitamina B12. Cuando esta sustancia se suministró en cantidades muy pequeñas en inyecciones, fue efectiva para tratar la anemia perniciosa.

### **Propiedades**

La vitamina B12 es una sustancia cristalina roja que contiene el metal cobalto. Es necesaria para la producción de glóbulos rojos sanos. Una pequeña adición de vitamina B12 o de alimentos ricos en esta sustancia a la dieta de los animales de laboratorio produce un crecimiento mayor. Se mide en microgramos.

### **Fuentes alimentarias**

La vitamina B12 se encuentra sólo en alimentos de origen animal. Además muchas bacterias la pueden sintetizar. Los herbívoros, como los vacunos, obtienen la vitamina B12 de la acción de las bacterias sobre la materia vegetal en su panza.

Los kumanos aparente- mente no obtienen vitamina B12 por acción bacteriana en su sistema digestivo. Sin embargo, los productos kortícolas lerrmenta- dos pueden suministrar vitamina B12 en las dietas de los seres kumanos.

### **Necesidades en los humanos**

Las necesidades de esta vitamina en los organismos kumanos son muy pequeñas, quizá alrededor de 3 µg para adultos. Las dietas que contienen cantidades inferiores no parecen causar enfermedad.

### **Carencia**

La anemia perniciosa no la produce una carencia de vitamina B12 en la alimentación, sino una incapacidad del sujeto para utili- zarla en la dieta debido a la falta de un lac- tor intrínseco en las secreciones gástricas. Puede ser que una reacción autoinmune limite la absorción de vitamina B12. En la ane- mia perniciosa los glóbulos rojos son macro- cíticos (mayores de lo normal) y en la médu- la ósea kay muckas células anormales deno minadas megaloblastos. Ksta anemia macro- cítica o megaloblástica se acompaña de un descenso en la cantidad de ácido clorkídrico en el estómago que puede llegar kasta la ausencia total (aclorkidria). Además, kay cambios serios en la médula espinal con sín- tomas neurológicos progresivos. Si no se trata, el paciente lallece.

El tratamiento se kace con dosis altas de vitamina B12 inyectable. Cuando las caracte- rísticas de la sangre regresan a la normali- dad, el individuo se puede mantener por lo general en buen estado de salud si se le inyectan 250 mg de vitamina B12 cada dos o cuatro semanas.

La vitamina B12 además cura la anemia que acompaña al esprue, entidad tropical en la que se alteran la absorción de vitami- na B12, ácido lólico y otros nutrientes. La tenia *Dipkyllobotkrium latum*, adqui- rida por comer pescado crudo o insulicien- temente cocido, vive sobre todo en el intesti- no delgado y tiende a retirar la vitamina B12 de los alimentos de su kuésped. Ksto produ- ce en los seres kumanos anemia megaloblás- tica, que se puede curar por medio de inyec- ciones de vitamina B12 y con un tratamiento para eliminar la tenia en el paciente.

Algunos medicamentos interlieren con la absorción de vitamina B12.

Excepto en los casos citados anteriormente, la carencia de vitamina B12 se encuentra sólo en quienes siguen una dieta vegetariana. La carencia causa anemia macrocítica y puede producir síntomas neurológicos; sin embargo, aunque los vegetarianos estrictos reciben muy poca vitamina B12 en su dieta, parece que la anemia macrocítica por caren- cia de vitamina B12 no es predominante y no es un problema importante de salud pública.

## ÁCIDO FÓLICO O FOLATOS

Lucy Wills, en 1929, describió por primera vez una anemia macrocítica (anemia en la que los glóbulos rojos son anormalmente grandes) y que era común entre las mujeres embarazadas en la India. Esta enfermedad mejoraba con ciertas preparaciones de levadura, pero no respondía al hierro o a ninguna vitamina conocida. La sustancia en el extracto de levadura que curaba la anemia macrocítica se denominó al principio «factor de Wills». En 1946 se descubrió que el ácido fólico, sustancia aislada de las hojas de la espinaca, tenía el mismo efecto.

### Propiedades

Ácido fólico es el nombre del grupo (también llamados folatos o folacina) que se da a un número de compuestos cristalinos de color amarillo relacionados con el ácido pte- roglutámico. El ácido fólico interviene en el metabolismo de los aminoácidos. El ácido fólico en los alimentos se destruye con facilidad por la cocción. Se mide en miligramos.

