



## SECCIÓN VII

# BASES MOLECULARES DE LA NUTRICIÓN HUMANA

### Introducción a la sección

La nutrición es un campo de extraordinaria importancia para el profesional de la salud, pues se ocupa de la repercusión que tiene para el organismo el aporte alimentario y su adecuada utilización.

La nutrición inadecuada origina numerosas afecciones, ocasionadas por la deficiencia o el exceso de algún nutriente: las enfermedades carenciales, el kwashiorkor, el inarismo, las hipervitaminosis y la obesidad, son ejemplos claros de afecciones nutricionales. Por otra parte, una dieta adecuada es la mejor forma de prevenir una serie de enfermedades crónicas no infecciosas, como la aterosclerosis y la hipertensión, entre otras. Además, la dieta es un importantísimo elemento en el tratamiento de diversas enfermedades, tal es el caso de la diabetes mellitus o de la propia hipertensión, por sólo citar 2 ejemplos.

La composición de la dieta es muy diferente entre un país y otro, e incluso difiere entre los distintos sectores de una misma nación, debido a las disponibilidades de recursos, derivadas de las diferencias socioeconómicas, y a los hábitos y tradiciones culturales. Así, el consumo de proteínas es 6 veces mayor en los países desarrollados que en los subdesarrollados, en tanto que los problemas de la malnutrición azotan a las poblaciones con menos recursos y conducen a graves afectaciones de su cuadro de salud, elevan la mortalidad infantil y constituyen un factor decisivo en sus bajos promedios de vida.

La cifra de desnutridos en los países del Tercer Mundo sobrepasa los 450 millones; la solución de estos graves problemas nutricionales es una justa demanda de estos pueblos, lo que redundaría positivamente en la salud mundial.

Las tradiciones y los hábitos culturales tienen una notable influencia en la nutrición de los pueblos; por ello, es importante contribuir a mejorar la educación de la población en este campo, de manera que se logre una mejor utilización de los alimentos de que disponen, combinando más apropiadamente los distintos componentes de la dieta.

La dieta no es más que la mezcla de los alimentos que ingerimos diariamente. Los alimentos son las sustancias que aportan los nutrientes, por ejemplo: el arroz, la carne, el pescado, el huevo, los vegetales, las frutas, la leche, etc.; los nutrientes son compuestos no sustituibles entre sí, que están contenidos en los alimentos; ellos son las proteínas, los glúcidos, los lípidos, las vitaminas y los minerales.

En esta sección se estudiarán las bases moleculares de la nutrición humana, con el propósito de proveer al profesional de la salud de los conocimientos que le permitan diagnosticar las afecciones nutricionales para contribuir -mediante la educación nutricional- a erradicar los malos hábitos alimentarios de nuestra población, y a la promoción de salud en su radio de acción.

En los capítulos 70 y 71 se tratarán los requerimientos energéticos y proteínicos del ser humano. El capítulo 72 está dedicado al estudio de la función de los glúcidos y los lípidos en la dieta humana. Las vitaminas y los minerales se desarrollan en los capítulos 73 y 74, respectivamente.

# 70

## CAPÍTULO

### Requerimientos nutricionales en el ser humano

El ser humano depende de una continua adquisición de sustancias exógenas para el crecimiento, desarrollo y normal mantenimiento de la vida. Así, además de los requerimientos energéticos, necesita las fuentes de carbono, nitrógeno y azufre, los elementos inorgánicos (minerales) y un conjunto de sustancias orgánicas, más o menos complejas (ácidos grasos y aminoácidos esenciales, así como un grupo de vitaminas), que no pueden ser sintetizadas por él y se han de obtener a partir de los alimentos de la dieta.

Existen 6 componentes principales de la dieta: glúcidos (o carbohidratos), lípidos, proteínas, vitaminas, minerales y agua; los 3 primeros proveen energía y constituyen las fuentes fundamentales de carbono y nitrógeno; dichos componentes son, además, los precursores de las biomoléculas, que mantienen las actividades metabólicas de los diferentes tejidos; a estos componentes (glúcidos, lípidos y proteínas) se les suele reconocer como los nutrientes fundamentales.

Las vitaminas, los minerales y el agua no aportan energía, pero son esenciales en los mecanismos bioquímicos de los procesos metabólicos y muchos de ellos se requieren para la actividad normal de algunas enzimas y hormonas. Los minerales desempeñan, además, una función importante en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico del organismo.

En este capítulo trataremos los requerimientos nutricionales del ser humano, en general, y sus necesidades energéticas, en particular. Además, en él se estudiarán la composición y el contenido energético de los principales alimentos de la dieta.

### Requerimientos energéticos

Los requerimientos energéticos del ser humano están dados por las necesidades de energía que él precisa para mantener su salud, garantizar su crecimiento y realizar un grado apropiado de actividad física. En la práctica, las estimaciones de las necesidades energéticas se basan en los estudios del gasto energético, que se hacen, frecuentemente, por el cálculo de la ingesta de nutrientes.

La fuente energética fundamental en la biosfera es la luz solar, que es aprovechable por los organismos vivos a través de la fotosíntesis. Como se trató en el capítulo 45, dicha energía es utilizada por los organismos fotosintéticos en la formación de carbohidratos, a partir del  $\text{CO}_2$ . Así, pues, la energía que obtienen los animales por la ingestión de los glúcidos y otros compuestos carbonados procede, en última instancia, de la energía luminosa.

En el ser humano, la energía necesaria para los procesos fisiológicos vitales es aportada por la oxidación de los glúcidos, los lípidos y las proteínas. Los requerimientos energéticos diarios o las necesidades calóricas están dados por la demanda energética basal del individuo, afectada por un factor que tiene en cuenta la actividad física que él desarrolla. Desde luego, existen algunas condiciones que modifican estos requerimientos, como son los períodos de crecimiento, embarazo o lactancia, y durante el transcurso de alguna enfermedad o en la etapa de su convalecencia, situaciones éstas en las que se precisa de un aporte extra de energía.

