

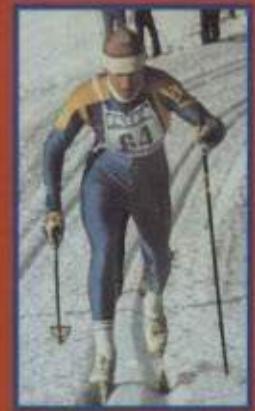
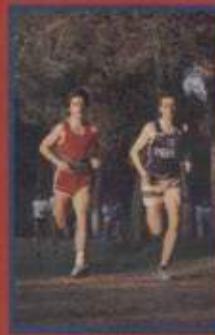


HISPANO EUROPEA

GUIA NUTRICIONAL DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA

Denis Riché

GUÍA NUTRICIONAL DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA



HISPANO EUROPEA



GUÍA NUTRICIONAL DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA

El propósito del trabajo de Denis Riché es informar con claridad y rigor cómo tienen que alimentarse los que practican las actividades o deportes de resistencia, ya se trate de un simple practicante o de un deportista de élite.

Es un libro interesante para quienes practican:

- Carreras a pie (fondo, maratón y media maratón).
- Ciclismo (ruta, montaña, o bicicleta estática).
- Triatlón (correr, nadar y pedalear).
- Montañismo (excursionismo y senderismo).
- Esquí (fondo y montaña).
- Fitness (aeróbic y estep, con todas sus combinaciones).
- Otras actividades físicas y deportes de larga duración y poca intensidad.

Se trata de una obra que ha sido redactada como un trabajo monográfico de la dietética y la nutrición que recoge:

- Los últimos descubrimientos de la nutrición aplicados a los deportes y en especial a los de resistencia.
- Las aplicaciones concretas de la nutrición, adaptadas a las necesidades particulares de cada uno.

- Los efectos de los nutrientes, las vitaminas, las fibras y los ergógenos, como la cafeína o el ginseng.
- La confección de las raciones habituales antes de las pruebas, la alimentación durante el esfuerzo y la ración de recuperación.
- Consejos prácticos para evitar los trastornos digestivos en las actividades y los deportes de resistencia.

Aunque por sus aportaciones es interesante para los médicos y entrenadores, por la sencillez de su lenguaje, está especialmente dirigida a quienes no tienen ningún conocimiento teórico sobre la nutrición.

El atleta, el deportista o el practicante de cualquiera de las actividades de resistencia encontrará en este libro las orientaciones precisas para hacer su propia guía nutricional.

OTRAS OBRAS DE LA COLECCIÓN

- **Alimentación y práctica deportiva.** A. Garnier y B. Waysfeld.
- **La correcta nutrición del deportista.** M. Hamm.
- **Alimentación y nutrición del deportista.** C. Craplet y otros.
- **Deporte y alimentación.** A. F. Creff y L. Bérard.
- **Tu salud por la dietética y la alimentación sana.** Dr. A. Passebecq.

GUIA NUTRICIONAL DE LOS DEPORTES DE RESISTENCIA

Denis Riché



EDITORIAL HISPANO EUROPEA S. A.

Índice

Revisión técnica: Dr. Jordi Riera i Riera.

Título de la edición original: *Guide nutritionnel des sports d'endurance*.

© de la traducción: Conrad Niell i Sureda.

Es propiedad, 1997
© Éditions Vigot.
París (Francia).

© de la edición en castellano 1997: Editorial Hispano Europea, S.A.
Barcelona (España).

Autoedición y fotomecánica realizada en TGSP,
S. A. Esplugues de Llobregat (Barcelona).

Prólogo	11
Introducción	13
1. Proceso energético	15
Las necesidades en reposo	15
El deporte hace quemar calorías	20
— Carrera a pie	20
— Ciclismo	24
— Natación	24
— Esquí de fondo	25
— Los aspectos secundarios	25
2. Peso de forma	27
3. Presentación de los nutrientes	35
Los lípidos (o grasas)	36
— ¿Qué son los ácidos grasos esenciales?	38
— En la práctica cabe adoptar diez medidas sencillas	42
— ¿Es preciso aportar lípidos al esfuerzo?	47
Los glucidos	49
— Quemar la «super»	56
— Curiosidades, una idea de partida equivocada	59
— Para el esfuerzo, azúcares simples	62
— ¿Y después?	63
Los prótidos	65
— Proteínas omnipresentes y omnipotentes	66

El alcohol	77
— ¿Cómo evaluar la cantidad de alcohol ingerido?	78
— Alcohol y deporte	79
El agua	81
— Durante el esfuerzo se pierde mucha más agua	84
— ¿Cómo se desarrolla este efecto?	84
— ¿De dónde proviene el sudor?	86
— La deshidratación	87
— Duro límite	88
— La hiponatremia	92
— La buena estrategia	93
Los minerales	93
— Las reservas minerales	94
— El sodio (Na)	95
— El potasio (K)	97
— El fósforo (P)	99
El magnesio	100
— Un elemento esencialmente celular	100
— El adjunto de las enzimas	101
— Las carencias en el medio deportivo	102
— «¡Estoy agotado, como demasiado poco!»	103
— Nada está perdido	105
— ¿Cuándo es preciso suplementar?	107
El calcio	108
— Las fuentes de calcio	110
— Facilitación e inhibición	112
— Calcio sin lípidos	114
El hierro	116
— El papel del hierro	116
— Los grupos de riesgo	120
— El hierro en la ración	121
— ¿Es preciso suplementar el hierro?	127
Los oligoelementos	128
— El cinc (Zn)	130
— Unas fuentes bien limitadas	132
— El cromo (Cr)	135
— El cobre (Cu)	137
— El selenio (Se)	139

— El manganeso (Mn)	139
Los radicales libres y los antioxidantes	141
— Cuando existe una «deuda» de oxígeno	141
— Unos agentes muy especiales	141
— Existen los antioxidantes	143
¿Son necesarias más vitaminas?	145
— La cobertura de las necesidades	146
— Las vitaminas y el nivel de rendimiento	147
— Vitaminas vitales	149
— La tiamina (B ₁)	152
— La riboflavina (B ₂)	152
— La niacina (B ₃ o PP)	155
— La piridoxina (B ₆)	155
— La cianocobalamina (B ₁₂)	156
— La biotina (B ₈ o H), el ácido fólico (B ₉) y el ácido panto-ténico	157
— La vitamina C	157
— Las vitaminas liposolubles (A, D, E, K)	158
¿Qué indicaciones?	159
4. Las fibras	161
— Se ingieren fibras en cantidad suficiente?	164
5. Los ergógenos	169
La cafeína	169
— Un efecto ergógeno discutido	172
— ¿Entonces, qué es lo que hay que hacer?	173
La carnitina	173
— Presente en el organismo	173
La coenzima Q10 (Co Q10)	175
Ginseng y eleuterrococo	175
Diversos	176
6. Concebir una ración equilibrada	177
El modelo vegetariano	178
Estructurar las comidas	182

Organización de las comidas	183
7. El equilibrio ácido-base	185
El papel de los alimentos	186
8. Peso de forma, sueños y realidades	193
Los alimentos de bajo contenido en azúcar: un bluff	193
— ¿Son útiles para los deportistas?	193
Los regímenes engañosos	194
La sauna, los diuréticos y el afán de adelgazar	196
El ayuno	196
— Entonces ¿qué es lo que hay que hacer?	197
— ¿Cuáles son los alimentos a los que se debe dar preferencia?	202
9. Deportes de resistencia y trastornos digestivos	205
Durante el ejercicio la sangre se redistribuye	205
— Primera causa: La deshidratación	205
— Segunda causa: La ingestión de bebidas hipertónicas	206
— Tercera causa: La ingestión de alimentos ricos en fibras la víspera y el día de la prueba	207
— Cuarta causa: El consumo de lípidos durante la comida que precede a la competición	207
— Quinta causa: Abusar de la cafeína, de la vitamina C, o de cualquier otro ergógeno poco antes de la salida	208
— Sexta causa: La toma de antiinflamatorios antes de iniciar la prueba	209
— Séptima y última causa: La ingestión excesivamente tardía de la última comida	209
10. Antes de una prueba	211
— Unas reservas de «super» siempre importantes	211
— ¿Cómo conseguirlo?	212
— El régimen disociado escandinavo y sus variantes	213
El agotamiento del glucógeno	213
La fase hipoglucídica	214
La fase hiperglucídica	214
— ¿Qué alimentos han de ingerirse?	215

— ¿Es prescrito recurrir siempre a este régimen?	218
— La última comida y la ración de espera	219
— Una masa muscular intacta	221
— Regeneración	221
11. La alimentación durante el esfuerzo	223
Los objetivos del reavituallamiento	223
Prevenir la hipoglucemia	224
¿Y los sólidos?	226
12. La ración de recuperación	229
La elección de los líquidos	231
¿Se impone la restricción proteica?	232
¿Cómo debe ser la composición de la primera comida después de la carrera?	235
Bibliografía	239
Índice alfabético	247
Anotaciones personales	253

Prólogo

Los conocimientos en el ámbito de la nutrición aplicada a los deportes, y especialmente a los de resistencia, han evolucionado considerablemente en el curso de este último decenio. Paralelamente, hemos asistido a la aparición de un entusiasmo sin precedentes hacia estas disciplinas y la oleada, que no ha remitido, ha llevado a un público, cuyo número crece sin cesar, a establecer contacto con quienes las practican, los entrenadores e incluso las revistas especializadas para conseguir de ellos las respuestas a las mil preguntas que se plantean en su práctica diaria. Movido por su entusiasmo y la búsqueda de lo absoluto, el hombre se vuelve cándido y sencillo y lo mismo da que se trate de un médico o de un ingeniero, descubre de nuevo en sí mismo una credulidad que ya creía olvidada de su paso lejano por los bancos de la escuela primaria. Ya no es capaz de separar el trigo de la cizaña y se pierde entre un cúmulo de discursos contradictorios y a menudo de carácter perentorio. ¿Cómo se puede responder de verdad a esta inquietud?

Durante las múltiples manifestaciones deportivas a las que he asistido después de la publicación de mi primer libro y tras contactos ocasionales con corredores y otros involucrados sobre el mismo terreno o bien de acuerdo con conversaciones indiscretamente oídas, he podido deducir que muchos de los aspectos de la dietética, desde los más simples a los más complejos, plantean problemas en el momento de su aplicación práctica. Buen número de libros destinados a satisfacer esta demanda fracasan en su empeño, ya sea debido a que pecan de imprecisos o torpes como consecuencia de un excesivo afán de simplicidad o bien, por el contrario, y éste ha sido nuestro caso, como resultado de mostrar una mayor inclinación hacia la monografía que hacia la obra de «divulgación», término este que suscita cierto rechazo entre numerosos científicos, pero que en realidad traduce una tendencia altamente escrupulosa y humilde en su planteamiento.

