

71

CAPÍTULO

Proteínas en la dieta humana

Los requerimientos de proteínas del ser humano están dados por la necesidad de la ingestión de los aminoácidos en ellas contenidos. Como fuera ya estudiado en el capítulo 55, un gran número de los aminoácidos constituyentes de las proteínas son esenciales y es por eso que deben aportarse obligatoriamente en los alimentos de la dieta. Además, ellos constituyen la fuente principal del nitrógeno metabólicamente útil del ser humano.

La ingestión de proteínas es importante tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo, es decir, el hombre necesita ingerir, diariamente, cantidades mínimas de proteínas, las cuales deben contener, además, los aminoácidos esenciales, de manera que no resultan de igual valor nutritivo todas las proteínas y está claro que una nutrición óptima requiere de una mezcla de aminoácidos adecuadamente balanceada, que asegure el aporte de los requerimientos de cada uno de los que son esenciales.

Los requerimientos diarios de proteínas se modifican en determinadas condiciones, como son el embarazo, la lactancia y los períodos de crecimiento, entre otras.

Este capítulo tratará la importancia y los requerimientos de las proteínas en la dieta humana, y se abordará el estudio del cálculo de las dosis inocuas de dichos nutrientes en diferentes condiciones, teniendo en cuenta su valor biológico.

Requerimientos proteínicos del ser humano

A pesar de que el organismo humano requiere los aminoácidos para su normal desarrollo y mantenimiento, especialmente los esenciales y no las proteínas, aquéllos se ingieren en la dieta en forma de proteínas, ya que los alimentos contienen muy pocos aminoácidos libres. Los aminoácidos esenciales para el ser humano se relacionan en la tabla 71.1, así como las cantidades que se requieren de cada uno de ellos.

Aunque en la tabla no aparece consignado el requerimiento de la histidina, ello no implica que ésta no constituya un aminoácido esencial. De hecho, está perfectamente establecida su condición como tal, sobre todo durante el crecimiento, e incluso se ha demostrado que su exclusión de la dieta -por un tiempo prolongado- ocasiona trastornos en la síntesis de la hemoglobina y provoca la aparición de eccema en los niños. Sin embargo, no se han establecido los requerimientos diarios de este aminoácido.

En algunos casos los requerimientos de uno de los aminoácidos resultan muy influidos por la disponibilidad de otro de ellos y, por ende, por la composición de la

Tabla 71.1. *Requerimientos de los aminoácidos esenciales para el ser humano*

Aminoácido	Cantidad (mg/kg de peso)
Triptófano	7
Fenilalanina	31
Lisina	23
Treonina	14
Valina	23
Metionina	31
Leucina	31
Isoleucina	20
Histidina	-

mezcla de éstos, contenida en las proteínas de los alimentos ingeridos. Así, los requerimientos de fenilalanina y metionina se reducen marcadamente por el aporte de tirosina y cisteína, respectivamente, ya que aquellos aminoácidos son precursores en la síntesis de estos últimos, y en las cifras de requerimientos se tienen en cuenta las necesidades relativas a esta función de precursores, en ambos casos. Todo ello deja claro las necesidades cuantitativas y cualitativas de proteínas del ser humano. El contenido de aminoácidos esenciales de una proteína determina su valor biológico.

Entre las proteínas más completas, por contener en su composición todos los aminoácidos esenciales en cantidades suficientes para cubrir sus requerimientos, se encuentran la albúmina de la leche y del huevo, la caseína y las proteínas musculares de distintas especies animales. Las proteínas vegetales son inferiores en cuanto a su valor nutricional, tanto por contener proteínas incompletas como porque éstas se hallan en cantidades inferiores. En general, las proteínas de las plantas son pobres en lisina, metionina y triptófano, y son, además, menos digeribles que las proteínas animales.

Es bueno tener presente que las deficiencias de una proteína dada pueden compensarse por su asociación con otra que la complemente. Dos proteínas incompletas pueden formar una mezcla que cubra todos los requerimientos de aminoácidos esenciales, si ellas no carecen de los mismos aminoácidos. Así, es posible la combinación de 2 ó 3 proteínas incompletas, cuya mezcla resulte satisfactoria desde el punto de vista nutricional. No obstante, debe tenerse en cuenta que es necesario que las proteínas que compongan la mezcla estén presentes en la misma comida, de manera que los aminoácidos constituyentes puedan utilizarse de forma simultánea. Se ha comprobado que las ratas dejan de crecer, si se les alimenta cada día con todos los aminoácidos esenciales en cantidades suficientes, pero ingeridos por separado, a intervalos de 3 h.

Factores que influyen en los requerimientos proteínicos

Los requerimientos proteínicos del ser humano dependen de numerosos factores, entre ellos tenemos:

1. La ingestión total de calorías, pues cuando ésta resulta insuficiente las proteínas ingeridas en la dieta se utilizan en mayor grado como fuente de energía y, por ende, éstas no pueden suplir las necesidades proteínicas.
2. La edad del sujeto, ya que en las etapas de crecimiento se precisa de un aporte proteínico suficiente para que éste resulte adecuado; por lo tanto, en el caso de los lactantes, niños y adolescentes debe evaluarse si existe un crecimiento satisfactorio, aunque al hacerlo ha de tenerse en cuenta que -incluso en una población bien alimentada y sana- existe un margen muy amplio de variación de tamaño en los niños, y que la talla de éstos se relaciona con la de sus progenitores.