La demanda energética basal (tasa de metabolismo basal [TMB]) es la energía necesaria para el mantenimiento de los procesos vitales, en condiciones de reposo total. La TMB depende principalmente del tamaño y de la composición del cuerpo, así como de la edad. En la práctica, el factor más importante para el cálculo de la TMB es el peso corporal.

En los adultos menores de 60 años la edad modifica poco la TMB, ya que para un mismo peso aquélla disminuye sólo en el 1 %, en cada década; sin embargo, en los niños el cambio de la TMB por kilogramo de peso, según la edad, es mucho mayor (aproximadamente del 5 % cada año, entre los 3 y 10 años de edad). Es importante señalar que no puede precisarse si este cambio se debe a la edad por sí misma, o si es causado por el incremento del peso corporal, relacionado con el crecimiento que ocurre a estas edades.

Dado que para una misma edad el aspecto determinante principal de la TMB es el peso corporal, se ha discutido mucho si para estas estimaciones se emplea el peso real del individuo o la mediana del margen de referencia (peso ideal para la talla); en caso de que se utilice el primer criterio para la determinación de las necesidades energéticas de un individuo, el efecto a esperar será entonces el mantenimiento de su estado actual; en caso de que se emplee la mediana del margen de referencia, segundo criterio, se obtendrá un efecto normativo, es decir, el peso del individuo tenderá a alcanzar el valor de dicha mediana.

La selección del peso a emplear en el cálculo de las necesidades energéticas de una persona dependerá del efecto que se desee lograr, ya sea mantener su peso actual o modificarlo de manera que se acerque al peso ideal para su talla.

El sexo es otro aspecto importante que tener en cuenta, a la hora de establecer valores de referencia de la TMB. Si bien durante la infancia (hasta los 10 años) no se hacen distinciones entre las hembras y los varones, con la excepción de aquéllas que se derivan de las diferencias del peso corporal, en la adolescencia aparecen diferencias significativas en uno y otro sexos, en relación con la composición corporal y el momento en que se produce el crecimiento durante la pubertad.

La edad, y con ella el crecimiento y las modificaciones fisiológicas que va experimentando normalmente el organismo en su desarrollo, modifica de manera considerable el gasto energético. Las necesidades de energía para el crecimiento (excepto en los lactantes) son relativamente pequeñas, en comparación con las que se requieren para el mantenimiento.

La comprobación de un crecimiento adecuado es útil para evaluar si el aporte energético es o no satisfactorio. Para estimar el gasto energético asociado al crecimiento en los niños de corta edad, se ha propuesto el valor aproximado de  $5 \text{ kcal.g}^{-1}$  como costo energético del crecimiento. En la tabla 70.1 se presentan los valores estimados para prematuros, lactantes normales y lactantes convalecientes.

Por ser la edad un factor que influye marcadamente en el valor de la TMB, bien de manera directa o a causa de los cambios de masa corporal, relacionados con el crecimiento o el envejecimiento, se han definido intervalos principales de edad que reflejen las características fisiológicas de los hombres y las mujeres, e incluyan los cambios continuos en la tasa de crecimiento, la composición del organismo y la actividad física, entre otros. Atendiendo todas estas consideraciones planteadas, se han establecido, para cada sexo, 6 intervalos principales de edad: de 0 a 3 años; de 3 a 10; de 10 a 18; de 18 a 30; de 30 a 60 y de 60 años o más.

Tabla 70.1. Estimación del costo energético del incremento del peso\*

	Costo energético	
	kcal.g <sup>-1</sup>	kJ.g <sup>-1</sup>
Niños prematuros	5,7	20,5
Lactantes normales	5,6	23,8
Lactantes en recuperación de malnutrición	7,1**	29,7

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

\*\* Se reportan valores estimados desde 3,5 hasta 7,1.

El clima afecta el gasto energético del individuo; en un clima frío se requerirá la liberación de calor adicional para el mantenimiento de la temperatura corporal. Se ha demostrado un incremento de la TMB en personas con vestidos ligeros, expuestas a temperatura ambiente baja, aun cuando no tiriten. Por otra parte, la TMB decrece en climas de altas temperaturas.

La TMB diaria se determina con el empleo de las ecuaciones de regresión que aparecen en la tabla 70.2, a partir del peso real o el recomendable, de acuerdo con lo que se desee obtener (mantener el mismo peso o lograr un efecto normativo, como se señaló anteriormente).

Para estimar las necesidades energéticas totales por día, se multiplicará el valor de la TMB por un factor que incluye el costo energético de la actividad física desarrollada por el individuo, del incremento del tono muscular y de las necesidades de energía derivadas del crecimiento, el embarazo, la lactancia o la enfermedad, cuando proceda. Resulta interesante resaltar que el costo de energía de la actividad física también se relaciona con el peso corporal.

Tabla 70.2. Cálculo de la TMB a partir del peso corporal (P = peso en kg)\*

Edad (años)	kcal/día	mJoule/día
<b>Hombres</b>		
0-3	60,9 P - 54	0,255 P - 0,226
3-10	22,7 P + 495	0,0949 P + 2,07
10-18	17,5 P + 651	0,0732 P + 2,72
18-30	15,3 P + 679	0,0640 P + 2,84
30-60	11,6 P + 879	0,0485 P + 3,67
> 60	13,5 P + 487	0,0565 P + 2,04
<b>Mujeres</b>		
0-3	61,0 P - 51	0,255 P - 0,214
3-10	22,5 P + 499	0,0941 P + 2,09
10-18	12,2 P + 746	0,0510 P + 3,12
18-30	14,7 P + 496	0,0615 P + 2,08
30-60	8,7 P + 829	0,0364 P + 3,47
> 60	10,5 P + 596	0,0439 P + 2,49

\* Tomado del Reporte del Comité de Expertos FAO/OMS, 1985.