Por ello, cuando se escribe, resulta conveniente definir de forma clara los lectores a los que uno se dirige. Orientado en otros mo-

mentos hacia el ámbito médico y también hacia quienes ya disponen de unos conocimientos teóricos, queremos hoy ayudar a aquel para el cual todo cuanto se refiere a la nutrición tiene carácter difuso. A tal fin nos hemos hecho la siguiente pregunta: «¿Y qué es lo que podría decir si mi lector lo desconoce todo sobre esta cuestión?» El planteamiento conciso y claro de François Peronnet nos ha inspirado considerablemente. Con él, la divulgación ha adquirido sus títulos de nobleza. Nosotros, por nuestra parte, vamos a hacer un intento para explicar lo más claramente posible esta especialidad difícil y exigente. Buena lectura...

Introducción

Con frecuencia se compara el funcionamiento de nuestro organismo con el de un motor de automóvil. En ambos casos la puesta en movimiento exige la utilización de un carburante y se traduce en la formación de residuos. En el caso del vehículo, estos residuos se presentan bajo forma de gases originados por la combustión y de calor, cuya existencia se puede comprobar poniendo la mano sobre el capó. En nuestro cuerpo, los residuos, de naturaleza variable, son transportados por la sangre y eliminados a través de la orina, el aire espirado de los pulmones y el sudor, o bien transformados por el hígado. Por lo que se refiere al calor, debe señalarse que constituye las 3/4 partes de la energía liberada. El sudor eliminado, la elevación de la temperatura al término de un ejercicio (podemos valernos de un termómetro para comprobarlo) o el vapor exhalado al finalizar un esfuerzo en un ambiente frío lo demuestran.

Cuando el automóvil sale del garaje y se pone en movimiento comienza a consumir gasolina y esto en grado tanto mayor cuanto más importante es el kilometraje recorrido o a medida que la velocidad de crucero se eleva. Aproximadamente acontece lo mismo cuando corremos, pedaleamos o nadamos; a las condiciones de «reposo», durante las cuales consumimos un mínimo de energía para el funcionamiento de los órganos y el mantenimiento de la temperatura corporal, sigue un estado de actividad. Cuando éste se produce, podemos multiplicar por 10, 20 o 30 la cantidad de calorías¹ que quemamos. Esta transformación eleva el consumo calórico total de la jornada y se traduce en una necesidad acrecentada que la combustión de los carburantes de reserva de nuestro cuerpo o los aportados durante el ejer-

¹ Desde un punto de vista riguroso, utilizar las calorías no es lo más conveniente ya que se trata de una unidad de calor y no de energía. Pero si se tiene en cuenta que más de las 3/4 partes de la energía producida por nuestros tejidos se disipa bajo forma de calor, se ha adoptado esta unidad para cuantificar el trabajo efectuado y el contenido energético de los alimentos. De hecho, se utiliza un múltiplo de la caloría, la kilocaloría (kcal) o «gran caloría» que es igual a 1.000 veces la caloría.

cicio cuidarán de cubrir. Los componentes almacenados antes de las comidas se utilizan de una manera continuada, lo cual hace necesario, cuando el consumo de calorías es elevado, el que debamos comer mucho más para renovar estas reservas. De igual modo, cuando el contenido del depósito se agota, llevamos el automóvil a una estación de servicio para rellenarlo de nuevo, siendo la rapidez con que se vacía, o dicho de otro modo, la distancia que cubrimos cotidianamente, lo que impone la frecuencia de los rellenados. Para nosotros, la frecuencia de acudir a la «estación de servicio» tiene carácter fijo; se trata de las comidas del día. Lo que cambia es la cantidad de carburante (lo que los nutricionistas denominan los «nutrientes») que se ingiere cada vez y arduo problema es el de saber, de modo parecido a lo que ocurre con los «Fórmula 1», cuál es la cantidad exacta necesaria y suficiente que conviene aportar.

Ahora bien, la dietética y la nutrición ayudan a responder a esta pregunta, pues buscan definir lo que para cada uno de nosotros, simple deportista o atleta de élite, constituye lo que cabe llamar aportaciones óptimas.

Nuestra morfología, que condiciona nuestro consumo en estado de reposo, nuestra actividad en la vida de todos los días (trabajo, ocio, etcétera), y, sobre todo, nuestro entrenamiento, determinan cuáles son nuestras necesidades energéticas. ¿Cómo podemos conocerlas?

Proceso energético

LAS NECESIDADES EN REPOSO

La respiración, la digestión, la eliminación de la orina a través de los riñones, la asimilación de los alimentos, el propio sueño, no pueden llevarse a cabo sin que intervenga un consumo energético mínimo. Tratándose de una persona absolutamente sedentaria, que duerme ocho horas, utiliza los transportes públicos, trabaja sentada, se desplaza valiéndose de ascensores y escaleras mecánicas, trabaja inmersa en aire acondicionado y camina menos de 30 minutos al día, cabe estimar, sin incurrir en gran riesgo, su consumo energético efectivo como el llamado «de reposo». En él se engloba el «metabolismo de base», la termorregulación –que salvo el caso de exposición prolongada al frío no influye de manera acusada– y el extracalor (véase más adelante de qué se trata). Depende directamente de su morfología y de su masa magra. De hecho, cada persona se compone de una proporción variable de grasas de reserva y de una masa magra pero ésta, y de mucho, consume mucha más energía. A igual peso, una persona con más cantidad de tejido adiposo presenta, por regla general, unas necesidades de reposo inferiores.

Si se conoce la superficie corporal (existe una fórmula complicada que ayuda a determinarla a partir del peso y de la talla), se puede evaluar de modo preciso el consumo diario en estado de reposo en las personas que no sean obesas.

La superficie corporal se expresa a partir de la talla T(en metros) y del peso P (en kilos) de la forma siguiente:

$$S = T^{0,725} \times P^{0,425} \times (0,202)$$

Varía entre 1,5 y 2,1 m² en la mayoría de las personas. Sobre esta base se puede obtener un conocimiento aproximado de su metabolismo de reposo (M.R.) gracias a la fórmula siguiente en la que se toma en consideración que se consumen entre 35 y 40 kcal/m² por hora:

M.R." (M.R. en una hora) = 35 a 40 x S (en kcal/h)

Multiplicando el resultado por 24 se conocerá cuál es el consumo diario:

$$M.R. = 24 \times (35 \text{ a } 40) \times S$$

Ejemplo

Un nadador mide 1,80 m y pesa 70 kg. Su superficie corporal S es de: 1,88 m². Su metabolismo de reposo variará, por tanto, entre 35 x 1,88 y 40 x 1,88, es decir, entre:

$$1.579 \text{ y } 1.805 \text{ kcal.}$$

¿Pensamos contar con una respuesta única antes que con un abanico de valores? Si es así, nuestro supuesto carece de sentido ya que múltiples factores pueden de hecho elevar o reducir el consumo. ¿Cuáles son?

- La adiposidad: A igual masa magra, una persona con un tejido adiposo mayor posee una superficie corporal más importante ya que el peso entra en la fórmula de cálculo de la misma. De ello es posible que se derive una sobreestimación de los consumos reales ya que la superficie corporal es mayor. Ahora bien, hay que tener en cuenta que engloba un tejido poco activo, el de las reservas adiposas, para el cual el consumo se sitúa por debajo de las 35 kcal/m². Aparte de ello, en el caso de concurrir una temperatura fría y una adiposidad importante, el consumo vinculado a la termorregulación puede reducirse ya que las grasas constituyen un elemento aislante. En invierno, una persona «revestida» de tejido adiposo consumirá menos calorías para calentarse al estar mejor protegida contra el frío exterior.

- El estrés: Se caracteriza por la liberación de ciertas sustancias (la adrenalina y la noradrenalina) que actúan como activantes del estado de vigilia del metabolismo. Su puesta en circulación puede por tanto contribuir a incrementar el consumo calórico o, por el contrario, a reducirlo, según sea el mecanismo predominante. Se sabe del caso de numerosas personas que han engordado o han adelgazado espectacularmente después de haber sido sometidas a una situación grave. De ello se infiere que no siempre es el resultado de un apetito alterado como se afirmaba en otros tiempos. A alimentación igual, el balance calórico que en otro momento se manifestaba equilibrado puede aparecer netamente excedentario o deficitario, lo cual supone que el «ralentí» se halla descompuesto!

El miedo experimentado antes del inicio de una carrera puede producir unos efectos similares y ser causa de que «acudamos» prematuramente a nuestras reservas.

Separemos por tanto tener en cuenta esta circunstancia, sobre todo si no participamos desde hace tiempo en una competición. En tales circunstancias el estrés se traduce asimismo en una aceleración del tránsito intestinal, con presencia de diarreas y problemas digestivos o, por el contrario, de un estreñimiento, todo lo cual constituye una penalización que nos afecta en igual medida.

- La herencia: Algunos son «grandes quemadores» y pueden por ello disipar con mayor facilidad un excedente de calor cuando comen con exceso. Nosotros somos comedores de carácter desigual y del mismo modo que determinados automóviles consumen para una misma cilindrada 8 o 12 litros cada cien kilómetros, una parte del género humano lleva consigo una herencia desfavorable. A la edad en que se practica el deporte en categoría seniors ya se sabe, por regla general, si se pertenece a esta categoría de personas.

- Ciertas sustancias influyen sobre el metabolismo de reposo: Entre las más conocidas citemos la nicotina o bien, en grado menor, la cafeína. Los fumadores, con una alimentación y una talla iguales, pesan con frecuencia menos que los no fumadores, debido esencialmente a la presencia de depósitos adiposos menos pletóricos. Inversamente tenemos que tras abandonar el vicio, cuando precisamente su apetito se acentúa de un modo temporal y que el deseo de comer se convierte en algo obsesivo, su metabolismo de reposo se reduce en aproximadamente un 10 %, lo que les expone, de forma casi inevitable si no introducen cambio alguno en su hábito alimenticio y en su estilo de vida, a adquirir algunos kilos superfluos. Entre-garse a la práctica de un deporte en tal momento, y contando con la aprobación del médico, puede evitar este efecto negativo. De hecho, el deporte de resistencia no sólo añade un consumo calórico variable (y modulable) al metabolismo de reposo, sino que al mismo tiempo permite ajustar el termostato a un nivel más elevado, lo cual viene a compensar, en mayor o menor grado, la supresión de la nicotina.

Este tipo de actividades hace posible por otra parte afrontar un problema planteado por los regímenes alimenticios de duración prolongada. En un programa de adelgazamiento se prescribe una alimentación «hipocalórica», es decir, sistemáticamente deficitaria en energía. Ahora bien, con el paso del tiempo y para hacer frente a esta privación crónica, el organismo reacciona como enfrentado a un peligro y reduce su consumo. ¿De qué modo? Pues limitando las pérdidas a través del calor y mostrándose a tal fin ahorrativo y funcionando con un mejor rendimiento (al igual que un automóvil recién revisado que no consumiera más que 7 litros cada cien kilómetros). Debido a tal circunstancia, el desfase entre el régimen prescrito y las

necesidades se reduce y, algunas veces, incluso desaparece. El peso deja de evolucionar y cuando la persona retorna a su nivel calórico inicial, éste se demuestra excesivo y surge de nuevo la tendencia a engordar. Ahora bien, el deporte impide la aparición de este fenómeno de economía. ¡La desviación entre el nivel energético prescrito y las necesidades no experimenta ningún cambio!