3. La actividad física puede, en determinadas circunstancias, incrementar las necesidades proteínicas, tal es el caso de atletas en entrenamiento, en los cuales hay un aumento de la masa muscular.
4. El embarazo y la lactancia implican necesidades suplementarias de proteínas.
5. Las tensiones emocionales y todas las situaciones de estrés (angustia, ansiedad, dolor, insomnio, etc.) pueden provocar una variación de hasta el 15 % en los requerimientos proteínicos.
6. El calor, el cual puede elevar las pérdidas de nitrógeno, especialmente en individuos no aclimatados, es otro factor que, posiblemente, incremente las necesidades proteínicas.
7. En determinados estados patológicos también se produce un aumento de las pérdidas nitrogenadas y, por lo tanto, en esas condiciones se elevarán los requerimientos proteínicos.

Determinación de los requerimientos proteínicos y de la dosis inocua

Para estimar las necesidades proteínicas y establecer sus dosis inocuas es preciso tener en cuenta todos los factores que influyen en este sentido. De especial relevancia resultan las necesidades proteínicas durante los períodos de crecimiento.

Dada la importancia que tiene la ingestión de proteínas para el crecimiento normal en niños y adolescentes, el Comité Mixto de Expertos FAO/OMS, en su reunión consultiva, estimó conveniente que se explicitara el potencial de crecimiento infantil y que éste se tuviera en cuenta en las estimaciones de las necesidades proteínicas.

Ante la dificultad de calcular con exactitud las necesidades proteínicas para el crecimiento y la maduración durante los primeros 6 meses de edad, el Comité Mixto de Expertos de la FAO/OMS basó sus estimaciones en datos de ingestas. Así, numerosas observaciones demostraron que los niños amamantados por madres sanas y bien nutridas, o que toman leche materna con biberón, crecen a un ritmo satisfactorio durante este período. Se estableció, por tanto, que durante los primeros 6 meses de vida las necesidades proteínicas quedarán cubiertas, si se satisfacen sus requerimientos energéticos y si el alimento que aporta la energía contiene proteínas en cantidad y calidad similares a la leche materna.

Las necesidades proteínicas de los niños (a partir de los 6 meses de edad) se ha calculado midiendo el balance de nitrógeno con varias dosis de ingestión. Se han determinado las necesidades de mantenimiento en experimentos a corto plazo, con una ingesta constante de energía, a un nivel supuestamente adecuado, y administrando proteínas en dosis diferentes (cada una de estas dosis durante varios días). Estos estudios permitieron calcular las necesidades de mantenimiento-equilibrio de nitrógeno sin crecimiento-, las cuales se calcularon en 100 mg de nitrógeno diarios por kg de peso.

La tasa media de acumulación de nitrógeno durante el crecimiento se puede estimar partiendo de la tasa diaria prevista de aumento de peso y la concentración de nitrógeno en el organismo; sin embargo, hay que tener en cuenta que el crecimiento no siempre se produce con el mismo ritmo; por ello, se acepta que pueden acumularse cantidades diferentes de proteínas por día, como parte del proceso normal del crecimiento.

Dado que es imposible predecir la tasa diaria de crecimiento, es necesario suministrar cada día la cantidad suficiente para satisfacer una demanda suplementaria. Para tener un margen fisiológico de seguridad, se decidió incrementar las necesidades teóricas de crecimiento por un factor de 50 %.

En la tabla 71.2 se presentan los valores de peso para la edad, recomendados por la OMS como valores de referencia para el crecimiento y basados en los resultados del *National Center for Health Statistics* (NCHS) de los EE.UU.

Tabla 71.2. Valores de peso para la edad, según el National Center for Health Statistics (NCHS, 1983), recomendados por la OMS para la evaluación del crecimiento en los niños*

Edad	Niños			Niñas		
	- 2DT	Mediana	+ 2DT	- 2DT	Mediana	+ 2DT
0	2,4	3,3	4,3	2,2	3,2	4,0
0,25	4,1	6,0	7,7	3,9	5,4	7,0
0,75	7,2	9,2	11,3	6,6	8,6	10,5
1,0	8,1	10,2	12,4	7,4	9,5	11,6
1,5	9,1	11,5	13,9	8,5	10,8	13,1
2	9,9	12,6	15,2	9,4	11,9	14,5
3	11,4	14,6	18,3	11,2	14,1	18,0
4	12,9	16,7	20,8	12,6	16,0	20,7
5	14,2	18,7	23,5	13,8	17,7	23,2
6	16,0	20,7	26,6	15,0	19,5	26,2
7	17,6	22,9	30,2	16,3	21,8	30,2
8	19,1	25,3	34,6	17,9	24,8	35,6
9	20,5	28,1	39,9	19,7	28,5	42,1
10	22,1	31,4	46,0	21,9	32,5	49,2

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

Nota: La edad se expresa en años y el peso en kilogramos. Los datos corresponden a la mediana del peso \pm 2 DT para la edad.

En las tablas 71.3 y 71.4 se muestran los valores de peso para la edad en niños cubanos (varones y hembras respectivamente); estos datos -obtenidos a partir del estudio nacional de crecimiento y desarrollo, realizado en nuestro país- nos permiten una evaluación más acertada de este aspecto, en nuestras condiciones; sin embargo, hemos incluido los valores referativos de la OMS, dado que éstos se han tomado como base para el cálculo de las dosis inocuas de proteínas para el crecimiento.

En estas tablas se presentan los datos de las curvas en percentiles. Si buscamos en la tabla para evaluar la situación de un niño de 1 año, con un peso de 8,3 kg, encontramos que a ese valor corresponde un percentil de 10, lo que quiere decir que él tiene un peso mayor que 10 de cada 100 niños de la misma edad, pero menor que los 90 restantes. Este niño, aunque es delgado, se encuentra dentro de los límites normales.

En el caso del peso para la edad, se considerarán normales los niños ubicados entre los percentiles 10 y 90; los que se encuentren por debajo del percentil 10 se considerarán como niños de bajo peso para la edad y los que quedaron ubicados por encima del percentil 90, como peso excesivo para la edad. De cualquier modo, este dato aislado no deberá utilizarse como criterio único para evaluar el estado nutricional del niño; para ello también deberán valorarse los criterios de talla para la edad, que se presentan más adelante.