La actividad física incrementa las necesidades energéticas, en dependencia de su intensidad y duración. En relación con el gasto energético, derivado de dicha actividad, se tienen en cuenta, por separado, las actividades ocupacionales y aquellas que suelen desarrollarse en el tiempo libre (se incluyen las tareas domésticas y las actividades sociales), las cuales pueden ser deportivas, culturales o recreativas, entre otras; a este

tipo de actividades se les ha llamado, por algunos especialistas, actividades discretionales.

En la tabla 70.3 se presentan ejemplos de afectación de la TMB, provocada por la realización de un grupo de actividades físicas: actividades ocupacionales y actividades discretionales. Se puede inferir fácilmente cómo la misma actividad, en ocasiones, puede considerarse ocupacional o discretional para un individuo. Los datos expresan el valor del factor por el cual debe multiplicarse la TMB.

**Tabla 70.3. Gasto energético bruto en un grupo de actividades ocupacionales y discretionales\***

Actividades	Gasto energético
<b>Ocupacionales</b>	
<b>Trabajo de oficina:</b>	
Sentado en el escritorio	1,3
De pie y moviéndose	1,6
<b>Industria ligera:</b>	
Impresión	2,0
Zapatería	2,6
Carpintería	3,5
Electricidad	3,1
Industria química	3,5
Reparación de vehículos	3,6
Trabajo de panadería	2,5
Trabajo de laboratorio	2,0
<b>Construcción:</b>	
Colocar ladrillos	3,3
Decoración y pintura	2,8
Cavar hoyos	5,0
Sacar tierra	6,2
Tender pisos	4,1
Clavar	3,3
<b>Agricultura:</b>	
Cortar caña	6,5
Recolección de espigas	2,1
Desbroce (según el tipo de terreno)	2,9 - 7,9
Cortar árboles	4,8
Plantar	2,9
Alimentar animales	3,6
Cortar hierba con machete	4,7
Ordeño manual	2,9
Recolección de cocos	4,6
Trabajos de azada	4,4
Desmalezar	2,9
Siembra	4,0
Trilla	5,0
Recolección de tubérculos	3,1
Recolección de frutas de los árboles	3,4
Conducir tractores	2,1
<b>Minería:</b>	
Trabajo de pico	6,0
Trabajo de pala	5,7
Construcción de soportes	4,9
Transporte con carretillas	4,8
<b>Fuerzas armadas:</b>	
Limpieza de material	2,4
Marcha en carreta	4,4

Tabla 70.3 (continuación)

Actividades	Gasto energético
Carrera de asalto	5,1
Marcha en selvas	5,7
Pilotaje de helicópteros	1,5
<b>Discrecionales</b>	
Dormido	1,0
Acostado despierto	1,2
Sentado tranquilo	1,2
De pie tranquilo	1,4
Bailar	3,2 - 6,6
Caminar lentamente	2,8
Caminar a velocidad normal	3,2
Caminar cuesta arriba:	
Lentamente	4,7
Lentamente y con una carga de 10 kg	6,7
Con rapidez	7,5
Caminar cuesta abajo:	
Lentamente	2,8
A velocidad normal	3,1
Con rapidez	3,6
Lavar la ropa	2,2 - 3,0
Coser	1,5
Afilar un machete	2,2
Cocinar	1,8
Limpieza ligera	2,7
Limpieza moderada (incluye limpieza de ventanas, etc.)	3,7
Barrer la casa	3,0
Planchar	1,4
Fregar la vajilla	1,7
Cuidar niños	2,2
Cocinar	1,8
Conducción de vehículos ligeros	1,2
Conducción de camiones	1,4
Remar en canoa	3,4
Pescar con caña	2,1
Pescar con arpón	2,6
Cazar pájaros	3,4
Cazar puercos	3,6
Juego de naipes, dominó u otras actividades recreativas sedentarias	2,2
Actividades recreativas ligeras (juego de bolos, billar, golf, navegación a vela, etc.)	2,2 - 4,4
Actividades recreativas moderadas (baile, natación, tenis, etc.)	4,4 - 6,6
Actividades recreativas intensas (fútbol, atletismo, remos, etc.)	6,6 o más

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

La intensidad y duración de la actividad física influye notoriamente en el consumo energético de un individuo. Así, se sabe que un hombre normal, de 70 kg de peso, consume 65 cal/h mientras duerme; 100 cal/h reposando sentado; 200 cal/h caminando despacio; 570 cal/h corriendo y 1 100 cal/h subiendo escaleras.

Las necesidades energéticas dependen, por tanto, de la actividad física del sujeto, así como del tamaño y composición corporal del individuo, de la edad, del clima en el cual habite, del sexo y de las otras condiciones anteriormente señaladas, como son el crecimiento, el embarazo, la lactancia y la enfermedad o convalecencia.

En las personas sanas del mismo sexo, y de edad y peso semejantes, el factor más importante en la variación del gasto energético lo constituye la actividad física. Para estimar los requerimientos energéticos de cualquier persona se suele partir de la TMB, afectada según los factores que se presentan en la tabla 70.4, que como ya se explicó incluyen el gasto energético derivado de la actividad física. Para facilitar la estimación del costo energético, debido a la actividad física ocupacional, ésta se ha clasificado en 3 grandes grupos: trabajo ligero, moderado y pesado.