Practicar un deporte como complemento de un régimen alimenticio es provechoso, pero esta actividad no lo sustituye.

• La práctica ordenada de regímenes alimenticios, coronados o no por el éxito hacen de nosotros un especialista del «acordeón» o del «yoyó» como dicen los nutricionistas: La repetición de períodos de «hambre» desarrolla una economía destacada del metabolismo. Este «yoyó» representa, de un modo gráfico, las variaciones de peso conocidas por las personas que se han sometido a un cúmulo de regímenes en el curso de su vida y al final de los cuales han retornao a su peso de partida, con frecuencia con algunos kilos de más. En este caso, uno se convierte en un «quemador modesto» y no experimenta las mismas necesidades energéticas que su vecino, el cual, si bien es de corpulencia idéntica a la nuestra, nunca ha conocido problema alguno con su peso.

• El número y el horario habituales de nuestras comidas: Un proverbio inglés, cuyo origen se encuentra en los ámbitos ecuestres, afirma: «La avena de la mañana se transfiere a los excrementos mientras que la de la tarde se acumula en la grupa». Ciertamente, aun cuando algunos de nosotros pasamos por «glotones», nuestra fisiología no coincide exactamente con la de los équidos. Sin embargo, ello no obsta para que también resulte de aplicación a nosotros. Privilegiar las comidas de las primeras horas del día antes que la cena reduce los riesgos de engordar y ello por razones explicables: por la mañana nuestro organismo se encuentra más preparado para quemar que para almacenar y haciendo una primera comida digna de este nombre (véase más adelante) se disminuye el peligro de sufrir lo que se conoce como «síndrome de las 17 horas», el cual afecta a quienes se abstienen de ingerir alimento alguno por la mañana y lo hacen en reducida cantidad al mediodía para finalmente rendirse de forma incondicional al salir del trabajo ante el primer escaparate de panadería que se cruza en su camino, lo cual constituye una actitud perfectamente comprensible ya que la tasa de azúcar en la sangre (conocida como glucemia) se encuentra en dicho instante a su nivel más bajo. A este respecto cabe destacar que es tomando como referencia su valor en un momento dado que el cerebro ordena la toma de alimentos o la abstinencia.

• El volumen de entrenamiento: Cuando es elevado (más de diez a quince horas según las personas) desencadena una economía del organismo ya que, en tal caso, se consume un nivel tan elevado de calorías a través de la práctica del deporte que la única manera de no encontrarse en una situación de déficit crónico consiste en reducir los otros consumos. Los deportistas enfrentados a esta situación presentan un metabolismo de reposo y un extracalor disminuidos. De todos modos y sea como fuere, constituye un hecho cierto que salvo en el caso de una detención brutal de la actividad deportiva (por enfermedad, lesión, etc.) no corren peligro de adquirir peso.

• El número de comidas: Es mejor comer con frecuencia que una o dos veces al día para alcanzar una aportación calórica diaria parecida.

Con una aportación calórica igual, se engorda ingiriendo una o dos comidas, el peso se mantiene estable con tres y se adelgaza con cuatro o cinco por día.

En resumen

Se puede ser un «quemador» modesto:

- si se es un antiguo fumador;
- si se cuenta con una adiposidad elevada debido a la presencia de un número de células grasas superior a lo normal;
- si en otros tiempos se han seguido múltiples regímenes alimenticios;
- si se come poco por la mañana;
- si no se hacen más de dos comidas dignas de este nombre por día;
- y si no se practica deporte alguno.

Si formamos parte de este grupo de personas desfavorecidas, circunstancia que puede determinar un nutricionista, deberemos prestar más atención al caso, ¡o bien movernos más!

NÚMERO DE COMIDAS Y EXTRACALOR

Después de cada ingestión de alimentos se observa un fenómeno curioso: en el espacio de treinta minutos y durante un periodo de tres a cinco horas, los consumos de base se incrementan entre un 10 y un 20 %. Este incremento, que se produce sobre todo por la «combustión» de grasas, sirve como encendido y corresponde a los fenómenos de asimilación y almacenamiento. Fraccionando la toma de alimentos se multiplican estos consumos suplementarios, lo cual se demuestra beneficioso para la pérdida de peso.

EL BUEN DESAYUNO

Volveremos a ocuparnos de este punto más adelante pero conviene destacar que el desayuno ideal debe aportar la cuarta parte de las calorías cotidianas e incluir un representante de cada una de las familias de alimentos siguientes:

- Una fruta fresca o su zumo.
- Una o dos porciones de un alimento farináceo (pan, cereales, corn flakes, arroz o sémola con leche, etc.).
- Un producto azucarado (miel, confitura, compota) o un cuerpo graso ligero (si no tenemos problemas de peso).
- Un producto lácteo (no excesivamente graso).
- Una bebida caliente (moderadamente azucarada o mejor edulcorada con fructosa).

Durante el fin de semana podemos concedernos algunas desviaciones pero evitaremos suprimir los productos lácteos y la fruta. Pueden figurar asimismo en el menú complementos y alimentos enriquecidos en el caso de deportistas sujetos a fuertes entrenamientos y para los cuales existen unas necesidades específicas. También podemos preconizar el consumo de germen de trigo, levadura de cerveza, galletas enriquecidas con hierro o magnesio, complementos de proteínas o de aminoácidos, pero esto tiene carácter excepcional.

EL DEPORTE HACE QUEMAR CALORÍAS

Vamos a considerar el caso de las diferentes actividades de resistencia.

La carrera a pie

Se trata del caso más sencillo. En efecto, su consumo calórico (o energético) (E) depende de la distancia recorrida (D) y del peso de la persona (P). Calcular E consiste entonces en multiplicar D por P ya que se consume 1 kcal por km recorrido y kilo de peso.

Ejemplo

Un atleta de 70 kg cubre 12 km en una hora. Consumo por tanto $12 \times 70 = 840$ kcal. Por su parte, una atleta de 52 kg recorre 8 km en 50 minutos. Quema por consiguiente: $8 \times 52 = 416$ kcal. ≈ 420 Kcal. teniendo en cuenta el menor tiempo.

Para una sesión de duración casi igual, el corredor consume por tanto dos veces más energía que su compañera ¡lo cual hará posible

el que pueda ingerir más alimentos durante la comida que hará después!

¿Es la velocidad de algún valor en el cálculo? Influye relativamente poco sobre el consumo energético de la carrera. Para un coste mínimo a la velocidad llamada «de confort», o sea aquella en que el rendimiento es el mejor, no se aleja de él más que débilmente para velocidades netamente diferentes. El coeficiente «A» refleja esta variación. Este término correctivo tiene un valor que oscila desde 0,99 (carrera a 10 km/h) hasta 1,04 (19 km/h y más).

Ejemplo

Introduzcamos ahora el término correctivo «A» en el cálculo del consumo calórico: $E = D \times P \times A$.

Si nuestro corredor precedente cubre el recorrido de 12 km a una velocidad de 19 km/h consume esta vez: $12 \times 70 \times 1,04 = 872$ kcal. A una velocidad de 9 km/h no consumiría más que: $12 \times 70 \times 0,99 = 832$ kcal.

Corriendo por tanto dos veces más rápido consume solamente 40 kcal más. Por otra parte, y como se podrá apreciar más adelante, esta forma de trabajo no le hace movilizar demasiadas grasas. Entonces ¿por qué, a pesar de ello, los atletas más rápidos son al mismo tiempo los más delgados?

Respecto a esto se ofrecen cuatro explicaciones:

- En general, cubren un kilometraje semanal superior.
- Una sesión rápida provoca la aparición de fenómenos (nerviosos, hormonales y metabólicos) que dan lugar a una quema mayor de calorías en reposo.
- Las sesiones duras, que perturban el equilibrio fisiológico, dejan unos residuos en nuestras células que bloquean el apetito.
- Vigilan de forma extremada su alimentación para así aproximarse a su peso de forma.

Resulta por consiguiente labor fácil la de evaluar nuestro consumo energético «teórico» durante una sesión conociendo nuestro peso y el kilometraje recorrido en el curso de ella. No obstante, y ello conviene subrayarlo, se trata únicamente de un cálculo teórico, cuyo resultado puede encontrarse bastante alejado de la realidad. De hecho, hay otros factores susceptibles de influir sobre nuestro nivel de consumo calórico y por ello conviene estimar su importancia. Citemos, por ejemplo, el viento, cuyo efecto se manifiesta en grado creciente según se eleve la velocidad de desplazamiento, lo cual explica que multiplique (o reduzca) en grado mayor el consumo de los ciclistas que el de los atletas. Cuando sopla de cara, para una velocidad da-

da es preciso consumir una energía adicional, tal como se puede constatar con la ayuda de un pulsómetro, el cual registra y restituye nuestro pulso a su ritmo normal tras el esfuerzo. En presencia de viento, incluso en el caso de que la velocidad con la cual se desarrolla la sesión se haya reducido, su impacto sigue siendo apreciable.

Ejemplo

Sin viento y sobre terreno llano un atleta corre a 14 km/h con unas pulsaciones iguales a 150. Con un viento violento de cara y con las mismas pulsaciones no se desplaza más que a 12 km/h. Puede por tanto estimar que consume la misma energía en el curso de las dos sesiones.

Otro problema que se plantea es: ¿cómo estimar el número de calorías quemadas sobre un terreno en pendiente? En subida, cada kilómetro recorrido supone un consumo mayor de calorías, y cuanto más acusada es dicha subida más claro aparece este extremo. En descenso el consumo se reduce, incluso en el caso de que la velocidad aumente.

Por término medio cabe calcular un «equivalente-kilómetro» de una carrera pedestre efectuada sobre terreno desnivelado procediendo del modo siguiente:

- Se estima:
- 1 para los km cubiertos en subida
 - 0,75 para 100 m de desnivel positivo
 - 0,7 para cada km cubierto en descenso.

Este método tiene, sin embargo, sus limitaciones; para las cuestas muy pronunciadas el consumo crece mucho, y el descender por terrenos muy poco practicables, en los que resulta preciso elevar las rodillas y adoptar una marcha poco económica, puede igualmente incrementar el consumo calórico. Sea como fuere permite, con todo, hacerse una pequeña idea del trabajo desplegado.

Ejemplo

Hemos recorrido 5 km en subida, 5 km en descenso y el desnivel positivo alcanza los 300 m. Nuestra sesión corresponde a una salida en terreno llano igual a:

$$5 \text{ (cuesta)} + (5 \times 0,7) \text{ (descenso)} + (3 \times 0,75) \text{ (desnivel)} = 10,75 \text{ km.}$$

¿Cómo se puede estimar el consumo energético ocasionado por una salida a la montaña sobre terrenos difíciles y con algunos recorridos en cuesta muy acusada? La regla de cálculo precedente ya no se puede aplicar. El ideal consiste en establecer una concordancia entre nuestras pulsaciones medias en el curso de esta salida y la velocidad que les corresponde en terreno llano.