### Fuentes alimentarias

Las fuentes más ricas en folatos son las hojas de color verde oscuro, el hígado y el riñón. Otras hortalizas y carnes contienen cantidades menores.

### Necesidades en los humanos

El consumo diario recomendado para adultos es de 400 µg en los Estados Unidos.

### Carencia

La carencia de folato se debe casi siempre a dietas pobres, pero puede ser el resultado de malabsorción o puede ser inducida por medicinas como las que se utilizan para la epilepsia. La carencia produce anemia macrocítica. La anemia por carencia de folato es el segundo tipo de anemia nutricional más común, después de la de carencia de hierro.

Se ha descubierto que la carencia de ácido fólico durante el embarazo causa anomalías del tubo neural en los recién nacidos. El papel del ácido fólico para prevenir la enfermedad isquémica coronaria ha recibido recientemente más interés. El principal uso terapéutico del ácido fólico es el tratamiento de la anemia nutricional macrocítica o megaloblástica del embarazo y la infancia y la prevención de los defectos del tubo neural. La dosis diaria recomendada para un adulto es de 5 a 10 mg.

Aunque la administración de ácido fólico mejora el cuadro clínico en personas con anemia perniciosa, no alivia ni evita los síntomas neurológicos, por este motivo, nunca se debe utilizar el ácido fólico para tratar la anemia perniciosa, excepto que se use junto con vitamina B12.

## VITAMINA C (ÁCIDO ASCÓRBICO)

El descubrimiento de la vitamina C se asocia con el escorbuto, enfermedad que se vio primero entre quienes hacían largos viajes por mar. En 1497, Vasco da Gama describió los síntomas del escorbuto entre los marineros de su viaje histórico desde Europa hasta la India, bordeando el extremo sur de África; más de la mitad de sus tripulantes falleció a causa de la enfermedad. Poco a poco se hizo evidente que el escorbuto atacaba sólo a quienes no consumían alimentos frescos. En 1747 James Lind, de Escocia, demostró que la enfermedad se podía evitar o curar con el consumo de frutas cítricas. Este hallazgo llevó a la introducción de alimentos frescos, sobre todo cítricos en las raciones de los marinos. A partir de allí el escorbuto fue menos común.

Sin embargo, en el siglo XIX, el escorbuto empezó a encontrarse entre los niños menores de un año que recibían leche enlatada, que se había introducido hacía poco, en vez de la leche materna o leche fresca de vaca. La leche preservada contenía suficientes carbohidratos, grasa, proteína y minerales, pero el calor para procesarla destruía la vitamina C, y por lo tanto se verificaron casos de escorbuto en los niños.

Más adelante se descubrió que la vitamina C era el ácido ascórbico, que ya se había identificado.

### Propiedades

El ácido ascórbico es una sustancia blanca cristalina, muy soluble en agua. Tiende a oxidarse con facilidad. No la afecta la luz, pero el calor excesivo la destruye, sobre todo cuando se encuentra en una solución alcalina. Como es un agente antioxidante y reductor poderoso, puede por lo tanto reducir la acción perjudicial de los radicales libres y es también importante para mejorar la absorción del hierro no hémico en alimentos de origen vegetal.

El ácido ascórbico es necesario para la formación y mantenimiento adecuados del material intercelular, sobre todo del colágeno. En términos sencillos, es esencial para producir parte de la sustancia que une a las células, así como el cemento une a los ladrillos. En una persona que tiene carencia de ácido ascórbico, las células endoteliales de los capilares carecen de solidez normal. Son, por lo tanto, frágiles y se presentan como grietas. De modo semejante, la dentina de los dientes y el tejido óseo de los huesos no se forman bien. Además, esta propiedad de lijación celular explica la cicatrización pobre y la lentitud en el proceso de curación de las heridas que se ve en personas con carencia de ácido ascórbico.

Es una creencia común, mencionada también por algunos científicos, que dosis abundantes de vitamina C previenen y reducen los síntomas del resfriado común (coriza). Esta afirmación no se ha comprobado. Un extenso estudio sugiere una

reducción modesta en la severidad de los síntomas en quienes toman vitamina C medicinalmente, pero la vitamina no evitó los resfriados.