En la determinación de las dosis inocuas de ingestión de proteínas en los niños se tuvieron en cuenta tanto las necesidades del mantenimiento, como las del crecimiento. Una vez determinadas las necesidades medias en este sentido, se estimó la dosis inocua por la elección de un valor de 2 desviaciones estándar, por encima del valor de la media, de manera que se satisfagan las necesidades de la mayoría (el 97,5 %) de la población.

Al hacer el cálculo de la ingesta proteínica de los niños y adolescentes es imprescindible definir si el crecimiento que se está experimentando es adecuado. El indicador talla para la edad es útil para evaluar el nivel de crecimiento alcanzado (tablas 71.5 y 71.6).

Tabla 71.3. Valores de peso (kg) para la edad de 0,1 a 19 años (sexo masculino)*

Edad	Percentiles						
	3	10	25	50	75	90	97
0,1	3,0	3,4	3,8	4,3	5,1	6,0	6,8
0,3	4,3	5,1	5,7	6,4	7,1	7,9	8,9
0,5	5,7	6,4	7,1	7,7	8,5	9,3	10,4
0,7	6,7	7,3	8,0	8,7	9,5	10,3	11,4
0,9	7,4	8,0	8,7	9,4	10,3	11,1	12,2
1,0	7,7	8,3	9,1	9,8	10,6	11,4	12,5
1,1	7,9	8,6	9,3	10,0	10,8	11,7	12,8
1,3	8,3	9,0	9,7	10,5	11,4	12,3	13,4
1,5	8,7	9,4	10,2	11,0	11,8	12,7	13,8
1,7	9,0	9,7	10,6	11,4	12,3	13,2	14,3
1,9	9,3	10,1	10,9	11,8	12,7	13,7	14,7
2,0	9,4	10,3	11,2	12,1	12,9	13,8	15,0
3,0	10,8	11,8	12,8	13,8	14,9	16,0	17,5
4,0	12,2	13,2	14,3	15,4	16,8	18,2	19,9
5,0	13,6	14,7	15,8	17,0	18,7	20,6	22,6
6,0	15,0	16,1	17,3	18,7	20,7	22,8	25,5
7,0	16,3	17,6	19,0	20,7	22,9	25,5	28,9
8,0	17,8	19,3	20,8	22,7	25,1	28,0	32,4
9,0	19,4	20,9	22,8	24,9	27,7	31,0	36,6
10,0	20,9	22,9	24,9	27,2	30,4	34,4	41,0
11,0	22,5	24,3	27,0	29,7	32,2	38,9	46,0
12,0	24,4	26,8	29,3	32,7	37,0	43,9	51,5
13,0	26,4	29,4	32,0	36,3	42,0	49,3	57,0
14,0	29,0	32,5	36,0	41,3	47,2	54,9	63,0
15,0	32,0	36,2	41,7	47,0	53,6	60,0	67,9
16,0	36,9	41,9	47,0	51,7	58,0	63,7	70,9
17,0	41,4	46,2	50,4	55,0	60,4	66,1	72,4
18,0	44,3	48,4	52,6	56,8	61,0	67,5	73,1
19,0	45,6	49,4	53,3	57,7	62,5	68,0	73,6

* Tomado del Manual de Procedimientos de Diagnóstico y Tratamiento en Pediatría, 1986.

En general, se consideran normales o típicos -desde el punto de vista de su crecimiento- los niños cuyos valores se encuentran entre el percentil 3 y el 97, mientras que son baja talla los que tienen valores inferiores al percentil 3, y talla elevada los que poseen valores superiores al percentil 97; sin embargo, debe señalarse que al valorar el crecimiento de un niño, lo más importante no es una medición aislada, sino el seguimiento sistemático que permita evaluar el comportamiento de su crecimiento.

Para un margen determinado de edad, las necesidades de proteínas por kilogramo de peso corporal se consideran constantes; por ello, las necesidades proteínicas se expresan en gramos de proteínas por kilogramo de peso. La tabla 71.7 contiene las dosis inocuas de proteínas para los lactantes y niños hasta los 10 años.

Las dosis inocuas de proteínas para niños mayores de 10 años y adolescentes, de ambos sexos, se presentan en la tabla 71.8.

Tabla 71.4. Valores de peso (kg) para la edad de 0,1 a 19 años (sexo femenino)*

Edad	Percentiles						
	3	10	25	50	75	90	97
0,1	2,7	3,2	3,7	4,4	5,0	5,7	6,5
0,3	4,2	4,8	5,4	6,1	6,7	7,4	8,4
0,5	5,3	5,9	6,5	7,3	8,1	8,7	9,8
0,7	6,1	6,7	7,4	8,1	8,9	9,7	10,8
0,9	6,7	7,4	8,1	8,8	9,6	10,5	11,6
1,0	7,0	7,7	8,4	9,0	9,9	10,8	11,9
1,1	7,3	8,0	8,7	9,4	10,2	11,1	12,3
1,3	7,8	8,5	9,1	9,9	10,7	11,7	12,8
1,5	8,2	8,9	9,6	10,4	11,2	12,2	13,4
1,7	8,6	9,2	10,0	10,8	11,7	12,7	14,0
1,9	8,9	9,6	10,4	11,2	12,1	13,2	14,6
2,0	9,0	9,7	10,5	11,4	12,3	13,4	14,8
3,0	10,4	11,2	12,2	13,4	14,5	15,8	17,6
4,0	11,7	12,6	13,7	15,1	16,6	18,1	20,2
5,0	12,9	14,1	15,3	16,8	18,6	20,4	23,1
6,0	14,3	15,5	17,0	18,7	20,8	23,2	26,5
7,0	15,6	17,0	18,4	20,2	22,9	25,9	30,0
8,0	17,1	18,4	20,1	22,4	25,3	29,5	34,3
9,0	18,7	20,1	22,2	24,8	28,1	33,7	39,6
10,0	20,4	22,1	24,5	27,3	31,7	37,9	45,0
11,0	22,4	24,8	27,1	30,8	35,7	42,8	51,5
12,0	24,8	27,7	30,3	35,0	40,3	48,3	57,1
13,0	27,7	31,1	34,7	40,0	45,3	53,1	62,0
14,0	31,1	35,0	38,9	44,0	49,6	56,8	65,0
15,0	34,7	38,4	42,1	47,0	52,4	59,0	66,7
16,0	37,0	40,7	44,3	48,9	54,0	60,3	67,3
17,0	38,0	41,5	45,2	49,7	55,1	61,0	67,8
18,0	38,3	41,8	45,4	50,0	55,7	61,5	67,8
19,0	38,3	41,8	45,4	50,0	55,7	61,5	67,8