Ejemplo

Pesamos 70 kg y sabemos que unas pulsaciones iguales a 150 coinciden, en nosotros y sobre terreno llano, a una cadencia de 15 km/h. Acabamos de realizar una salida a la montaña de dos horas de duración y con una frecuencia cardíaca que oscila en torno a 150. Podemos por tanto considerar que nuestro consumo energético no estará alejado de:

$$2 \times (15 \times 70) = 2.100 \text{ kcal.}$$

Recapitulación

Un atleta de 1,80 m y 70 kg ($S = 1,88 \text{ m}^2$) puede estimar su consumo energético vinculado a su entrenamiento, día tras día, y recapitular su trabajo de la semana.

Ejemplo

DÍA	SALIDA	KILÓMETROS	CONSUMO
LUNES	1 hora footing	12 en llano	840 kcal
MARTES	REPOSO		
MIÉRCOLES	20' a 12 km/h-4x1 km (3' recuper.)-15' lento	alrededor de 13	910 kcal (*)
JUEVES	1h15 a 13 km/h	16,25	1.137 kcal
VIERNES	REPOSO		
SÁBADO	1h a 15 km/h llano	15	1.050 kcal
DOMINGO	1h30 montaña (pulso a 150)	alrededor de 18	1.260 kcal
TOTAL DE LA SEMANA			5.197 kcal
		O SEA	742 kcal/día

(*) La realización de sesiones a ritmo rápido y de modo fraccionado parece provocar, de hecho, un consumo energético más importante. Estos entrenamientos intensos vienen acompañados de una descarga de adrenalina acrecentada, la cual activa el metabolismo basal y obstaculiza el poder dormirse. Con ello se explica el que algunos experimenten dificultades para poder dormir cuando una sesión de esta clase se desarrolla al anochecer.

Añadir a los consumos de reposo, del orden de 1.580-1.800 kcal, lo que representa un consumo calórico cotidiano de:

$$2.322 \text{ a } 2.542 \text{ kcal/día.}$$

Ciclismo

El consumo no se expresa de forma tan sencilla como en la carrera, pues son numerosos los factores que pueden de hecho modularlo: la velocidad de pedaleo, el desarrollo elegido, la presencia eventual de viento, la formación de un pelotón y sobre todo el estilo. Esto último influye sobre la frecuencia de pedaleo o la resistencia al aire (la cual aumenta de acuerdo con el cuadrado de la velocidad).

Se considera que por término medio un ciclista que pesa 70 kg y rodando a un ritmo comprendido entre 25 y 35 km/h con presencia de un viento débil, consume entre 400 y 800 kcal/h. Las cifras se revelan ciertamente superiores en el caso de subida a puertos de montaña. Establecer una tabla comparable a la utilizada para la carrera a pie se revela, debido a estas razones, totalmente imposible. A alto nivel, la determinación del esfuerzo realizado a través de la frecuencia cardíaca y la relación establecida en el laboratorio entre ésta y el consumo calórico permiten, como para la carrera a pie en terreno montañoso, hacerse una idea más precisa de los consumos reales, lo cual se demuestra importante para los profesionales, sobre todo cuando tienen lugar pruebas por etapas.

Natación

Al revés de lo que ocurre con las dos disciplinas precedentes, el peso no constituye un obstáculo o una carga, ya que su influjo se ve anulado debido a que el desplazamiento se realiza en sentido horizontal. El entrenamiento y la mejora de la técnica reducen notablemente el coste de la natación, incluso si unas diferencias individuales, vinculadas por ejemplo a criterios tales como la flotación, mantienen unas desviaciones tangibles. El estilo de nado practicado y la velocidad alcanzada determinan el consumo.

ESTILO	VELOCIDAD (km/h)	CONSUMO (kcal/h)
BRAZA	1,2	270
	1,7	410
	2,2	600
	3,0	1.000
CROL	2,5	700
	3,0	850
ESPALDA		600-800
MARIPOSA		600-800

Esquí de fondo

Es un deporte en cuya práctica se consume el mayor número de calorías en el curso de una hora, de hecho de 750 a 1.000 kcal.

Este consumo difiere en función de numerosos parámetros, como por ejemplo la preparación de los esquies, la temperatura, el estado de la nieve, la presencia eventual de un pelotón, el viento, y ciertamente la velocidad y el estilo del esquiador. Con el auge alcanzado por el patinaje o de lo que se conoce como «paso de patinador», las desviaciones se acentúan todavía más y el consumo puede variar apreciablemente.

En el esquí de fondo son varias las fuerzas que se oponen al avance del esquiador. Se trata de la gravedad (el peso juega un papel de inercia), las fuerzas de roce de la nieve (que frenan los esquies) y la del aire (que asimismo lo ralentizan). Las fuerzas de roce tienen carácter preponderante (lo cual explica la importancia que posee el material) pero, en descensos muy acentuados, la resistencia del aire cuenta mucho y la adopción de posturas apropiadas mejora el aerodinamismo. Esquiar en pelotón puede reducir el consumo energético entre un 6 y un 14 %, según sea la fuerza del viento. La técnica del patinador, a una velocidad dada, disminuye el consumo de un 20 a un 40 %, salvo en subida en que el paso clásico demuestra ser el menos costoso. Pero, de hecho, dado que el aficionado al patinaje esquia con mayor rapidez, en el curso de una hora el consumo se mantiene, en términos generales, idéntico en los dos estilos.

Los aspectos secundarios

- *La musculación:* Convertida en parte integrante de la preparación de los adeptos a los deportes de resistencia, a alto nivel, representa un consumo de 600 kcal por hora efectiva de trabajo.

- *Los estiramientos:* Poco costosos en el plano energético, no representan, en una hora, más de 200 kcal de consumo suplementario, lo cual, incluso a razón de dos horas semanales, carece de importancia dentro del balance energético.

- *La carrera en la piscina:* Esta actividad, introducida inicialmente para la reeducación, gana terreno entre los atletas ya que, al sustraerlos a las ondas de choque consecutivas al impacto del pie sobre el suelo en cada zancada², mejora la tolerancia al entrenamiento, sobre todo cuan-

² La fuerza ejercida en cada impacto, sobre un suelo duro, equivale a siete veces la debida al peso del cuerpo. La elección de suelas dotadas de un buen amortiguador y la de un terreno suave para correr (césped, tierra) disminuyen esta fuerza. Los riesgos de lesión y de destrucción de glóbulos rojos causados por su contacto a gran velocidad contra el tejido de los vasos sanguíneos en cada apoyo también se reducen. Veremos más adelante a ocuparnos de estos puntos importantes.

do el kilometraje se eleva. El consumo supera el de la carrera a pie «clásica» en un 10 a 15 %. ¿Por qué? Simplemente porque en cada momento el miembro en movimiento se ve obligado a vencer la resistencia del agua y, por tanto, no existe ningún tiempo de reposo en el gesto.

• *La marcha:* Conviene distinguir entre la practicada como distracción o como medio de desplazamiento en la vida corriente y la «marcha atlética», la cual es mucho más costosa en el plano energético. Veamos ante todo el caso de la primera:

Sobre terreno llano el consumo (E) depende de la velocidad (V) de marcha (en km/h) :

$$E = 0,8 V + 0,5 \text{ (en kcal/mn)}$$

Ejemplo

Una hora de marcha a 14 km/h cuesta: $60 \times (4 \times (0,8) + 0,5) = 220 \text{ kcal}$.

El desplazamiento en subida incrementa los consumos. A un ritmo de 4 km/h se doblan en el caso de una pendiente del 10 % y si la misma es del 20 % los consumos se triplican.

En descenso, una pendiente del 22 % reduce los consumos en una cuarta parte. El llevar una mochila a cuestas eleva los consumos, al igual que el desplazamiento sobre un terreno difícil (barro, surcos) o la elección de una velocidad más elevada: a más de 6 km/h el consumo de la marcha aumenta muy rápidamente en función del ritmo adoptado.

Cabe estimar que en la marcha atlética el coste de 1 km representa un 75 % del de la carrera.

Ejemplo

Un atleta de marcha que se desplace a 14 km/h y pese 70 kg consume en el curso de una hora: $14 \times 70 \times 0,75 = 735 \text{ kcal}$, o sea tanto como si hubiese recorrido 10,5 km.

Gracias a todos estos datos, sea cual fuere el deporte que practiquemos y la frecuencia de nuestro entrenamiento, podemos estimar nuestro consumo energético en todo momento a lo largo del año. Reproduzcamos a tal fin la tabla siguiente y utilicémosla según nos convenga.

DÍA	ACTIVIDAD	ENTRENAMIENTO	CONSUMO	OBSERVACIÓN

Peso de forma

La noción de «peso de forma» es una de las más frecuentemente evocadas por quienes practican deportes de resistencia. ¿De qué se trata? De la misma manera que el peso ideal de una persona corresponde a una esperanza de vida máxima, el peso de forma constituye aquél gracias al cual el rendimiento deportivo se sitúa a su mejor nivel. Por debajo del mismo y también por encima, disminuye. Como cabe apreciar en el gráfico de la página siguiente, la curva de rendimiento vinculada al porcentaje de peso ideal adopta un perfil parecido a una «U» invertida. Se sabe que cuando se adquiere peso se avanza con menor rapidez, tanto si es a pie como en bicicleta. Se concibe menos, en cambio, que la búsqueda de una delgadez exagerada puede resultar más bien perjudicial que beneficiosa por lo que al resultado cronométrico respecta. En realidad, un déficit de uno o dos kilos puede demostrarse un hecho peor que un excedente del mismo orden.

El peso de forma constituye el término medio, aquel en que no se es ni demasiado grueso ni excesivamente delgado.

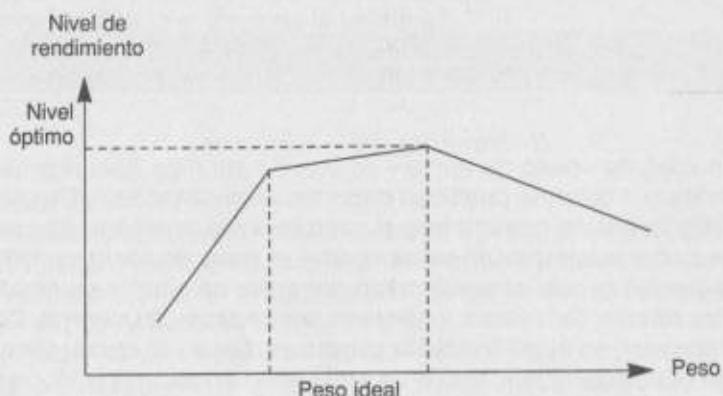
¿Significa, sin embargo, ser demasiado grueso que se tiene un exceso de peso o bien un exceso de grasas? Hemos visto, al principio de este libro, que las reservas adiposas representan un peso muerto que es preciso desplazar en cada marcha. Esto equivale a un excedente de trabajo que cabe cuantificar de forma bastante precisa.