**Tabla 70.4. Valores medios del costo energético de la actividad física ocupacional (3 niveles) en los hombres y las mujeres\***

Tipo de trabajo	Mujeres Costo medio (factor de la TMB)	Hombres Costo medio (factor de la TMB)
Trabajo ligero: 75 % del tiempo sentado o de pie. 25 % del tiempo de pie y moviéndose	1,7	1,7
Trabajo moderado: 25 % del tiempo sentado o de pie. 75 % del tiempo en la actividad específica	2,2	2,7
Trabajo intenso: 40 % del tiempo sentado o de pie. 60 % del tiempo en la actividad ocupacional específica	2,8	3,8

\* Tomado del Reporte de la Comisión Mixta de Expertos FAO/OMS, 1985.

Se considera actividad ocupacional ligera la que realizan los oficinistas, los dependientes, los maestros y otros profesionales; la actividad ocupacional moderada es la que efectúan los trabajadores de la industria ligera, los dependientes de almacenes, los trabajadores agrícolas y forestales, así como los profesionales de la danza y los atletas. Se clasifica como trabajo pesado o intenso aquél que ejecutan los mineros, los leñadores, los herreros y los obreros de la construcción.

Esta clasificación no debe emplearse de manera rígida, pues, en ocasiones, por la índole de la labor que realiza un trabajador agrícola, ha de ser incluido en actividad física pesada; por eso, al ubicar a un individuo dentro de cada categoría, ha de tenerse en cuenta el tipo de trabajo que realiza en realidad y no clasificarlo simplemente por el perfil de la actividad que desarrolla.

En las tablas 70.5 y 70.6 se exponen las cifras de los requerimientos energéticos promedio calculados para los lactantes y los niños de 1 a 10 años respectivamente.

Los requerimientos energéticos diarios promedio para niños mayores de 10 años, adolescentes y adultos de 18 a 30 años (hombres y mujeres) se presentan respectivamente en las tablas 70.7 y 70.8.

Los requerimientos energéticos diarios, de acuerdo con el peso corporal y el factor de la TMB para los adultos comprendidos entre los 30 y 60 años, se presentan en la tabla 70.9.



**Tabla 70.5. Necesidades energéticas promedio, calculadas para los lactantes desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad\***

Edad (meses)	Necesidades energéticas diarias totales			
	Niños		Niñas	
	kcal	kJ	kcal	kJ
0-5	470	1 965	445	1 860
1-2	550	2 300	505	2 115
2-3	610	2 550	545	2 280
3-4	655	2 740	590	2 470
4-5	695	2 910	630	2 635
5-6	730	3 055	670	2 800
6-7	765	3 220	720	3 010
7-8	810	3 390	750	3 140
8-9	855	3 580	800	3 350
9-10	925	3 870	865	3 620
10-11	970	4 060	905	3 790
11-12	1 050	4 395	975	4 080

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

**Tabla 70.6. Requerimientos energéticos diarios promedio de niños y niñas de 1 a 10 años\***

Edad (años)	Necesidades energéticas diarias totales			
	Niños		Niñas	
	kcal	kJ	kcal	kJ
1-2	1 200	5,02	1 140	4,76
2-3	1 410	5,89	1 310	5,48
3-4	1 560	6,52	1 440	6,02
4-5	1 690	7,07	1 540	6,44
5-6	1 810	7,57	1 630	6,81
6-7	1 900	7,94	1 700	7,11
7-8	1 990	8,32	1 770	7,40
8-9	2 070	8,66	1 830	7,65
9-10	2 150	8,99	1 880	7,86

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

Para edades avanzadas se estima que las necesidades de energía disminuyen en un 5 %, tanto en la década de los 40 años, como en la de los 50. Entre los 60 y 69 años la disminución de las necesidades calóricas es de alrededor del 10 %, y al arribar a los 70 desciende otro 10 % más. En la tabla 70.10 se resumen los requerimientos energéticos para los hombres y mujeres mayores de 60 años, de acuerdo con el peso corporal y el factor de la TMB.

**Tabla 70.7. Necesidades medias diarias de energía para los niños mayores de 10 años y adolescentes (hasta los 18 años), de uno y otro sexos\***

Edad (años)	Requerimientos medios diarios de energía**					
	Muchachos			Muchachas		
	Factor de la TMB	kcal	kJ	Factor de la TMB	kcal	kJ
10-12	1,75	2 200	9 200	1,64	1 950	8 200
12-14	1,68	2 400	10 000	1,59	2 100	8 800
14-16	1,64	2 650	11 100	1,60	2 150	9 000
16-18	1,60	2 850	11 900	1,53	2 150	9 000

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

\*\* Para estos valores se asumen los factores de la TMB que se indican en cada caso y que corresponden a factores promedio para cada edad. Si se desea un valor exacto de los requerimientos energéticos, deberá realizarse el cálculo del factor de la TMB, de acuerdo con la actividad física del individuo.

**Tabla 70.8. Requerimientos diarios de energía para los adultos entre 18 a 30 años, según peso corporal y factor de la TMB\***

Hombre										
Peso (kg)	1,4 TMB		1,6 TMB		1,8 TMB		2,0 TMB		2,2 TMB	
	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ
50	2 050	8,5	2 300	9,7	2 600	10,9	2 900	12,1	3 200	13,3
55	2 100	8,9	2 400	10,1	2 700	11,4	3 000	12,7	3 300	13,9
60	2 250	9,3	2 550	10,6	2 850	12,0	3 150	13,3	3 450	14,6
65	2 350	9,9	2 700	11,3	3 000	12,7	3 300	14,1	3 700	15,5
70	2 450	10,2	2 800	11,7	3 150	13,2	3 500	14,6	3 850	16,1
75	2 550	10,8	2 900	12,3	3 300	13,8	3 600	15,4	4 000	16,9
80	2 650	11,2	3 050	12,9	3 400	14,5	3 800	16,1	4 200	17,7
Mujer										
Peso (kg)	1,4 TMB		1,6 TMB		1,8 TMB		2,0 TMB		2,2 TMB	
	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ
40	1 500	6,3	1 700	7,2	1 950	8,1	2 150	9,0	2 300	9,9
45	1 600	6,7	1 850	7,7	2 100	8,6	2 300	9,6	2 550	10,6
50	1 700	7,2	1 950	8,2	2 200	9,2	2 450	10,2	2 700	11,3
55	1 850	7,6	2 100	8,6	2 350	9,7	2 600	10,8	2 850	11,9
60	1 950	8,1	2 200	9,2	2 500	10,4	2 750	11,5	3 050	12,7
65	2 050	8,6	2 300	9,8	2 600	11,0	2 900	12,2	3 200	13,5
70	2 150	9,0	2 450	10,3	2 750	11,6	3 050	12,9	3 350	14,2
75	2 250	9,4	2 550	10,8	2 900	12,1	3 200	13,5	3 500	14,8