* Tomado del Manual de Procedimientos de Diagnóstico y Tratamiento en Pediatría, 1986.

Tabla 71.5. Valores de talla (cm) para la edad de 0,1 a 19 años (sexo masculino)*

Edad	Percentiles						
	3	10	25	50	75	90	97
0,1	48,6	50,3	52,0	54,0	56,0	57,7	59,4
0,3	56,0	57,8	59,6	61,6	63,6	65,4	67,2
0,5	61,2	63,0	64,9	67,0	69,1	71,0	72,8
0,7	64,4	66,3	68,3	70,4	72,5	74,5	76,4
0,9	67,1	69,1	71,1	73,3	75,5	77,5	79,5
1,0	68,3	70,5	72,5	74,8	77,1	79,1	81,1
1,1	69,3	71,6	73,6	75,9	78,2	80,2	82,3
1,3	71,9	73,9	76,1	78,4	80,7	82,9	84,1
1,5	73,9	76,0	78,2	80,6	83,0	85,2	87,3
1,7	75,9	78,1	80,3	82,8	85,3	87,5	89,7
1,9	77,7	80,0	82,3	84,8	87,3	89,6	91,9
2,0	78,7	81,0	83,3	85,9	88,5	90,8	93,1
3,0	85,0	87,6	90,1	93,0	95,9	98,4	101,0
4,0	91,8	94,5	97,4	100,5	103,6	106,5	109,2
5,0	97,9	100,7	103,8	107,2	110,6	113,7	116,7
6,0	102,9	106,2	109,5	113,2	116,9	120,3	123,6
7,0	108,0	111,5	115,1	119,1	123,1	126,7	130,2
8,0	113,0	116,7	120,4	124,5	128,6	132,3	136,0
9,0	117,3	121,1	125,0	129,3	133,6	137,5	141,3
10,0	121,6	125,5	129,5	134,0	138,5	142,5	146,4
11,0	125,5	129,7	133,8	138,5	143,2	147,3	151,5
12,0	129,8	134,2	138,8	143,8	148,8	153,4	157,5
13,0	133,2	138,6	144,0	150,0	156,0	161,4	166,8
14,0	139,0	144,4	149,9	156,0	162,1	167,6	173,0
15,0	144,9	150,2	155,6	161,6	167,6	173,0	178,3
16,0	151,1	155,8	160,6	165,9	171,2	176,0	180,7
17,0	154,8	159,0	163,2	168,0	172,8	177,0	181,2
18,0	156,1	160,1	164,2	168,7	173,3	177,3	181,3
19,0	157,0	160,0	164,8	169,2	173,6	177,5	181,4

* Tomado del Manual de Procedimientos de Diagnóstico y Tratamiento en Pediatría, 1986.

Tabla 71.6. Valores de talla (cm) para la edad de 0,1 a 19 años (sexo femenino)*

Edad	Percentiles						
	3	10	25	50	75	90	97
0,1	48,8	50,4	52,0	53,8	55,6	57,2	58,8
0,3	55,4	57,0	58,7	60,6	62,5	64,2	65,8
0,5	60,0	61,8	63,5	65,5	67,5	69,2	71,0
0,7	63,3	65,1	67,0	69,0	71,0	72,9	74,7
0,9	66,1	68,0	69,9	72,0	74,1	76,0	77,9
1,0	67,3	69,2	71,1	73,3	75,5	77,4	79,3
1,1	68,5	70,4	72,4	74,6	76,8	78,8	80,7
1,3	70,8	72,9	74,9	77,2	79,5	81,5	83,6
1,5	72,9	75,0	77,1	79,5	81,9	84,0	86,1
1,7	74,8	77,0	79,2	81,6	84,0	86,2	88,4
1,9	76,4	78,7	80,9	83,4	86,0	88,2	90,4
2,0	77,3	79,5	81,8	84,4	87,0	89,3	91,5
3,0	84,3	89,3	89,3	92,1	94,9	97,5	100,5
4,0	91,5	94,3	97,1	100,2	103,3	106,1	108,9
5,0	97,3	100,4	103,5	106,9	110,3	113,4	116,4
6,0	102,8	106,0	109,3	113,0	116,7	120,0	123,2
7,0	108,1	111,6	115,1	119,0	122,9	126,4	129,9
8,0	112,5	116,2	119,9	124,1	128,3	132,0	135,7
9,0	117,5	121,4	125,3	129,7	134,1	138,0	141,9
10,0	121,7	125,9	130,2	135,0	139,8	144,1	148,3
11,0	126,4	131,0	135,0	140,8	146,0	150,6	155,2
12,0	131,4	136,2	141,1	146,5	151,9	156,8	161,6
13,0	137,3	141,6	146,1	151,0	155,9	160,4	164,7
14,0	142,1	145,9	149,8	154,1	158,4	162,3	166,1
15,0	144,8	148,4	152,0	156,0	160,0	163,6	167,2
16,0**	146,0	149,5	153,1	157,0	160,9	164,5	168,0

Tabla 71.7. Dosis inocua de ingestión de proteínas en los lactantes y niños hasta los 10 años*

Edad (años)	Dosis inocua (g proteínas/kg peso/día)
0,25- 0,5	1,86
0,5 - 0,75	1,65
0,75- 1	1,48
1-1,5	1,26
1,5 - 2	1,17
2 - 3	1,13
3 - 4	1,09
4 - 5	1,06
5 - 6	1,02
6 - 7	1,01
7 - 8	1,01
8 - 9	1,01
9 - 10	0,99

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

* Tomado del Manual de Procedimientos de Diagnóstico y Tratamiento en Pediatría, 1986.