Ejemplo

Un corredor de 70 kg avanza a 15 km/h, lo cual corresponde a un consumo energético de: $70 \times 15 = 1.050 \text{ kcal/hora}$, o sea 17,5 kcal/mn. Se trata de la producción de energía «crítica» que corresponde a la cadencia que puede mantener durante una hora. Un consumo superior sería soportable durante menos tiempo.

Si presenta un excedente de 2 kg debe, a pesar de todo, mantener este consumo de 17,5 kcal/mn. Le será preciso: $72/17,5$ mn para cubrir un km, o sea: 4'07", es decir, una cadencia de: 14,58 km/h. El consumo, en una maratón, se calculará en: 4'55".

De hecho, la diferencia se revelará ciertamente superior ya que debido al sobrepeso el estilo se demuestra menos económico³.



Se aprecia, por consiguiente, todo el interés que existe en reducir tanto como sea posible la adiposidad, es decir, el porcentaje de grasas corporales. ¿Qué significa, no obstante, «tanto como sea posible»?

Una persona de tipo medio posee unas reservas de grasas localizadas en las células adiposas o adipocitos. Su número, determinado en parte por la herencia y en parte por la alimentación a ciertas edades «críticas», varía de una persona a otra. Deja de evolucionar en un adulto, en el que alcanza por término medio de 20.000 a 25.000 millones. La adiposidad media de una población poco activa varía entre un 15 y un 20 % (para los hombres) y entre un 25 y un 30 % (para las mujeres), con excepciones notables de delgadez y de obesidad. En muchas disciplinas, los deportistas se sitúan por debajo de estos porcentajes. De un modo general tenemos que las mujeres se hallan «programadas» para poseer una cantidad mayor de grasas, sin duda debido a su actividad genital.

³ La economía, o el rendimiento, supone que a velocidad igual y con unas capacidades similares, determinados corredores, nadadores o ciclistas consumen más energía que otros y ello como si el compromiso entre su estilo y su morfología no fuese el mejor o que un exceso de movimientos «parásitos» hiciese derrochar calorías. Se sabe que el entrenamiento a ritmo rápido mejora el rendimiento.

Se distinguen dos clases de lípidos:

- Las grasas de reserva, situadas en el tejido adiposo y en el subcutáneo, cuatro veces más importantes en las mujeres.

- Los lípidos estructurales, los cuales cabe encontrar en la médula ósea, el corazón, los pulmones, el hígado, etc. Su presencia se revela esencial para el funcionamiento celular. En las mujeres esta clase engloba asimismo los lípidos característicos del sexo, de los cuales no se sabe si constituyen un depósito reutilizable o no. Se hallan sobre todo en la región pélvica y los senos (estos últimos no representan más del 4 % del total de grasas corporales ¡incluso en el caso de contar con senos opulentos!).

Son sobre todo las grasas de reserva las que determinan la delgadez o la obesidad eventual de la persona así como las que son objeto de un esfuerzo encaminado a limitar su volumen en los deportes de resistencia. Ahora bien, debe tenerse en cuenta que todo régimen de adelgazamiento afecta asimismo la cantidad de lípidos estructurales, lo cual se pone de manifiesto con las medidas corporales de ciertas grandes campeonas.

¿Es inmutable el número de células adiposas? Durante mucho tiempo se ha creído que en los adultos era siempre igual y que sólo variaba la saturación de los adipocitos, los cuales se rellenaban más o menos en función de la importancia de las aportaciones. Pero esto no es en modo alguno verdad; en el caso de una obesidad franca (y duradera), es decir, en personas en las que el relleno de las células adiposas aparece muy importante (hipertrofia), ocurre que se produce una división celular. En tales circunstancias se dice que ha tenido lugar una hiperplasia. La adiposidad se ve entonces vinculada a un número superior a la media de células «grasas». Evidentemente, si en un momento posterior una persona que se encuentre en esta situación busca adelgazar, es decir, llevar de nuevo el tamaño de sus adipocitos a un nivel normal, le quedará un número más elevado de ellos que en el común de sus semejantes y debido a tal circunstancia conservará una adiposidad superior.

¿Hasta dónde se puede adelgazar? Nuestra adiposidad, que varía con el transcurso de la vida, alcanza su nivel mínimo cuando el volumen de los adipocitos ya no puede disminuir más. Existe en efecto un umbral que viene a ser una especie de «caja de ahorros» del organismo y que guarda a un lado las reservas «en previsión de un golpe duro». Normalmente no resulta posible utilizarlas ya que unos mecanismos de protección, sobre todo el hambre, hacen factible su preservación.

Nuestra adiposidad mínima depende del número específico de células adiposas con que la naturaleza nos ha dotado.

¿Se puede, sin embargo, reducir este nivel mínimo y poseer unos adipocitos de tamaño inferior a este umbral? A partir del instante en que esta situación se produce, diversas señales provenientes de nuestros tejidos informan a nuestro cerebro y se pone en marcha un proceso correctivo: se come más y también se almacena más hasta llegar a la restauración del estado inicial en que las entradas y los consumos se equilibran de nuevo.

La práctica de un deporte de resistencia puede perturbar este proceso. Gracias a los importantes consumos ocasionados y a la utilización acrecentada de los lípidos de reserva (como tendremos ocasión de ver más adelante) cabe encontrarse permanentemente por debajo del peso para el cual se ha sido «programado», sobre todo si a ello se añade una dietética severa, circunstancia a la cual los deportistas de alto nivel se muestran proclives. Resulta no obstante del todo evidente que tan pronto como se atenúan estos esfuerzos, el peso tiende a regresar con mayor o menor rapidez a su «valor de consigna» como dicen los nutricionistas, o sea aquel para el cual hemos sido programados. La diferencia puede representar 3, 4, 5 kg o todavía más.

¿Cómo es posible conocer nuestra adiposidad? Pues gracias a los pliegues cutáneos ya que, dependiendo su espesor de la importancia de las reservas adiposas, si se procede a una medición de algunos de ellos se puede, a través de fórmulas desarrolladas en el laboratorio, determinar su porcentaje y establecer comparaciones con la élite de los atletas, entre los cuales este valor es muy bajo⁴.

En deportes como el ciclismo o las carreras a pie, en que uno desplaza su propio peso, una sobrecarga «inerte» como las grasas puede afectar el rendimiento y perjudicar los tendones y las articulaciones. Se impone, por tanto, una reducción, cuando la misma es posible, de la adiposidad y resulta por ello comprensible el que muchos de los grandes campeones aparezcan tan delgados.

Dos son las preguntas que entonces se plantean: en primer lugar ¿es la delgadez de los campeones la causa o la consecuencia de su éxito? Y después, ¿corresponde el peso de forma a la adiposidad mínima?

⁴Aun cuando ciertas cifras, muy antiguas, indican tasas inferiores al 2 %, aparecen poco creíbles de acuerdo con las técnicas de hoy en día. Buen número de estudios de otras épocas han subestimado de forma muy amplia la adiposidad de los deportistas estudiados.

Un atleta puede considerar que se halla próximo a su peso de forma con una desviación igual a 10, debiendo señalar a este respecto que se da el nombre de desviación a la diferencia:

(Talla en cm - 100) - (Peso en kg)

Ejemplo

Un ciclista que mide 1,83 y pesa 71 kg presenta una desviación de: $(183 - 100) - (71) = 12$.

Incluso con un entrenamiento regular y bien llevado, un adepto a los deportes de resistencia raramente llegará a una desviación más reducida⁵. En cambio, entre los campeones cabe encontrar desviaciones de -15 o de -20. Estas sorprendentes cifras son el resultado de una herencia favorable (ellos han ganado en esta lotería un número de células grasas inferior a lo normal) y de un entrenamiento que permite el mantenimiento por debajo del límite mínimo de sus reservas adiposas. Sin un volumen de entrenamiento apropiado no podrían, salvo sometiéndose a regímenes dietéticos inaceptables a largo plazo, mantener con carácter duradero este peso.

El peso llamado «de forma» no corresponde necesariamente a este límite mínimo de adiposidad. De hecho, esto puede suponer algunas veces unas privaciones tales que el equilibrio fisiológico y psicológico de la persona se vería afectado o bien que no dispondría de reservas suficientes para soportar sus sesiones de entrenamiento.

En la práctica

Para saber si nos encontramos en el peso de forma o bien si todavía es posible perder algunos kilos es preciso:

- proceder a la medición de los pliegues,
- tratar de aproximarse a una desviación de -10, e incluso -12 o -13 si esto no plantea problema alguno. En este caso resulta indudable que formamos parte del grupo de personas que cuentan con un número «pequeño» de adipocitos,
- verificar nuestro peso después de cada competición y determinar cuál es el que nos ha permitido alcanzar los mejores resultados,
- tomar buena nota de nuestras sensaciones y reacciones en el curso de los entrenamientos en función de nuestro peso.

⁵Existen excepciones. Determinados corredores de montaña o ciertos ciclistas famosos por sus cualidades de sprinter son muy musculosos y, aun cuando magros, presentan una desviación débil, de 4 o 5. La sola lectura del peso podría conducir, erróneamente, a intentar que adelgazasen. Se aprecia, por consiguiente, todo el interés que concurre en la medición de la adiposidad.

MEDIR UNO MISMO SUS PLIEGUES

Es posible estimar uno mismo la adiposidad, lo cual permite hacer un seguimiento periódico y detectar toda elevación anormal durante la temporada. A este fin se determina el espesor de dos pliegues:

- A: en la espalda, entre el omoplato y la columna vertebral.
- B: sobre el centro de la parte posterior del brazo, manteniendo éste doblado en ángulo recto con relación al antebrazo.

Se aplica entonces la fórmula siguiente:

$$\text{MASA MAGRA (MM)} = (0,874 \times \text{peso en kg}) - A - B$$

siendo $A = 0,363 \times \text{pliegue A (mm)}$

y $B = 0,403 \times \text{pliegue B (mm)}$

Se deduce entonces la masa grasa (MG):

$$\text{MG} = \text{Peso} - \text{MM}$$

La adiposidad es entonces igual a: $(\text{MG}/\text{P}) \times 100$

Por término medio, en los deportes de resistencia la adiposidad varía entre el 10 y el 12 % en los hombres (pero puede descender a un nivel mucho más bajo) y entre el 14 y el 16 % en las mujeres, para las cuales unas cifras inferiores a 12 % tienen carácter excepcional.