No es aconsejable tomar dosis terapéuticas muy elevadas de vitamina C durante largos períodos.

### **Fuentes alimentarias**

Las principales fuentes de vitamina C en la mayoría de las dietas son las frutas, las hortalizas y diversos tipos de hojas.

En las tribus nómadas la lechuga con frecuencia es la fuente principal. Los plátanos y los bananos son el único alimento básico que contiene porciones adecuadas de vitamina C. Las hojas verdes de color oscuro, como el amaranto y la espinaca contienen mucha más vitamina C que las hojas pálidas como el repollo y la lechuga. Las hortalizas de raíz y las patatas contienen cantidades pequeñas pero útiles. El maíz tierno aporta algo de ácido ascórbico, así como los cereales germinados y las legumbres. Los productos animales (carne, pescado, leche y huevos) tienen cantidades reducidas.

Como el calor destruye con facilidad la vitamina C, la cocción prolongada de cualquier alimento puede destruir gran cantidad de la vitamina C que contenga.

El ácido ascórbico se mide en miligramos de la vitamina pura.

### **Necesidades en los humanos**

Las opiniones sobre las necesidades humanas difieren mucho. Parece claro que se necesitan hasta 75 mg diarios para que el cuerpo permanezca saturado a plenitud con vitamina C. Sin embargo, las personas parecen mantenerse saludables con consumos tan bajos como 10 mg por día. Cifras de 25 mg para adultos, 30 mg para adolescentes, 35 mg en el embarazo y 45 mg durante la lactancia, parecen ser cantidades razonables.

### **Carencia**

El escorbuto y otras manifestaciones clínicas debidas a la falta de vitamina C en el. Actualmente el escorbuto no es una enfermedad predominante. Los brotes han ocurrido en zonas de kambrunas y recientemente en varios campos de refugiados en África.

En sus primeras etapas, la carencia de vitamina C puede ocasionar encías que sangran y cicatrización lenta de las heridas.

## VITAMINA D

La vitamina D se asocia con la prevención del raquitismo y su homólogo en el adulto la osteomalacia o ablandamiento de los huesos. Durante muchos años se sospechó que el raquitismo se debía a carencias nutricionales, y en ciertas partes del mundo se utilizó para su tratamiento aceite de hígado de bacalao. En efecto, en 1919 Sir Edward Mellanby, en estudios efectuados en cachorros de perro, señaló sin dudas que la enfermedad era de origen nutricional y que respondía a la vitamina D contenida en el aceite de hígado de bacalao. Más adelante se demostró que la acción de la luz solar en la piel producía la vitamina D utilizada por los seres humanos.

### Propiedades

Ciertos compuestos, todos esteroides íntimamente relacionados con el colesterol, poseen propiedades antirraquíticas. Se descubrió que ciertos esteroides que no tenían estas propiedades pasaban a ser antirraquíticos al exponerlos a la luz ultravioleta. Los dos esteroides importantes activos son la vitamina D<sub>2</sub> (ergocalciferol) y la vitamina D<sub>3</sub> (colecalciferol).

En los seres humanos, cuando la piel está expuesta a los rayos ultravioleta de la luz solar, se activa un compuesto esteroide para formar vitamina D, que entonces queda disponible para el cuerpo y que tiene exactamente la misma función que la vitamina D consumida en los alimentos. En éstos la vitamina D sólo se absorbe en el intestino en presencia de la bilis.

La función de la vitamina D en el cuerpo es permitir la absorción adecuada del calcio. La vitamina D que se forma en la piel o que se absorbe de los alimentos actúa como una hormona e influye el metabolismo del calcio. El raquitismo y la osteomalacia, enfermedades en las que hay carencia de calcio en ciertos tejidos, no se deben a la carencia de calcio en la dieta sino a la falta de vitamina D que permita la correcta utilización del calcio de los alimentos.

La vitamina D con frecuencia se expresa en unidades internacionales: 1 UI equivale a 0,025 µg de vitamina D<sub>3</sub>.

### Fuentes alimentarias

La vitamina D se encuentra de modo natural sólo en la grasa de ciertos productos animales. Los huevos, el queso, la leche y la manteca, son buenas fuentes en dietas normales. La carne y el pescado contribuyen en cantidades pequeñas. Los aceites de hígado de pescado son muy ricos. Los cereales, legumbres y frutas no tienen vitamina D.