** A partir de esta edad todos los valores coinciden.

Para estimar las necesidades proteínicas de adultos jóvenes, la Reunión Consultiva de Expertos de la OMS examinó los datos obtenidos en estudios sobre el balance de nitrógeno a corto y a largo plazos. En dichos estudios se administraron proteínas en varias dosis superiores e inferiores, en una cantidad que previsiblemente produciría el equilibrio nitrogenado (balance igual a cero). Del conjunto de datos obtenidos se llegó a las conclusiones siguientes:

1. No está justificado distinguir entre los adultos de uno y otro sexos, al establecer la dosis inocua de proteínas.
2. Las necesidades medias de proteínas de buena calidad, estimadas a partir de estudios de balance nitrogenado a corto y a largo plazos, fueron de 0,605 g/kg/día en adultos jóvenes.
3. Dado que no existen suficientes datos experimentales, relacionados con los requerimientos proteínicos en adultos mayores de 60 años, e incluso los contados resultados que se tienen no son todos concordantes, se entiende que no se cuenta con elementos definitivos que diferencien las necesidades proteínicas del anciano de las de los adultos jóvenes.

4. Se consideró que un valor del 25 % (2 DE), por encima de las necesidades fisiológicas medias, cubriría los requerimientos del 97,5 % de la población adulta y que, por ende, podía aplicarse como la dosis inocua.
5. La dosis inocua de proteínas de buena calidad (completas) y muy digeribles se estableció en 0,75 g/kg/día para los adultos de uno y otro sexos (en las tablas 71.9 y 71.10 se presentan las dosis inocuas de proteínas para los adultos).
6. Durante el embarazo y la lactancia se deben aportar cantidades suplementarias de proteínas, según se indica en la tabla 71.11.

Dado que las dosis inocuas se estimaron a partir de proteínas de alta calidad y muy digeribles, al utilizar otro tipo de proteínas se deberán hacer ajustes. La dosis se puede ajustar multiplicándola por 100 y dividiéndola por el cómputo (valor biológico) de la proteína del alimento, que se quiere emplear. Seguidamente se explicará la forma de estimar el valor biológico de las proteínas.

Valor biológico de las proteínas

Se denomina valor biológico de una proteína al grado de eficiencia de ésta para satisfacer las necesidades del organismo.

Existen varios métodos para determinar el valor biológico de las proteínas, entre ellos:

1. Por la velocidad de crecimiento de ratas jóvenes que ingieren cantidades diferentes de diversas proteínas.
2. Por el establecimiento de la cantidad de una determinada proteína, que permite un balance de nitrógeno normal de adultos jóvenes de distintas especies.
3. Por la influencia de una cantidad dada de determinada proteína en los niveles séricos de los aminoácidos esenciales.
4. Por la comparación de las distintas proteínas con una proteína modelo (proteína completa), que se utiliza como patrón o referencia.

Determinación del valor biológico de una proteína, basado en el balance nitrogenado

Analizaremos el procedimiento que suele emplearse para estimar el valor biológico de las proteínas, utilizando como criterio de evaluación su capacidad para mantener un balance nitrogenado normal en adultos jóvenes y sanos.

Como se sabe, un adulto normal mantiene un equilibrio entre los procesos anabólicos y catabólicos, de manera que se puede asumir que el nitrógeno ingerido en la dieta es casi igual al excretado por la orina y las heces.

Las proteínas incompletas favorecen la instalación de un balance nitrogenado negativo, es decir, que las pérdidas por la orina y las heces superan las cantidades ingeridas; ello se debe a que al no disponerse de todos los aminoácidos esenciales, los procesos de biosíntesis de proteínas se inhiben e, incluso, los aminoácidos presentes se degradan al estar limitada su utilización, lo que implica que se incremente la formación de la urea, de modo que la capacidad de una proteína de la dieta para disminuir las pérdidas nitrogenadas puede servir como indicador de su eficiencia o valor biológico.

El valor biológico (VB) está dado, entonces, por el tanto por ciento de nitrógeno retenido (NR) del total del nitrógeno absorbido (NA):

$$VB = \frac{NR}{NA} \times 100$$

Tabla 71.8. Dosis inocua de proteínas en los adolescentes (de 10 a 18 años)*

Edad (años)	Dosis inocua (g proteínas/kg peso/día)
Muchachas	
10-11	1,00
11-12	0,98
12-13	0,96
13-14	0,94
14-15	0,90
15-16	0,87
16-17	0,83
17-18	0,80
Muchachos	
10-11	0,99
11-12	0,98
12-13	1,00
13-14	0,97
14-15	0,96
15-16	0,92
16-17	0,90
17-18	0,86

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

Tabla 71.9. Dosis inocua de proteínas para adultos (mayores de 18 años) del sexo masculino, de acuerdo con el peso*

Peso (kg)	Dosis inocua (g/día)
50	37,5
55	41,0
60	45,0
65	49,0
70	52,5
75	56,0
80	60,0