Ejemplo

Un corredor de 70 kg tiene un pliegue A de 5 mm y otro B de 7 mm. Cabe estimar su adiposidad del modo siguiente:

$$\text{MM} = (0,874 \times 70) - (0,363 \times 5) - (0,403 \times 7) = 60,24 \text{ kg}$$

$$\text{MG} = 70 - 60,24 = 9,75 \text{ kg}$$

$$\text{Adiposidad} = (9,75/71) \times 100 = 13,93 \%$$

Hagamos el cálculo respecto a nosotros:

FECHA	PLIEGUE A	PLIEGUE B	% GRASO	PESO	OBSERVACIÓN

Si nuestra adiposidad es elevada (más de un 13 %) o si nuestra desviación es débil, podemos sin duda modificar algunos aspectos de nuestra alimentación, comer menos y sin duda mejor con ayuda de un nutricionista.

Esto nos lleva a plantearnos la pregunta siguiente: ¿engordamos porque comemos demasiado? Parece que todo apunta a que incriminemos en primer término a un almacenamiento exagerado, el cual puede ser el resultado de la ingestión de un excedente de calorías o de una mala elección de los componentes alimenticios, lo que propicia la formación de lípidos de reserva. Hasta ahora sólo hemos hablado de «calorías» pero debemos saber que los nutrientes que las liberan (es decir los elementos estructurales simples de aquello que ingerimos), los efectos sobre nuestro organismo y nuestro metabolismo⁶ difieren. Es necesario respetar un buen equilibrio alimenticio y esto va a ser el tema de los próximos capítulos.

⁶ Metabolismo: Designa el conjunto de reacciones químicas que se desarrollan en nuestros tejidos.

Presentación de los nutrientes

Hemos visto que el adquirir peso proviene de una facilidad acrecentada para almacenar reservas de grasas en los adipocitos. Una aportación calórica demasiado elevada contribuye a este hecho pero también se puede incriminar en esta situación una mala distribución de los alimentos, o sea una ración mal estructurada. Al principio de este libro hemos establecido una analogía entre el organismo humano y un motor de automóvil. Se trata, de hecho, de una aproximación un tanto burda ya que nuestro cuerpo funciona de un modo mucho más sofisticado. Así tenemos que las células utilizan como carburante una mezcla compleja de lípidos (grasas), de glucídicos (azúcares) y de prótidos (entre los cuales figuran las proteínas). Se da el nombre, a estas tres familias, de nutrientes energéticos o también de *macronutrientes*. Según sea su proporción en la mezcla, cabe observar unos efectos diferentes. Estas proporciones dependen de la actividad de las personas implicadas, de su alimentación y del modo en que combinan los componentes de ésta. Es posible apreciar, por consiguiente, en qué medida comer bien asegura el funcionamiento correcto de nuestro motor y, en sentido inverso, cómo el hacerlo mal puede favorecer la sobrecarga adiposa.

En la ración deben asimismo estar presentes otros nutrientes desprovistos de toda función energética ya que, al igual que los pistones, las bielas o las bujías de nuestro motor, cumplen un papel estructural, cualitativo o también «plástico». Se trata de vitaminas, minerales y oligoelementos, constituyendo estas tres categorías lo que se conoce como *micronutrientes*. Otro elemento que desarrolla un cometido análogo es el agua. En menor grado tenemos que ciertos lípidos y prótidos actúan de modo parecido y no cuentan en el equilibrio únicamente como proveedores de calorías.

Los micronutrientes y determinados lípidos y prótidos, llamados «esenciales», no pueden ser elaborados en nuestro organismo. Por ello, nuestro buen estado de forma y nuestra salud dependen directamente de las cantidades disponibles de los mismos en nuestra alimentación.

Un punto a considerar es que el alcohol o etanol proporciona únicamente calorías y que con mucha rapidez puede resultar tóxico, en sucediendo el motor y alterando la mezcla que consume todo ello a un mismo tiempo.

En fin y para terminar, diremos que otras sustancias que no intervienen en el conjunto calórico ni tampoco en el desarrollo de las reacciones celulares juegan también un papel crucial. Se trata de las fibras alimenticias, las cuales se hallan constituidas por residuos inasimilables de nuestra ración.

En resumen

Los glucidos, los lípidos y los prótidos proporcionan calorías. Son lo que se conoce como macronutrientes.

Las vitaminas, los minerales y los oligoelementos son los denominados micronutrientes.

El agua es un nutriente plástico cuyo papel es esencial.

El alcohol es un tóxico potencial, cuyo consumo moderado puede proporcionar energía.

Ciertos prótidos y lípidos se clasifican a la vez entre los macronutrientes y las sustancias «cualitativas» cuya función es plástica.

Las fibras participan en la consecución de un buen equilibrio nutricional.

Con la excepción del azúcar blanco y del aceite, ningún producto alimenticio se halla constituido, de forma exclusiva, por un solo nutriente. Compuestos de mezclas distintas de glucidos, prótidos y lípidos, consumidos en cantidades muy variables (a lo largo de un año no se come una cantidad igual de langosta que de pan) ¿cómo contribuyen los alimentos a cubrir el conjunto de nuestras necesidades? La dietética tiene como fin organizar nuestra ración respecto a ellas: *define cuál es la aportación alimenticia óptima (la ración) que ha de permitir la obtención de un buen equilibrio nutricional.*

En los capítulos que siguen tendremos ocasión de ver en detalle cuáles son las diferentes categorías de nutrientes.

LOS LÍPIDOS (O GRASAS)

Los nutricionistas prefieren este término a los más usuales de «grasas», «cuerpos grasos» o «materias grasas». El interés manifestado hacia ellos tiene carácter doble; se trata de una parte de los constituyentes de nuestra ración y, de otra, de componentes de nuestro organismo, bajo forma de reservas adiposas, respecto a los cuales se busca reducir su tamaño y expansión cuando se quiere alcanzar el conocido como peso de forma. Esto puede revelarse posible en ra-

zón de la contribución de las grasas a la mezcla consumida por nuestros tejidos en estado de reposo pero, sobre todo, por nuestros músculos durante la práctica de ejercicios moderados.

¿Bajo qué forma cabe encontrar los lípidos⁷ en nuestra ración? Se trata, básicamente, de moléculas llamadas triglicéridos. Son estructuras en las cuales tres ácidos grasos (la molécula lipídica más simple) se fijan a un grupo portador, el glicerol, el cual, contrariamente a lo que ocurre con ellos, es soluble en el agua, o sea que es hidrosoluble. Existen múltiples ácidos grasos, lo cual confiere su identidad a los triglicéridos que componen, del mismo modo que la elección de los colores determina la particularidad de un dibujo. Estos ácidos grasos presentan una longitud variable, lo cual permite distinguirlos entre sí.

En las carnes de los animales cabe encontrarlos formando sobre todo cadenas largas, mientras que los de cadena corta, abreviados en inglés con la sigla «MCT» (triglicérido de cadena media, expresión con la que mejor se les conoce en los medios deportivos), se encuentran principalmente en la mantequilla y los productos lácteos sin descremar. Aparecen igualmente aislados en los preparados dietéticos para deportistas y cuya influencia sobre el rendimiento es nula.

Los ácidos grasos sirven en primer lugar para proporcionar energía, nueve kcal por gramo, teniendo algunas veces lugar su utilización después de una permanencia prolongada, con carácter de reserva, en los adipocitos. Esta riqueza energética y su facilidad de almacenamiento (su incompatibilidad con el agua los lleva a condensarse bajo forma de múltiples gotitas) explica el que se trate de la forma de reserva más económica: 1 kg de tejido adiposo corresponde a 8.000 kcal, siempre útiles en el caso de pasar hambre o de ayuno.

Algunos de ellos, como ya hemos tenido ocasión de ver, juegan dos papeles diferentes. Se trata de unos ácidos grasos muy particulares.

Al igual que en un taller en el que fuera posible o se pudiera encontrar todas las piezas, hasta el último perno, para construir una máquina, nuestro cuerpo dispone de todos los elementos necesarios para elaborar la mayoría de los ácidos grasos. No obstante, existen algunas excepciones representadas por aquellos que nuestras células no saben elaborar. Quizá pensemos que no poder producir determinadas grasas no constituye, en modo alguno, un inconveniente. Desengañosémonos si ésta es nuestra idea, pues estos lípidos, conocidos como «esenciales» debido a nuestra dependencia respecto a la alimentación para cubrir nuestras necesidades,

⁷ Se emplea corrientemente el término «aceites» para los lípidos de consistencia líquida y el de «grasas» para los sólidos.

juegan precisamente unas funciones tales que no podemos ni debemos prescindir de ellos.

Si debemos limitar nuestra ingestión de lípidos, nutrientes muy «calóricos», dependemos de nuestra alimentación para la cobertura de las necesidades en ácidos grasos esenciales con funciones plásticas reconocidas.

¿Qué son los ácidos grasos esenciales?

Se puede hablar de nutrientes «capitales», precisando saber, para comprender su función y su naturaleza, que las moléculas de ácidos grasos pueden comportar en su seno unas relaciones diferentes, del mismo modo que unos tornillos o unos pernos de calibres variables se demuestran necesarios en cada pieza de nuestro motor. En función del tipo de relación presente se distingue entre ácidos grasos saturados, monoinsaturados o poliinsaturados. Tal como lo han establecido los nutricionistas, cada una de estas familias, representada por alimentos diferentes, debe figurar en una proporción apropiada en toda alimentación equilibrada. Todas presentan particularidades. Así tenemos que los ácidos grasos saturados, a menudo calificados como «grasas malas» y de densidad excesiva, elevan el colesterol si se abusa de ellas (véase el recuadro). Sin embargo, hay que tener en cuenta que no todos los ácidos grasos de esta familia contribuyen a ello de un modo parecido y todo depende de la persona y de su susceptibilidad a desarrollar esta afección. Algunos ácidos grasos saturados incluso tienen carácter de excepción, lo cual supone que ejercen una acción positiva respecto a las enfermedades cardiovasculares. En la práctica se incita, sobre todo al deportista, a evitarlas debido a que no poseen ningún carácter esencial y que al ingerirlas en cantidad elevada aumenta la parte de grasas en la ración alimenticia, hecho que actúa desfavorablemente para mantener el peso de forma.

Los ácidos grasos monoinsaturados provienen principalmente de los aceites: colza, oliva y cacahuete. No se les considera esenciales ya que nuestro organismo sabe cómo fabricarlos (se dice asimismo sintetizarlos) si nuestra ración alimenticia no los proporciona. Protegen nuestras arterias, reducen la tasa de «colesterol malo» (véase recuadro) sin hacer lo propio con la del «bueno». Se les atribuye una gran parte de los beneficios derivados de la denominada dieta mediterránea, la cual es la más propicia de todas para mantener un buen estado cardiovascular.

En fin, los ácidos grasos poliinsaturados figuran en dos categorías de artículos alimenticios: ciertos aceites (girasol, maíz, soja, pepitas

de uva) para la familia omega-6, y los pescados grasos (bacalao, caballa, trucha, atún, salmón, etc.) para la familia omega-3. Es entre estos dos grupos que se encuentran los ácidos grasos esenciales. ¿Qué interés presentan?