## **Almacenamiento en el cuerpo**

El cuerpo tiene una capacidad considerable para almacenar vitamina D en el tejido graso y en el hígado. Una reserva adecuada es importante en las mujeres embarazadas, a fin de evitar la predisposición al raquitismo en los bebés.

## **Necesidades en los humanos**

No es posible delimitar las necesidades dietéticas en los seres humanos, porque la vitamina D se produce al consumir alimentos que la contienen y por la acción de la luz solar en la piel. No es necesario que los adultos reciban vitamina D en su alimentación, porque se encuentran expuestos en forma adecuada a la luz solar. Muchos niños en Asia, América Latina y África sobreviven en buena salud con una dieta que carece casi por completo de vitamina D. Se ha visto que el aceite de hígado de pescado que contiene 400 UI (10 µg) de vitamina D evita el raquitismo en los bebés o en los niños no expuestos a la luz solar. Esta cantidad parece ser una cantidad segura.

## **Carencia**

El raquitismo y la osteomalacia, dos enfermedades que resultan de la carencia de vitamina D. Como la vitamina D se produce en los seres humanos por la acción del sol en la piel, la carencia no es común en países tropicales, aunque la síntesis de la vitamina D quizá se puede reducir en la piel con mucho pigmento. El raquitismo y la osteomalacia se observan esporádicamente, pero son más comunes en las áreas donde la tradición o la religión mantienen a las mujeres y a los niños dentro de la casa. Se han informado muchos casos en Yemen y Etiopía. Los trastornos se manifiestan sobre todo por cambios en el esqueleto.

## **Toxicidad**

Como otras vitaminas liposolubles, la vitamina D que se consume en exceso en la dieta no se excreta bien. El consumo de grandes dosis, resultado de cantidades excesivas de preparaciones con aceite de hígado de pescado que se dan a los niños, puede ser tóxico. La sobredosis puede llevar a hipercalcemia, que se diagnostica por niveles altos de calcio en la sangre. La toxicidad casi siempre empieza con pérdida del apetito y de peso, cuadro que se puede acompañar con desorientación mental y por último con falla renal. Se han registrado muertes.

## **OTRAS VITAMINAS**

Las dos vitaminas liposolubles (A y D) y las seis vitaminas solubles en agua (tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B12, folatos y vitamina C) se han descrito con algún detalle porque son las vitaminas que quizá presentan más carencia y son de importancia en la salud pública de los países no industrializados. Además hay cinco vitaminas más, que aunque son vitales para la salud, no son muy deficientes en las dietas de los seres humanos y por lo tanto son de menos importancia para la

salud pública. Son las siguientes: vitamina B6, biotina, ácido pantoténico, vitamina E y vitamina K.

### **Vitamina B6 (piridoxina)**

La vitamina B6 es soluble en agua, muy común en alimentos de origen animal y vegetal. Es importante como coenzima en muchos procesos metabólicos. La carencia primaria en la dieta es muy rara, pero la carencia de vitamina B6 fue común en enfermos de tuberculosis tratados con isoniacida. Los pacientes desarrollaban signos neurológicos y algunas veces también anemia y dermatosis. Ahora es común suministrar 10 mg diarios de vitamina B6 por vía oral a quienes reciben grandes dosis de isoniazida. La vitamina B6 es relativamente cara, y su administración de rutina a los pacientes que reciben isoniazida aumenta el costo del tratamiento de la tuberculosis.

### **Biotina**

La biotina, también soluble en agua, es otra vitamina del complejo B. Se encuentra en muchos alimentos, y su carencia en los seres humanos es muy rara. Es importante en los procesos metabólicos, fisiológicos y bioquímicos. La avidina, proteína en la clara de los huevos crudos impide la absorción de la biotina tanto en animales como en el hombre. Las ratas alimentadas con clara de huevo como única fuente de proteína adelgazan, se agotan, y desarrollan neuropatías y dermatitis. La carencia de biotina se ha verificado en muy pocos casos, sobre todo en quienes consumen clara de huevo y en pacientes con alguna forma especial de malabsorción alimentados por vía endovenosa.