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

Tabla 71.10. Dosis inocua de proteínas para adultos (mayores de 18 años) del sexo femenino, según el peso*

Peso (kg)	Dosis inocua (g/día)
40	30,0
45	34,0
50	37,5
55	41,0
60	45,0
65	49,0
70	52,5
75	56,0

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

Tabla 71.11. Necesidades suplementarias media de proteínas durante el embarazo y la lactancia*

	Proteínas (g/día)
Embarazo	6
Lactancia:	
Primeros 6 meses	17,5
Después de 6 meses	13,0

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

Tabla 71.12. Composición de la proteína FAO*

Aminoácido	Cantidad (mg/g)
Isoleucina	40
Leucina	70
Lisina	55
Metionina-cisteína	35
Fenilalanina-tirosina	60
Treonina	40
Triptófano	10
Valina	50

* Tomado de: Texto de Bioquímica. Tomo III, 1983.

El nitrógeno absorbido se calcula por la diferencia entre el nitrógeno ingerido (NI) y el nitrógeno en heces de origen alimentario (NHA):

$$NA = NI - NHA$$

El nitrógeno retenido se estima por la diferencia entre el nitrógeno absorbido y el nitrógeno urinario de origen alimentario (NUA), es decir:

$$NR = NA - NUA$$

Existen procedimientos de laboratorio que permiten determinar tanto el nitrógeno urinario, como el de las heces de origen alimentario.

Método del cómputo o score

Este método consiste en la comparación de la proteína, a la cual se le quiere determinar su valor biológico, con una proteína de referencia adoptada como patrón por un Comité de Expertos de la FAO. Esta proteína se ha preparado teniendo en cuenta los requerimientos de los diferentes aminoácidos en seres humanos; su composición se indica en la tabla 71.12.

Al evaluar una proteína determinada por este método, se compara su composición aminoacídica con la de la proteína patrón. En primer lugar, se analiza si cada uno de los aminoácidos esenciales en la proteína investigada se encuentra en cantidad igual o superior a la indicada en la proteína de referencia. De ser así, se considera a la proteína como completa y se le confiere un cómputo o score del 100 %.

Si la proteína que se valora no cumple esa condición, se procederá a identificar a todos los aminoácidos esenciales, cuya cantidad sea inferior a los valores referidos en la proteína patrón; estos aminoácidos se conocen como limitantes. Para cada aminoácido limitante se procede a dividir la cantidad en la cual se encuentra éste en la proteína investigada, entre la cantidad establecida para ese mismo aminoácido en la proteína de referencia. El cociente menor así obtenido (primer limitante), multiplicado por 100, será el cómputo o score de dicha proteína.

A manera de ejemplo veamos la comparación de 2 proteínas con composición aminoacídica distinta utilizando el método del cómputo o score (tabla 71.13).

Tabla 71.13. Comparación de 2 proteínas distintas mediante el método del cómputo o score*

	Albúmina del huevo	Gluteína del trigo
Isoleucina	54	41,7
Leucina	86	68,1
Lisina	70	17,1
Metionina-cisteína	57	35,6
Fenilalanina-tirosina	93	79,4
Treonina	47	24,1
Triptófano	17	9,6
Valina	66	42,2

Se puede apreciar cómo todos los aminoácidos esenciales se encuentran en la albúmina del huevo, en cantidades superiores a los de la proteína patrón; por lo tanto, es una proteína completa y su cómputo o score es de 100. En el caso de la gluteína se

distinguen 3 aminoácidos contenidos en una cantidad inferior a los requerimientos; para ellos calculamos los cocientes respectivos:

$$\text{Lisina} = \frac{17,1}{55} = 0,31 \quad \text{Treonina} = \frac{24,1}{40} = 0,60 \quad \text{Valina} = \frac{42,2}{50} = 0,84$$

La lisina será el primer limitante por presentar el menor cociente, y el cómputo o score de la glutéina será, por tanto, de 31 (0,31 x 100).

Acción suplementaria de las proteínas

Con frecuencia se observa que la ingestión de una mezcla de 2 o más proteínas, suministradas simultáneamente, presenta un valor biológico superior al que debía esperarse de una adición sencilla de los valores individuales de cada una, de acuerdo con la proporción en que se encuentran en dicha mezcla, pues de esta forma se compensan los limitantes y, por lo tanto, se eleva el valor biológico del producto obtenido; a este efecto se le conoce como **acción suplementaria de las proteínas**. Es conveniente tener presente que por las razones anteriormente expuestas en este capítulo, es un requisito aportar de manera simultánea todos los ingredientes de la mezcla, para que se manifieste la acción suplementaria.

Digestibilidad de las proteínas

La digestibilidad constituye una característica importante de los nutrientes y en particular de las proteínas; obviamente influye en el valor nutritivo, ya que de 2 proteínas similares -en cuanto a su composición aminoácídica- resultaría más eficiente aquella que muestre una mayor digestibilidad.

La digestibilidad se expresa por la fracción porcentual del nitrógeno que se absorbe y se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Digestibilidad} = \frac{\text{NA}}{\text{NI}} \times 100$$

donde NA significa nitrógeno absorbido y NI, nitrógeno ingerido.

Es posible calcular la digestibilidad verdadera o la aparente. Para estimar la verdadera se ha de tener en cuenta el nitrógeno endógeno, es decir, el que resulta de la descamación u otras causas endógenas, no relacionadas con la dieta; este valor debe ser sustraído del valor hallado del nitrógeno en las heces; por tanto, para calcular la digestibilidad verdadera sería necesario determinar previamente el nitrógeno endógeno en las heces.

Cuando no se dispone del dato del valor del nitrógeno endógeno en las heces, se considera que todo el nitrógeno fecal proviene de la dieta y entonces se calcula la digestibilidad aparente; obviamente, el valor de la digestibilidad aparente será menor que el de la verdadera.