En cantidad moderada los ω 6 reducen la tasa de colesterol. Ello se descubrió estudiando la alimentación de los esquimales, pueblo con un riesgo coronario muy débil a pesar de la ausencia de verduras y legumbres en su comida, lo cual parecía ser una circunstancia más bien nefasta. Pero su ingestión abundante de carne de pescados, ricos en ácidos grasos abreviados DO y EPA, los cuales protegen los vasos sanguíneos, explica esta aparente paradoja. En cambio, si se ingieren en exceso (más de 20 gramos/día) o si existe un desequilibrio entre las dos familias, hacen su aparición dos consecuencias:

- Una caída del colesterol «bueno», o sea el HDL (lípidos de alta densidad), que es el que protege contra el infarto de miocardio. Ahora bien, tenemos que la aportación de ω 3 ha disminuido en un 50 % en 90 años. ¿Por qué razones? Pues debido a que los aceites pobres en ω 3 y ricos en ω 6, como los de oliva, de maíz o de girasol, han venido a suplantar progresivamente las fuentes tradicionales de ω 3, como el aceite de linaza, de avellana o de soja, los cuales cuentan con una buena relación porcentual entre las dos categorías de ácidos grasos esenciales.

- Presentan un riesgo acentuado de sufrir alteración. Este peligro les es propio. ¿Por qué razón? Los grasos esenciales, debido a su estructura, se muestran particularmente sensibles a diversas clases de ataque, sobre todo los representados por la luz y el oxígeno (véase recuadro). El riesgo vinculado a la degradación por acción del O₂ puede verse limitado por la ingestión suficiente de agentes que contrarresten esta acción, motivo por el cual han sido bautizados con el nombre de «antioxidantes». Evocaremos este tema con detalle más adelante y nos contentaremos aquí con subrayar que ciertos nutrientes (vitaminas E y C, provitamina A, selenio, cinc) ejercen una acción de este tipo.

Indispensables para el desarrollo del cerebro, los ácidos grasos esenciales tienen funciones importantes. Sirven de precursores^a a una serie de hormonas, las prostaglandinas, las cuales son objeto de una gran curiosidad por parte del colectivo médico debido al amplio espectro de acciones que se les han descubierto. Los ácidos grasos

^aUn precursor es un producto que en una serie de reacciones químicas se sitúa en penúltima posición, justo antes del producto final.

Ejemplo: Una serie de reacciones transforma A en B, después B en C. Se dice entonces que B es el precursor del producto C.

esenciales protegen asimismo los glóbulos rojos contra su destrucción a consecuencia de un esfuerzo, el cual constituye un factor de fragilización de estas células, sobre todo en puntos de altitud elevada. Por otra parte se ha ensayado con éxito la aportación de estos nutrientes en esta situación.

Cuando se practica un deporte de resistencia en un punto de altitud elevada, cabe enriquecer la comida con grasas esenciales, sobre todo de pescado.

La realización frecuente de esfuerzos con «deuda de oxígeno», es decir, con una aportación inferior a la demanda, o bien de ejercicios que dan lugar a importantes variaciones en el proceso de oxigenación, hace igualmente necesario procurar ingerir una cantidad suficiente de ácidos grasos esenciales, sobre todo de pescado. Para los vegetarianos existen cápsulas que contienen estos nutrientes, las cuales les protegen contra todo riesgo de déficit.

¿ES NECESARIO DESCONFIAR DEL COLESTEROL?

La fobia del colesterol que, hace una década, ha afectado a muchas personas, no debería preocupar a los adeptos a deportes de resistencia, salvo raras excepciones. La práctica de estas disciplinas constituye, de hecho, un buen medio para protegerse contra las afecciones cardiovasculares y contribuye a reducir la tasa en sangre del colesterol «malo» mientras al mismo tiempo eleva la del «bueno». Recordemos que el colesterol es un nutriente muy importante para el funcionamiento del organismo: precursor de numerosas hormonas, elemento constitutivo de nuestras membranas celulares, estas estructuras dinámicas que regulan el paso de compuestos mutantes y la actividad de múltiples enzimas, no se revela nefasto más que bajo ciertas condiciones. No circula libremente por la sangre sino unido a combinaciones moleculares muy complejas, las cuales contienen proteínas y otros lípidos. Debido a este hecho se ha dado el nombre de lipoproteínas a estos «conglomerados». Algunas, las más pesadas (colesterol LDL) pueden depositar una parte del colesterol que contienen sobre la parte interna de nuestros vasos sanguíneos. Esto favorece la formación de una especie de coágulo y con el tiempo conduce a su obstrucción total. Esta complicación bien conocida recibe el nombre de aterosclerosis. Para que se forme es preciso que la tasa de colesterol LDL sea muy elevada. ¿Cuándo se produce? Es preciso que concurren dos condiciones:

- La más importante: Estar dotado hereditariamente de un mal proceso de eliminación del colesterol, circunstancia ésta que sólo afecta a una pequeña minoría de personas, independientemente de cuál sea su forma de vida.

- Adoptar una mala forma de vida: alimentación grasa, contribuyendo el sedentarismo y el tabaquismo a incrementar el riesgo de enfermedad.

Para una persona que no responda a la primera condición, un incremento de las aportaciones de colesterol a través de la alimentación no se traduce necesariamente en una elevación peligrosa del LDL. De hecho, cuanto más se ingiere del mismo y menos lo fabrica el organismo, la síntesis (que tiene a los ácidos grasos como precursores) proporciona la parte de colesterol estimada como esencial que se halla presente en nuestro cuerpo.

Tenemos además otra categoría de lipoproteínas, las HDL (o colesterol «bueno»), las cuales llevan a éste hacia el hígado, con lo que se reduce el riesgo de aparición del coágulo. Algunos elementos constitutivos de la ración alimenticia (ácidos grasos insaturados, lecitina) y la práctica regular de un deporte de resistencia elevan el nivel del colesterol HDL. Respetar un buen equilibrio en la alimentación y someterse a un entrenamiento regular protege a la gran mayoría de deportistas contra todo problema de hipercolesterolemia.

¿Se utilizan sin cambio algunas grasas ingeridas o bien es preciso que sufran modificaciones para que la célula pueda aprovecharlas?

Ningún nutriente energético penetra en la célula ni es utilizado por ella sin que intervenga una transformación previa. Debe cruzar estrechas puertas antes de que los tejidos lo remodelen para utilizarlo a continuación. Los lípidos no escapan a esta regla⁶ y así tenemos que el glicerol no penetra en el tejido adiposo, o sea al revés de lo que ocurre con los ácidos grasos. ¿De qué modo se reforman entonces los triglicéridos en los adipocitos donde quedan almacenados? El glicerol necesario les es proporcionado por la transformación de la glucosa, constituyente básico de los azúcares.

Sin azúcar en la ración alimenticia no es posible el almacenaje de grasas.

En el caso de una ingestión exagerada, la glucosa puede igualmente servir de precursor para los ácidos grasos. Esta posibilidad de

⁶ Por lo menos los triglicéridos. Por lo que se refiere al colesterol y a la lecitina, otro lípido que cuenta con la propiedad de regularizar la tasa de colesterol, no se produce una transformación de la molécula, sin duda para preservar la especificidad de acción.

«desarrollar grasas a través de alimentos azucarados» explica la frecuencia de obesidades «Coca» que afecta a los adolescentes en los Estados Unidos y gana terreno en Europa. Se entiende, por consiguiente, el que una mala estructura de la ración alimenticia, en mayor grado que un excedente calórico, pueda favorecer la expansión de las reservas adiposas.

¿Es preciso respetar un reparto «ideal» entre las diferentes categorías de ácidos grasos y qué lugar deben ocupar los lípidos en la comida de los deportistas?

Con ello entramos en contacto con el delicado problema del equilibrio nutricional. Son dos las reglas consideradas:

1) Cada una de las familias de ácidos grasos *saturados, mono y poliinsaturados* debería representar, aproximadamente, un tercio de las aportaciones lipídicas cotidianas.

2) Las calorías derivadas de los lípidos no deberían corresponder a más del 25 % del total de la ración alimenticia.

Reglas

Saturados = monoinsaturados = poliinsaturados = 1/3 de los lípidos.
% de calorías de los lípidos < 25 % de las calorías.

¿Cómo poner en práctica estas reglas teóricas?

El deportista no puede saber en qué medida un aceite determinado contiene ácidos grasos saturados, mono o poliinsaturados. Además, son muchos los alimentos en los que hay grasas «escondidas», de modo parecido a las carnes, los quesos, productos oleaginosos o ciertos productos de pastelería (véase la tabla).

En la práctica cabe adoptar diez medidas sencillas

1) Consumir una vez al día aceite sin calentar, alternando las variedades y sin olvidar los ricos en $\omega 3$ (soja, linaza, avellana), de los cuales dos cucharadas de las de café y por día son suficientes. Cabe no recurrir a ellos más que una vez cada dos días en función de la medida en que los ácidos grasos se almacenan en el organismo.

2) No se debe abusar de las «grasas ocultas» contenidas en los productos lácteos: una porción de queso al día es suficiente. Organizaremos nuestra alimentación y en las otras comidas recurramos a yogures y requesón con porcentajes de 0, 10 o 20 % de grasas para limitar la ingestión de las denominadas «lácteas».

3) Prefiramos la volatería, el conejo, el pescado y los mariscos a otras carnes más grasas. Limitémonos a tres o cuatro porciones de

carne o de charcutería por semana como máximo. No comamos más de un huevo al día, sabiendo que pueden sustituir a la carne y que algunos alimentos lo contienen en forma «escondida» (buñuelos, flanes, pastas alimenticias, postres en general).

4) Reducir la ingestión de aceite del día si comemos una ración de productos oleaginosos (nueces, avellanas, almendras, aguacates, cacahuates).

LAS GRASAS «TRANS»

Los ácidos grasos esenciales pueden alterarse bajo el efecto de tres agentes: el calor, la hidrogenación y el oxígeno.

Por lo que se refiere al calor señalaremos que los aceites comerciales sufren, antes de ser lanzados al mercado, diversos tratamientos. Durante algunos de ellos, son sometidos a una temperatura elevada y los ácidos grasos insaturados pueden adoptar una forma «trans», es decir, convertirse en moléculas cuya estructura es una imagen refleja del ácido graso original. Ahora bien, los «trans» ya no poseen actividad biológica alguna y además pueden revelarse tóxicos. Se señala asimismo que existe una relación entre el consumo de estos ácidos grasos modificados y el riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular. Además tenemos que estos «trans» bloquean la formación de prostaglandinas, estas hormonas citadas anteriormente en el texto y de las que los ácidos grasos esenciales constituyen los precursores. Todo calentamiento exagerado de un aceite rico en ácidos grasos monoinsaturados (como el de oliva) favorece la formación de «trans».

La hidrogenación es una operación muy practicada en el ámbito agroalimentario y que permite, por ejemplo, convertir los aceites en cuerpos grasos sólidos, como es el caso para ciertas margarinas, a las cuales confieren una mejor conservación. Pero, al mismo tiempo que se consigue esto, también se favorece la aparición de «trans» que pueden representar hasta un 15 % de los ácidos grasos en salsas preparadas para ensaladas, un 30 % de los de ciertas margarinas y un 47 % en diversos productos industriales.