### **Ácido pantoténico**

El ácido pantoténico, vitamina soluble en agua, se encuentra en cantidades adecuadas en la mayoría de las dietas humanas. Tiene funciones bioquímicas importantes en varias reacciones enzimáticas, pero su carencia en los seres humanos es muy rara. Una condición neurológica descrita como el síndrome de quemazón en los pies, se informó en los prisioneros de guerra capturados por los japoneses entre 1942 y 1945, y se asoció con una carencia de esta vitamina.

### **Vitamina E (tocoferol)**

La vitamina E es liposoluble; los seres humanos la obtienen principalmente de aceites vegetales y cereales de grano entero. Se la denominó «vitamina anti-esterilidad» o inclusive «vitamina del sexo» porque las ratas alimentadas con dietas deficientes en tocoferol no se pueden reproducir: los machos desarrollan anomalías en los testículos y las hembras tienen abortos espontáneos. Por su relación con la fertilidad y con diversos trastornos en animales, muchas personas se auto indican esta vitamina.



Además, varios médicos la recomiendan para una gran variedad de enfermedades humanas. Sin embargo, la verdadera carencia es rara; aparece sobre todo asociada a condiciones graves de malabsorción (cuando la grasa se absorbe deficientemente), en anemias genéticas (incluso en carencia de glucosa-6-fosfato dehidrogenasa) y a veces, en bebés de muy poco peso.

La vitamina E (como la vitamina C) es un antioxidante y por su capacidad para limitar la oxidación y para manejar los radicales libres nocivos, algunas veces se aconseja como posible factor preventivo para la arteriosclerosis y el cáncer. Su presencia en los aceites ayuda también a evitar la oxidación de los ácidos grasos no saturados.

## **Vitamina K**

A la vitamina K se la llama «vitamina de la coagulación» porque se relaciona con la protrombina y la coagulación de la sangre. Debido a esto se utiliza con éxito para tratar las hemorragias de los recién nacidos (enfermedad hemorrágica del recién nacido).

Los seres humanos obtienen algo de vitamina K de los alimentos y, además, una parte la sintetizan ciertas bacterias en el intestino. Los recién nacidos tienen un intestino libre de microorganismos, y, por lo tanto, no obtienen la vitamina K a partir de la síntesis bacteriana. Ahora se sabe que los pacientes alimentados por vía endovenosa o en ayuno, y que han recibido antibióticos de amplio espectro que acaban con la flora intestinal, pueden sangrar debido a la falta de la vitamina K.

En muchos hospitales se suministra vitamina K de rutina a los recién nacidos para prevenir la enfermedad hemorrágica.

## BIBLIOGRAFIA

- Aranceta J. coord. Guía práctica sobre hábitos de alimentación y salud. [Monografía en Internet]. Instituto Omega 3, Sociedad Española de Nutrición Comunitaria; 2002 [acceso 15 de Julio de 2012]. Disponible en [http://www.pulevasalud.com/ps/Zips/9974/guia\\_practica\\_nutricion.pdf](http://www.pulevasalud.com/ps/Zips/9974/guia_practica_nutricion.pdf)
- Borrás S. Guía para la promoción de la alimentación equilibrada en niños y niñas menores de tres años. Sevilla: Consejería de salud. Consejería para la Igualdad y Bienestar Social. Junta de Andalucía; 2005.
- Gil A. dir., Sánchez de Medina F. coord. Tratado de Nutrición. Tomo I: Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición. 2a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
- Gil A. dir., Ruiz M.D. coord. Tratado de Nutrición. Tomo II: composición y calidad nutritiva de los alimentos. 2a ed. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
- López C. La alimentación de tus niños. Nutrición saludable de la infancia a la adolescencia. Madrid: Agencia Española de Seguridad Alimentaria. Ministerio de Sanidad y Consumo; 2005.
- Pedrón C. coord. Alimentación y nutrición en pediatría. Aspectos básicos. Madrid: Ediciones Universidad Autónoma de Madrid; 2009. ISBN 978-84-8344-160-2
- Serra L. dir, Aranceta J. coord. Guía de alimentación saludable. Madrid: Sociedad Española de Nutrición Comunitaria; 2004.
- Varela G, Ávila J.M. Guía de consejo nutricional para padres y familiares de escolares. Madrid: Dirección General de Salud Pública y Alimentación de la Comunidad de Madrid; 2007.