Utilización neta de las proteínas

Con vistas a estudiar la calidad de proteínas distintas, provenientes de diversas fuentes, se emplea el indicador conocido como utilización neta de proteína (UNP), el cual se denomina porcentaje del nitrógeno ingerido que queda retenido y que puede

utilizarse por el organismo para el crecimiento, reposición y conservación. Dicho indicador se calcula de la manera siguiente:

$$\text{UNP} = \frac{\text{NR}}{\text{NI}} \times 100$$

donde NR significa nitrógeno retenido y NI, nitrógeno ingerido.

Este indicador también puede obtenerse a partir del valor biológico y de la digestibilidad de las proteínas, como puede inferirse de sus expresiones:

$$[\text{VB}] \times [\text{D}] = \frac{\text{NR}}{\text{NA}} \times 100 \times \frac{\text{NA}}{\text{NI}} \times 100 = \frac{\text{NR}}{\text{NI}} \times 100 = \text{UNP} \times 100$$

La UNP depende de la composición aminoacídica de la proteína, de su digestibilidad y de otros aspectos nutritivos de la dieta, y es influida, además, por la edad, el sexo, el estado fisiológico y las características genéticas del organismo al que se le administra la proteína.

Problemas de la malnutrición

Los desbalances nutricionales, por defecto y por exceso, condicionan trastornos graves en los individuos. En los capítulos 73 y 74 se estudiarán los estados carenciales provocados por el déficit de algunas vitaminas y minerales, respectivamente. La obesidad se trató en el capítulo 67, dedicado al tejido adiposo. En éste nos detendremos en la desnutrición proteica y en la proteico-calórica.

No se conoce una enfermedad humana atribuible a la deficiencia de un determinado aminoácido; sin embargo, en ratas investigadas se han observado, además de la detención del crecimiento, algunas alteraciones relacionadas con aminoácidos específicos, las cuales se detallan en el cuadro 71.1.

Cuadro 71.1. Alteraciones relacionadas con la deficiencia de aminoácidos

Aminoácido deficiente	Afectación observada en ratas jóvenes
Cisteína	Necrosis hepática aguda
Histidina	Catarata
Isoleucina	Anemia e hipoproteinemia
Leucina	Hipoproteinemia
Lisina	Anemia y muerte súbita
Metionina	Anemia, hipoproteinemia, alopecia, hemorragia renal, hígado graso y cirrosis
Treonina	Edema
Triptófano	Catarata, trastornos de la dentición, alopecia e hiperplasia gástrica

Las ratas a las que se les suministra dietas deficitarias en aminoácidos desarrollan un síndrome que se caracteriza por la disminución del glucógeno hepático, el incremento de los lípidos en el hígado y la atrofia del páncreas, de las glándulas salivales, del bazo y del estómago; este cuadro clínico es similar al encontrado en el kwashiorkor humano.

Kwashiorkor

El kwashiorkor es una enfermedad nutricional, caracterizada por un retardo marcado del crecimiento, anemia, hipoproteinemia (frecuentemente acompañada de edemas) e

infiltración grasa del hígado, seguida de fibrosis. A menudo se observa atrofia del tejido acinar del páncreas, diarreas fermentativas (causadas por la afectación de la mucosa intestinal) y esteatorrea.

La pérdida de las secreciones pancreáticas impide la utilización de las escasas cantidades de proteínas de la dieta, lo cual agrava el déficit proteínico. El daño renal presente incrementa la eliminación de los aminoácidos por la orina. Esta enfermedad se suele acompañar de la despigmentación del pelo. Puede existir una deficiencia de la vitamina A, que conduce a la ceguera.

El kwashiorkor se presenta en los niños que ingieren casi exclusivamente glúcidos, alimentos que contienen almidón y muy poca proteína, la cual es, además, de baja calidad, como en la bananina, las tortas de maíz y de yuca, etc.

Los síntomas responden adecuadamente a la terapéutica de una dieta rica en proteínas de alta calidad. Estos niños son susceptibles de padecer infecciones y pueden morir como consecuencia de ellas. El kwashiorkor se considera como el problema nutricional principal del mundo, particularmente de los países del Tercer Mundo.

Marasmo nutricional

Esta enfermedad es ocasionada por una alimentación pobre en proteínas y contenido energético, en la que predomina la deficiencia calórica. Aunque puede presentarse a cualquier edad, es más frecuente que aparezca durante el primer año de vida, como consecuencia de una lactancia prolongada, sin la suplementación de otros alimentos.

Se observa una acentuada pérdida de peso y disminución notable de los tejidos subcutáneo, muscular y pániculo adiposo, comprobables por la simple inspección o palpación: los glúteos están extremadamente reducidos y los omóplatos, salientes; el pecho es pequeño y el abdomen se encuentra distendido; en los brazos y las piernas los huesos se hacen visibles y aparecen cubiertos por una delgada capa de piel arrugada; la fascie adquiere la apariencia de viejo, fascie senil; se observan, además, trastornos psicomotores.

El tratamiento de estos niños consiste básicamente en una dieta que les garantice el aporte de los requerimientos calóricos y proteínicos, además de corregir o atenuar las complicaciones que puedan coexistir con la enfermedad nutricional.

Resumen

El ser humano requiere para su normal desarrollo y mantenimiento de los aminoácidos esenciales; éstos se ingieren en la dieta, fundamentalmente en forma de proteínas, ya que los alimentos contienen muy pocos aminoácidos libres.

Los requerimientos proteínicos del ser humano son cuantitativos y cualitativos, pues no sólo precisa ingerir ciertas cantidades mínimas al día de este nutriente, sino que la composición aminoacídica de las proteínas ingeridas deberá incluir a la totalidad de los aminoácidos esenciales.