\* Tomado del Reporte del Comité de Expertos Mixto FAO/OMS, 1985.

Tabla 70.9. *Requerimientos energéticos diarios según el peso y el factor de la TMB en los adultos entre 30 y 60 años\**

Hombre

Peso (kg)	1,4 TMB		1,6 TMB		1,8 TMB		2,0 TMB		2,2 TMB	
	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ
50	2 050	8,5	2 350	9,7	2 650	10,9	2 900	12,1	3 200	13,3
55	2 100	8,9	2 450	10,1	2 750	11,4	3 050	12,7	3 350	13,9
60	2 200	9,1	2 500	10,4	2 850	11,7	3 160	13,0	3 450	14,3
65	2 300	9,5	2 600	10,9	2 950	12,2	3 250	13,6	3 600	15,0
70	2 350	9,8	2 700	11,2	3 050	12,6	3 400	14,1	3 700	15,5
75	2 450	10,3	2 800	11,8	3 150	13,3	3 500	14,7	3 850	16,2
80	2 550	10,5	2 900	12,0	3 250	13,5	3 600	15,1	4 000	16,6

Mujer

40	1 650	6,9	1 900	7,9	2 150	8,9	2 350	9,9	2 600	10,9
45	1 700	7,3	1 950	8,3	2 200	9,3	2 450	10,4	2 700	11,4
50	1 800	7,5	2 050	8,5	2 300	9,6	2 550	10,7	2 800	11,7
55	1 850	7,7	2 100	8,8	2 350	9,9	2 650	11,0	2 900	12,1
60	1 900	7,9	2 200	9,0	2 450	10,2	2 750	11,3	3 000	12,4
65	1 950	8,2	2 250	9,4	2 550	10,5	2 800	11,7	3 100	12,9
70	2 050	8,4	2 300	9,6	2 600	10,8	2 900	12,0	3 200	13,2
75	2 100	8,8	2 400	10,0	2 700	11,3	3 000	12,6	3 300	13,8

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

Los requerimientos energéticos diarios se incrementan con el embarazo. Se ha calculado que en el primer trimestre aumentan en 150 kcal/día (630 kJ), y en el segundo y tercer trimestres en 350 kcal/día (1 465 kJ). Sin embargo, recientemente el Comité de Expertos de la FAO/OMS consideró que como al comienzo del embarazo se acumula determinada cantidad de grasa, y que tanto los ciclos de trabajo, como el apetito de la gestante varían mucho, no parece que las necesidades energéticas suplementarias difieran en los 3 trimestres y estiman que pudiera emplearse el valor de 285 kcal (1 200 kJ) adicionales por día, mientras dure la gestación; esta cifra pudiera ser menor: 200 kcal (840 kJ) en mujeres sanas que reduzcan su actividad física. Durante la lactancia, la mujer incrementa sus necesidades calóricas en dependencia de la cantidad de leche sintetizada. En la tabla 70.11 se presenta el costo energético durante el embarazo y la lactancia; en este último caso, los requerimientos se han calculado sobre la base de una eficiencia de conversión del 80 % y de un estimado de 0,7 kcal (2,9 kJ) por mL de leche materna; si la lactante tiene cantidades elevadas de tejido adiposo, posee una reserva de la cual podrá disponer para el período de lactancia y entonces las necesidades energéticas suplementarias serían menores.

Tabla 70.10. Necesidades energéticas diarias en los adultos mayores de 60 años, según el peso y el factor de la TMB\*

Hombre

Peso (kg)	1,4 TMB		1,6 TMB		1,8 TMB		2,0 TMB		2,2 TMB	
	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ	kcal	MJ
50	1 650	6,7	1 850	7,7	2 100	8,7	2 300	9,6	3 550	10,6
55	1 700	7,2	1 950	8,3	2 200	9,3	2 450	10,4	2 700	11,4
60	1 800	7,6	2 100	8,6	2 350	9,7	2 600	10,8	2 850	11,9
65	1 900	8,0	2 200	9,1	2 450	10,3	2 750	11,4	3 000	12,6
70	2 000	8,4	2 300	9,6	2 600	10,8	2 850	12,0	3 150	13,2
75	2 100	8,8	2 400	10,0	2 700	11,3	3 000	12,6	3 300	13,8
80	2 200	9,1	2 500	10,4	2 800	11,8	3 150	13,1	3 450	14,4

Mujer

40	1 400	6,0	1 650	6,8	1 850	7,7	2 050	8,5	2 250	9,4
45	1 500	6,2	1 700	7,1	1 900	8,0	2 150	8,8	2 350	9,7
50	1 550	6,6	1 800	7,5	2 000	8,5	2 250	9,4	2 450	10,4
55	1 650	6,9	1 900	7,9	2 100	8,9	2 350	9,9	2 600	10,9
60	1 700	7,2	1 950	8,2	2 200	9,3	2 450	10,3	2 700	11,3
65	1 800	7,4	2 050	8,5	2 300	9,5	2 550	10,6	2 800	11,7
70	1 850	7,8	2 150	8,9	2 400	10,0	2 650	11,1	2 950	12,2
75	1 950	8,1	2 200	9,3	2 500	10,4	2 750	11,6	3 050	12,8