Las deficiencias de una proteína dada pueden compensarse por su asociación con otra que contenga los aminoácidos deficitarios de aquélla. Para que se manifieste este efecto suplementario de las proteínas, se requiere de su ingestión simultánea.

Los requerimientos proteínicos dependen de varios factores, como son: la ingesta calórica total, los períodos de crecimiento, el embarazo y la lactancia, entre otros.

Para garantizar el aporte de proteínas que se requiere en las distintas edades se han estimado las necesidades de dichos nutrientes, relacionadas con el crecimiento y el mantenimiento. La dosis inocua se estimó por la elección de un valor de 2

desviaciones estándar por encima de la media, de manera que cubra las necesidades de la mayoría de la población.

Al realizar el cálculo de ingestión proteínica en niños y adolescentes se debe valorar el crecimiento de la persona en cuestión. Para evaluar el nivel de crecimiento alcanzado por un sujeto es útil el indicador talla para la edad. Se consideran normales los sujetos que presenten un valor de dicho indicador entre los percentiles 3 y 97. Para un mismo intervalo de edad, las necesidades de proteínas por kilogramo de peso corporal se consideran constantes.

La edad y el sexo no son factores importantes para la estimación de las dosis inocuas de proteínas en adultos. La dosis inocua de proteínas de alta calidad (completas y muy digeribles) se estableció en 0,75 g/kg/día para los adultos de uno y otro sexos. Al utilizar una proteína incompleta en la dieta deberán hacerse ajustes para el cálculo de la dosis inocua.

Durante el embarazo y la lactancia se deben aportar cantidades suplementarias de proteínas, en dependencia de la etapa.

Al grado de eficiencia de una proteína para satisfacer las necesidades del organismo se le denomina valor biológico. Existen varios métodos que permiten establecer el valor biológico de una proteína. Un método muy empleado es el que se basa en el balance nitrogenado. El tanto por ciento de nitrógeno retenido del total absorbido es el valor biológico calculado por este método para una proteína dada.

El método del cómputo o score consiste en la comparación de la proteína que se investiga con una proteína de referencia (proteína FAO). Si la proteína investigada contiene todos los aminoácidos esenciales, en cantidades suficientes, se le asigna un score de 100 y se dice que es completa. A los aminoácidos esenciales que se encuentran en una proteína incompleta, en cantidades inferiores a la de la patrón, se les conoce como limitantes. El cociente menor, obtenido al dividir la cantidad de cada aminoácido limitante en la proteína investigada, entre la cantidad del mismo aminoácido en la proteína patrón y multiplicado por 100, es el cómputo o score calculado.

La digestibilidad constituye una característica importante de las proteínas e influye en su valor nutritivo; se expresa por la fracción porcentual de nitrógeno absorbido, a partir del ingerido.

La utilización neta de la proteína (UNP) es el porcentaje de nitrógeno ingerido que queda retenido. Este indicador puede obtenerse a partir del valor biológico (calculado a partir del balance nitrogenado) y de la digestibilidad de la proteína. La UNP depende de la calidad de la proteína, de su digestibilidad, pero también depende del sujeto que la ingiera.

El kwashiorkor se considera la enfermedad nutricional más importante del Tercer Mundo; es causada por un déficit proteico. Las manifestaciones más relevantes son retardo del crecimiento, edema, anemia, hipoproteïnemia, diarreas y despigmentación de la piel. Los pacientes responden satisfactoriamente a las dietas ricas en proteínas de alta calidad.

El marasmo nutricional se produce por déficit proteico-calórico, pero con predominio de este último. No suele presentarse edema. Hay atrofia del tejido muscular, del subcutáneo y del panículo adiposo. Los huesos se marcan y apenas los cubre una fina y arrugada capa de piel. El tratamiento debe garantizar el aporte proteico y calórico necesarios.

Ejercicios

1. Explique por qué las necesidades proteínicas en el ser humano incluyen requerimientos cuantitativos y cualitativos.

2. Enumere los factores que influyen en los requerimientos proteínicos del ser humano.
3. ¿Qué se entiende por dosis inocua de proteína y cómo ha sido estimada?
4. En relación con una niña de 2 años, que pesa 9,0 kg, diga:
 - a) ¿En qué percentil se ubica?
 - b) Si se considera normopeso, bajo peso o peso en exceso.
 - c) Calcule la dosis inocua de proteínas para esa niña.
5. Para evaluar el crecimiento de un niño pequeño, se le realizaron mediciones periódicas y se obtuvieron los resultados siguientes:
 - A los 6 meses medía 59,0 cm.
 - Al año medía 67,2 cm.
 - A los 2 años medía 78,8 cm.
 - a) Analice el desarrollo de este niño y diga si el crecimiento es o no adecuado.
6. Calcule las dosis inocuas de proteínas para los casos siguientes:
 - a) Lactante de 6 meses que pesa 6,4 kg.
 - b) Niño de 10 años que pesa 27 kg.
 - c) Mujer de 25 años, que pesa 55 kg y está lactando a un bebé de 2 meses.
7. ¿Qué se entiende por valor biológico de una proteína?
8. Calcule el valor biológico (por el método del cómputo o *score*) de una proteína hipotética P, que tiene la composición aminoacídica que aparece en la relación (asuma que los aminoácidos que no se detallan se encuentran en cantidades iguales o mayores que en la proteína FAO):
 - Treonina: 50,0.
 - Triptófano: 10,0.
 - Lisina: 20,0.
 - Metionina-cisteína: 58,0.
 - Fenilalanina-tirosina: 60,0.
 - Leucina: 87,0.
 - Isoleucina: 30,0.
9. Explique el efecto de la acción suplementaria de las proteínas.
10. Compare las enfermedades nutricionales de kwashiorkor y marasmo, en relación con: causas, manifestaciones clínicas, complicaciones y tratamiento básico.