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

Tabla 70.11. Necesidades energéticas suplementarias durante el embarazo y la lactancia\*

Condiciones	Necesidades energéticas suplementarias	
	kcal/día	kJ/día
<b>Embarazo:</b>		
Actividad normal	285	1 200
Actividad reducida	200	850
<b>Lactancia</b>	<b>500</b>	<b>2 100</b>

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

A continuación se muestra un ejemplo del cálculo de las necesidades energéticas diarias de un sujeto del sexo masculino, de 25 años y 65 kg de peso, que desarrolla una actividad física ligera en su trabajo (oficinista). Esta persona dedica 1 h para transportarse (conduciendo él) de su casa al trabajo y viceversa. A su regreso practica un poco de ejercicios físicos (marcha lenta durante 1 h); dedica, además, 1 h de ayuda doméstica a su compañera (fundamentalmente fregando la vajilla) y 2 h para cuidar a sus 2 hijos. Finalmente, mira la televisión 3 h y duerme 8 h.

Para el cálculo se han empleado las tablas siguientes: tabla 70.2 para el cálculo de la TMB diaria y a partir de ella se estimó la TMB/h; tabla 70.3 para los factores de TMB/h, según las diferentes actividades discretionales, y tabla 70.4 para el factor medio de la TMB/h, en el caso de un trabajo ligero.

El valor de la TMB =  $15,3 P + 679$  kcal/día =  $994,5 + 679$  kcal/día, y, por tanto, 69,9 kcal/h, aproximando a 70 kcal/h el valor de la TMB.

Para calcular el factor que modifica la TMB se tienen en cuenta:

- Gasto durmiendo (8 h):  $1,0 \times TMB = 560$  kcal.
- Gasto durante el trabajo (8 h):  $1,7 \times TMB = 952$  kcal.
- Gasto en actividades discretionales:
  - Tareas domésticas (1 h):  $1,7 \times TMB = 119$ .
  - Deporte (carrera lenta, 1 h):  $2,8 \times TMB = 196$ .
  - Cuidar niños (2 h):  $2,2 \times TMB = 154$ .
  - Ver televisión (3 h):  $1,2 \times TMB = 252$ .
  - Conducir el automóvil (1 h):  $1,2 \times TMB = 84$ .

El total de requerimientos energéticos diarios sería de 2 317 kcal.

Si se compara el resultado hallado en este ejercicio con los valores medios estimados de requerimientos energéticos para un adulto de 25 años y 65 kg de peso de la tabla 70.9, se notará una discreta diferencia (2 350 kcal, según el valor medio); ello es lógico porque en este caso se ha hecho un cálculo detallado del gasto energético por hora, de las actividades realmente efectuadas en el día por ese individuo. No obstante, debemos tener en cuenta que éste, probablemente, no realiza todos los días actividades similares durante el mismo tiempo. Aunque el cálculo de las necesidades energéticas, de acuerdo con las actividades físicas reales, es más exacto, para fines prácticos resulta adecuado el empleo de las tablas que nos proporcionan las necesidades medias.

## Valor calórico de los nutrientes

La combustión de algunos nutrientes, en presencia de oxígeno, provoca la liberación de energía calórica. La cantidad de calor liberado puede medirse en una bomba calorimétrica; de esta forma, puede determinarse el valor calórico de los diferentes nutrientes, el cual se expresa en calorías (o kilocalorías). Una caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua 1 °C (de 15 °C a 16 °C).

Últimamente se prefiere utilizar las unidades del SMD, el joule o el kilojoule (1 kcal = 4 184 kJ); sin embargo, esta tendencia aún no se ha generalizado totalmente en la práctica médica y por ello en este capítulo se mantiene el uso de la kilocaloría como unidad energética, aunque en la mayoría de los casos se incluye su equivalencia en kilojoule.

El contenido calórico de los 3 nutrientes principales y del etanol, determinados en una bomba calorimétrica, se muestra en la tabla 70.12. Las cifras aproximadas que se emplean en el cálculo del contenido calórico de estos nutrientes, son los valores introducidos por el investigador Atwater, los cuales se conocen, precisamente, como factores Atwater.

Tabla 70.12. Contenido calórico de los 3 nutrientes principales y del etanol\*

	Calor de combustión	kcal/g	Factores Atwater
Glúcidos	4,1		4
Lípidos (grasas)	9,4		9
Proteínas	5,6		4
Etanol	7,1		7

\* Tomado del Reporte del Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, 1985.

Debe aclararse que estos valores constituyen cifras promedio, ya que en una misma clase de nutriente existen marcadas variaciones. Así, el contenido calórico de los glúcidos será distinto, según se trate de monosacáridos, disacáridos o polisacáridos; algo similar sucede con las grasas y las proteínas.

Por otra parte, cuando los glúcidos y las grasas se degradan oxidativamente en el organismo, se convierten en  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ , al igual que procede su combustión oxidativa en una bomba calorimétrica; sin embargo, en el caso de las proteínas no ocurre así, pues su degradación en el organismo rinde como productos finales principales urea y otros compuestos, los cuales mantienen aún una cantidad de energía que no puede ser aprovechable por el organismo y que difiere de la combustión total de estos mismos nutrientes en la bomba calorimétrica, la cual procede hasta  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ; por ello, el valor energético del factor Atwater -en el caso de las proteínas,  $4 \text{ kcal.g}^{-1}$ - tiene en cuenta el valor energético de estas sustancias en el cuerpo humano ( $4,1 \text{ kcal.g}^{-1}$ , eu vez de 5,6, obtenido en la bomba calorimétrica).

Las proporciones de los diferentes nutrientes, con las cuales el hombre satisface sus necesidades energéticas diarias, varían ampliamente, en dependencia de las posibilidades adquisitivas del individuo, de la sociedad en que se desenvuelve y de los hábitos alimentarios que posea; sin embargo, existe un mínimo que debe cubrirse con proteínas, el cual se ha estimado en, al menos, el 10 % de los requerimientos calóricos. Por otro lado, debe existir un aporte mayor de glúcidos que de grasas, ya que una dieta excesiva en grasas puede ser causa de cetosis.

En relación con el valor calórico de los nutrientes es necesario también tener en cuenta al efecto, debido a la acción dinámica específica.

La acción dinámica específica de un nutriente está dada por el incremento de la absorción de oxígeno, posterior a su ingestión; este efecto se considera como una respuesta metabólica a los alimentos y depende de su composición en nutrientes y de su contenido energético.

La causa de esta acción dinámica específica no está aún suficientemente clara, aunque sí se asocia a procesos como la digestión, absorción y acumulación de los nutrientes, y su valor está relacionado con el tejido en el cual se metabolizan. Por todo ello, se acostumbra a tener en cuenta este aspecto a la hora de calcular los requerimientos energéticos totales y por eso suele adicionársele el 10 % por encima del valor estimado.

## Requerimientos moleculares

Los requerimientos nutricionales del ser humano incluyen, además de las necesidades energéticas, el aporte de algunas moléculas imprescindibles para su normal desarrollo, crecimiento y mantenimiento de la salud. Entre los nutrientes se encuentran los glúcidos, los lípidos, las proteínas, las vitaminas y los minerales.

El agua no es propiamente un nutriente, pero a diario se consume en la dieta y constituye un requerimiento. El ser humano necesita ingerir, como promedio, 2,5 L de agua cada día; esta cifra puede elevarse debido a las pérdidas ocasionadas por la actividad física intensa, las altas temperaturas ambientales o por algunas enfermedades: diarreas, vómitos, trastornos renales e intervenciones quirúrgicas, entre otras.

Los minerales, aunque se necesitan en cantidades muy pequeñas, son extraordinariamente importantes para el mantenimiento de la salud.

Los glúcidos y los lípidos son las fuentes principales de energía para el organismo animal. Algunos tipos de lípidos: determinados ácidos grasos poliinsaturados y las vitaminas liposolubles, son esenciales en la dieta, ya que no pueden ser sintetizados por el hombre.

Los glúcidos, aunque no constituyen requerimientos moleculares, son básicos en la dieta y constituyen los nutrientes más abundantes, por lo que su aporte energético es fundamental y su exclusión de la dieta provoca un cuadro de cetosis metabólica. Como se estudiará en los capítulos siguientes, los glúcidos y las grasas ahorran proteínas, las cuales pueden utilizarse con fines anabólicos.

Una gran parte de los aminoácidos contenidos en las proteínas ingeridas es imprescindible para la síntesis de este mismo tipo de macromolécula del propio sujeto, así como de otros compuestos nitrogenados, que son fundamentales para el organismo.

La ingestión de las cantidades requeridas de las diferentes vitaminas es una necesidad para el hombre. El déficit vitamínico provoca enfermedades carenciales y -en determinados casos- su exceso puede conducir a cuadros morbosos, denominados hipervitaminosis. En el capítulo 73 se tratará el estudio particular de las vitaminas en la nutrición humana. En el cuadro 70.1 se resumen los requerimientos moleculares del ser humano.

**Cuadro 70.1. Requerimientos moleculares en el ser humano**

<b>Aminoácidos esenciales</b>	<b>Minerales</b>
Leucina	Calcio
Isoleucina	Cloro
Lisina	Cobre
Metionina	Iodo
Fenilalanina	Hierro
Treonina	Magnesio
Triptófano	Fósforo
Valina	Potasio
Histidina	Sodio
Arginina*	Flúor
Tirosina*	Molibdeno
Glicina*	Selenio
Cisteína*	Cinc
	Manganeso
	Cobalto
<b>Vitaminas</b>	<b>Ácidos grasos esenciales</b>
Ácido ascórbico	Linoleico
Colina**	Linolénico
Ácido fólico	Araquidónico
Niacina***	
Piridoxina	
Riboflavina	
Tiamina	
Vitamina B <sub>12</sub>	
Vitamina A	
Vitamina D****	
Vitamina E	
Vitamina K	
Biotina	
Ácido pantoténico	

\* Aminoácidos parcialmente indispensables, necesarios sobre todo en la etapa del crecimiento.

\*\* Puede obviarse si la dieta es rica en metionina.

\*\*\* Puede sintetizarse a partir del triptófano de la dieta.

\*\*\*\* Puede obviarse si la persona cuenta con suficiente exposición a la luz solar, pues se forma a partir de un derivado del colesterol.

Al final de este tomo aparecen como anexo 2 tablas con la composición de los alimentos de consumo habitual por la población cubana, en la cual se consigna el contenido calórico, proteínico, glucídico y lipídico de éstos.

## Resumen

Junto con los requerimientos energéticos, el ser humano precisa de la ingestión de 6 componentes principales de la dieta: las proteínas, los glúcidos, los lípidos,

las vitaminas, los minerales y el agua. Los 3 primeros proveen energía y son fuentes de carbono y nitrógeno, en tanto que las vitaminas y los minerales no aportan energía, aunque sí se requieren para la actividad de numerosas enzimas y otras funciones biológicas. El agua no constituye un nutriente, pero sí es un requerimiento del ser humano.

Los requerimientos energéticos no son más que las necesidades de energía que el hombre necesita para mantener su salud, garantizar su crecimiento y realizar una actividad física apropiada. La demanda energética basal, tasa de metabolismo basal (TMB), resulta la energía necesaria para el mantenimiento de los procesos vitales, en condiciones de reposo total. La TMB depende de la masa corporal, de la edad del individuo, del clima y del sexo, entre otros factores, pero el peso corporal es el factor fundamental a tener en cuenta para los efectos prácticos.

Las necesidades energéticas dependen de la actividad física del sujeto. La actividad física puede clasificarse en ocupacional y social (actividad de tiempo libre). La ocupacional, a su vez, puede subdividirse de acuerdo con su intensidad en 3 grandes grupos: trabajo ligero, moderado y pesado.

Para estimar las necesidades energéticas totales por día, se multiplicará el valor de la TMB por un factor que incluye, fundamentalmente, el costo energético de la actividad física desarrollada por el individuo.

Existen algunas condiciones que modifican los requerimientos energéticos, como son los períodos de crecimiento, embarazo y lactancia, así como durante el transcurso de alguna enfermedad o en la etapa de su convalecencia, situaciones éstas en las que se precisa de un aporte extra de energía.

El contenido calórico de los 3 nutrientes principales: glúcidos, proteínas y lípidos es de 4,1; 5,6 y 9,4 kcal.g<sup>-1</sup>, determinado en una bomba calorimétrica. Los valores, de acuerdo con los factores Atwater, son, en ese mismo orden, de 4; 4 y 9. Estos valores constituyen cifras promedio, ya que dentro de una misma clase de nutriente existe una amplia variedad de compuestos.

La ingestión de proteínas se ha estimado que debe ser, al menos, la necesaria para suplir el 10 % de los requerimientos calóricos del individuo. Las proteínas de la dieta deben proveer al individuo de los aminoácidos esenciales.

Algunos lípidos constituyen requerimientos del ser humano, como son los ácidos grasos esenciales y las vitaminas liposolubles. Por otra parte, debe existir un aporte mayor de glúcidos que de grasas, pues el exceso de grasa en la dieta puede conducir a una cetosis.

Debe tenerse en cuenta que la ingestión de glúcidos y lípidos ahorra proteínas y éstas pueden utilizarse fundamentalmente con fines anabólicos.

Los minerales, cuya ingesta se requiere como iones inorgánicos en cantidades muy pequeñas, son extraordinariamente importantes en el mantenimiento de la salud.

La ingestión de las cantidades requeridas de las diferentes vitaminas es un requisito imprescindible para el ser humano. Un déficit en su ingestión provoca enfermedades carenciales, mientras que en determinados casos el exceso de algunas de ellas puede provocar una hipervitaminosis.

## Ejercicios

1. Enumere los diferentes componentes de la dieta humana.
2. ¿Qué se entiende por tasa de metabolismo basal (TMB)?
3. Mencione los diferentes factores que modifican la TMB.
4. ¿Qué se entiende por factores Atwater y cuáles son sus valores para los diferentes nutrientes?
5. Mencione los diferentes requerimientos moleculares del ser humano.



6. Determine, con el auxilio de las tablas correspondientes, los valores de la TMB en los casos siguientes:

- a) Un sujeto del sexo masculino, de 22 años y 60 kg de peso.
- b) Una ama de casa, de 45 años y 55 kg de peso.
- c) Un joven del sexo masculino, de 17 años y 60 kg de peso.
- d) Una niña de 6 años y 18 kg de peso.

7. Calcule los requerimientos energéticos diarios de un trabajador agrícola, de 32 años y 65 kg de peso, que trabaja 10 h diarias en el corte de caña, duerme 8 h, y el resto del tiempo lo emplea en actividades discretionales ligeras (jugar dominó, mirar televisión, etc.). Compare sus resultados con los valores medios que, de acuerdo con las características de este individuo, aparecen en la tabla 70.9.
8. Estime los requerimientos energéticos diarios reales de una mujer de 25 años y 55 kg de peso, que se encuentra en su segundo trimestre de embarazo. Ella realiza una actividad física moderada (gastronómica) durante 8 h; dedica 4 h a las tareas domésticas dentro de su casa (fundamentalmente cocinar); dedica 2 h en la noche a la lectura de algún libro o a mirar televisión; camina lentamente 1 h al día (de su casa al trabajo y viceversa) y finalmente duerme 9 h. Compare sus resultados con los referidos en las tablas 70.8 y 70.11.
9. Realice un cálculo de los requerimientos energéticos diarios de una persona del sexo masculino, de 28 años y 70 kg de peso, que trabaja en la construcción 12 h diarias, dedica 1 h al lavado de sus ropas y a la limpieza de su albergue; emplea 3 h en actividades discretionales ligeras (juegos de barajas o dominó, mirar televisión u oír radio) y duerme 8 h.
10. Un joven atleta de 20 años y 55 kg de peso, que estudia en la universidad, lo cual le ocupa un promedio de 10 h diarias entre clases y estudio individual, practica sistemáticamente deportes (fútbol), actividad a la que dedica 3 h diarias de entrenamiento, camina cada día (a velocidad normal) alrededor de 1 h para desplazarse hacia los distintos sitios en los que realiza sus diferentes actividades; descansa 2 h mirando televisión u oyendo música y duerme 8 h; recibe una dieta que le aporta un promedio de 3 300 kcal/día. Realice los cálculos correspondientes, que le permitan evaluar si la energía aportada es o no la adecuada y analice los resultados a esperar, en relación con el peso corporal de este joven (para la asistencia a la escuela y a la actividad de estudio se ha utilizado 1,6 como factor que afecta la TMB).
11. Una mujer de 37 años, de profesión maestra, que pesa 70 kg, desea bajar de peso. Para ello se le ha recomendado que haga 2 h diarias de ejercicios físicos (caminar rápido) y que ingiera una dieta que le aporte sólo el 80 % de sus requerimientos energéticos. Realice los cálculos correspondientes, que permitan estimar el aporte energético de la dieta que cumpla los requisitos recomendados a la interesada.