El oxígeno reacciona fácilmente con los ácidos grasos esenciales y el colesterol originando compuestos reactivos y tóxicos. Existe la tendencia a incriminar cada vez más los derivados oxigenados del colesterol en las enfermedades cardiovasculares antes que a este compuesto en sí. Estos derivados abundan sobre todo en el queso y la charcutería, productos destinados a una conservación prolongada. La proporción de estos derivados nocivos varía asimismo en elevado grado según sea el modo de preparación.

Así tenemos que se multiplica por 14 si los huevos se fríen y por 7 si se consumen hervidos pero, en cambio, no experimenta modificación alguna si se toman pasados por agua. Estas desviaciones significativas podrían explicar las contradicciones existentes a propósito de la influencia que ejercen los huevos sobre la tasa de colesterol en la sangre.

Comer huevos de forma moderada no influye sobre la tasa de colesterol.

5) Reducir nuestra ingestión de queso si al mismo tiempo comemos un producto de pastelería que sea graso, chocolate o carne muy rica en lípidos.

6) Una cucharadita de manteca o dos cucharadas soperas de aceite al día son suficientes para una alimentación equilibrada. Podemos optar por variedades pobres en grasas (pero en este caso deberemos prestar atención a las hidrogenadas; véase recuadro) o reducir las porciones de cuerpos gramos si estamos siguiendo un régimen.

7) No debemos asociar, durante una misma comida, dos fuentes de grasas ocultas, por ejemplo carne y huevos, carne y queso, huevos y queso ¡salvo, desde luego, que concurren circunstancias excepcionales!

8) Evitar las salsas grasas, las frituras (no más de una vez cada 10 días y nunca durante los tres o cuatro que precedan a una prueba). Para las frituras elijamos un cuerpo graso adaptado a este modo de cocción. Optemos por las formas de cocción que no requieren la utilización de aceites: al vapor, al papillote, a la plancha o a la media salsa, sobre todo cuando nos encontramos fuera de casa y no sepamos lo que hay en el plato que se nos sugiere.

9) Si nos gusta la charcutería, elijamos las variantes de jamón o de carne pobres en grasas, inclinémonos por la de ave, sobre todo en preparados complejos en los que esta sustitución no modifica en grado apreciable el gusto de la comida. Ejemplo: carne pobre en grasas para una boloñesa, salchichas de ave de corral para una «choucroute», jamón pobre en grasas para un risotto (arroz guisado), etc.

10) Evitemos la mezcla de grasas con productos azucarados como, por ejemplo, los pasteles de pasta de almendra, los buñuelos de queso, los postres de chocolate, los helados de crema, los productos de bollería ricos en manteca y la mayoría de las galletas secas, todos ellos ricos en exceso de grasas hidrogenadas (trans).

La combinación grasas-azúcares es la mejor para engordar.

Tabla. Principales fuentes de lípidos alimenticios

ALIMENTO	CONTENIDO (por 100 g)	PARTICULARIDADES
PRODUCTOS GRASOS		
Aceite de oliva	100 g	AG, monoinsaturados
de maíz, de cacahuete, de soja, de pepita uva	100 g	AG, poliinsaturados ω3
Aceites de fritura	100 g	Saturados, hidrogenados
Mantequilla	83 g	MCT, saturados
Mantequilla descremada	41 g	MCT, saturados, agua
Nata	30 g	MCT, saturados
Nata descremada	15 g	MCT, saturados, agua
Margarina	83 g	Grasas vegetales diversas
Margarina descremada	41 g	Idem., agua
CARNES ANIMALES		
Pescados magros	1-5	Poco graso
Pescados grasos	10-20	Poliinsaturados (ω6)
Aves de corral (*)	2-10	Poco graso
(*) excepto pato	15	Monoinsaturados, saturados
Carne	10-20	Saturados
Hígado	4	Poco graso
Huevos (yema)	13	Saturados, colesterol, lecitina
Charcutería (*)	20-60	Saturados
Jamón	10-15	Saturados
Jamón magro	<5	Poco graso
Mariscos	0-5	Poco graso
Despojos	6-12	Saturados (*)
(*) Colesterol en algunos		
PRODUCTOS LÁCTEOS		
Gruyère	30	Saturados
Otros quesos	20-40 (*)	Saturados
Requesón de 40 %	8	Saturados
Requesón de 20 %	4	Poco graso
Requesón de 0 %	0	Sin grasas
Yogur	2-10 (**)	Contenido variable
(*) Véase el capítulo «calcio»		
(**) Más de 10 en el «Ofilus».		
OLEAGINOSOS		
Nueces	57	Monoinsaturados
Avellanas, almendras	60	Idem.
Aceitunas	12	Idem.
Coco	25-40	Saturados
Aguacates	22	Saturados
Cacahuates	40	Saturados
Piñones	60	Diversos

DIVERSOS		
Chocolate	20-50	Saturados
Croissant	20	Saturados y MCT, trans
Crema de almendras	30	Mono y saturados
Crêpes, flanes, barquillos	7-10	Diversos, trans.
Cake, cuatrocuartos	15-20	Diversos
Quiches, pizzas, crêpes saladas	15-20	Idem.

¿Cómo se puede, en la práctica, reducir la ingestión de grasas?

Ejemplo

Comparemos dos menús, uno llamado «normal» y el otro «hipolipídico». La única diferencia, pese a tratarse de una elección alimenticia distinta en cada uno de ellos, está en el contenido en grasas.

NORMAL		HIPOLIPÍDICO	
ALIMENTO	LÍPIDOS	ALIMENTO	LÍPIDOS
Desayuno			
20 g de mantequilla 1 croissant	16,6 8	20 g margarina descremada pan de nueces (50 g)	8,3 2,5
Comida			
Productos crudos + 10 ml de aceite Costilla de cordero frita Alubias + 10 g de mantequilla 40 g de queso	10 20 8,3 12	Idem. Ave de corral al horno + puré de tomate 1 yogur	10 6 0 3,5
Merienda			
Pan + 10 g chocolate	4	1 fruta	0
Cena			
80 g jamón + mantequilla Pastas alimenticias + 20 g de gruyère y 10 g de mantequilla 1 crêpe con miel	9,6 8,3 6 8,3 7	Ensalada de atún Pastas alimenticias y queso rallado + mantequilla descremada requesón de 0 % + puré de fruta	8 6 4,1 0
TOTAL	119,2 g		48,8 g

No solamente a través de estas adaptaciones se reduce el contenido de la ración en grasas, sino que además se respeta un mejor equilibrio alimenticio gracias a una diversificación acrecentada de los componentes utilizados.

¿Es preciso aportar lípidos al esfuerzo?

Los lípidos entran en la composición de la mezcla consumida por el músculo durante el ejercicio. Pero las reservas corporales, incluso tratándose de una persona delgada, se revelan ampliamente suficientes. Los lípidos quemados durante el esfuerzo provienen, en parte, de las reservas de triglicéridos del músculo. En el caso de una persona entrenada, la capacidad de los músculos a almacenarlos y a movilizarlos se acrecienta. Las grasas utilizadas provienen asimismo de los ácidos grasos que circulan por la sangre provenientes de otros tejidos. Este fenómeno constituye una respuesta al ejercicio, respuesta que entra progresivamente en acción y con ello da lugar a que los lípidos no sean verdaderamente utilizados más que a partir del vigésimo minuto de una sesión y que su contribución no cese de crecer a medida que la duración de la misma se alarga y su intensidad decrece.

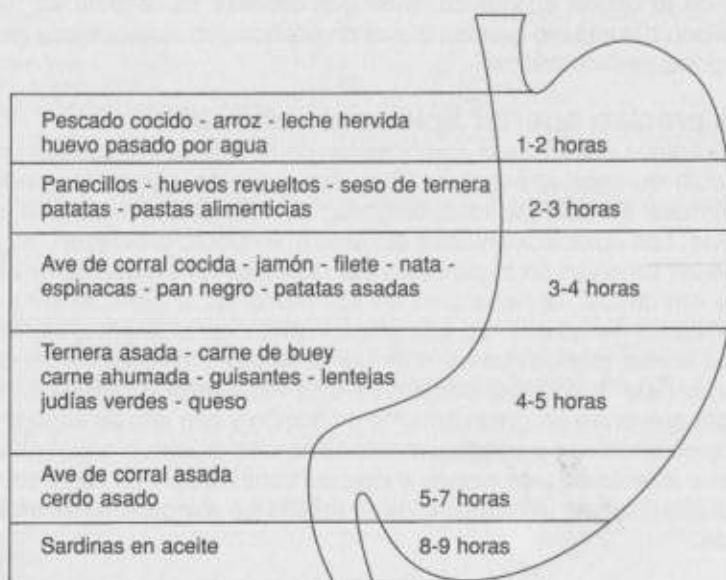
Cuanto menor es el ritmo con que se corre, se pedalea o se nada, más se alarga la sesión y mayor también es el consumo de grasas por parte de nuestros músculos.

No se saca ninguna ventaja de una aportación de lípidos durante la realización de un ejercicio o incluso en el curso de la última comida. Al ser su digestión más prolongada (ver dibujo), se requieren un periodo de tiempo mayor entre la última comida y la prueba celebrada a continuación. Este hecho, ampliamente desconocido, explica el que una gran proporción de los problemas digestivos que se presentan en el curso de las competiciones de carreras a pie sean atribuibles a la ingestión de lípidos durante la última comida (por ejemplo, jamón, huevos, productos lácteos no descremados, mantequilla, croissants, brioches, etc).

Por lo que se refiere a los MCT cabe señalar que ciertamente pasan con mayor rapidez a la sangre pero el corredor no consigue ninguna ventaja de su ingestión antes de la competición.

Ingerir lípidos antes de una prueba no sirve para nada y puede incluso afectar negativamente el rendimiento. Las reservas adiposas del cuerpo son ampliamente suficientes.

TIEMPO DE TRÁNSITO GÁSTRICO DE LOS ALIMENTOS

**Ejemplo**

Corriendo a un ritmo lento durante 90 minutos, una persona de 70 kg ha recorrido 20 km sobre terreno llano. Ha consumido por tanto:

$$70 \times 20 = 1.400 \text{ kcal.}$$

30 % provienen del consumo de lípidos corporales, o sea:

$$1.400 \times 0,3 = 420 \text{ kcal.}$$

Añadamos a ello un 20 % del consumo de reposo, o sea alrededor de 320 kcal suplementarias y con ello llegamos a un consumo de lípidos igual a $740/9 = 82 \text{ g.}$

Con la alimentación «hipolipídica» la persona puede adelgazar sin problemas ya que consume más lípidos, en 24 horas, de los que ingiere¹⁰. En cambio, con una alimentación normal corre el acusado riesgo de no perder ni una onza de grasa.

¹⁰ Bajo condición igualmente de no abusar de los productos azucarados o de alimentos que combinen azúcar y lípidos (véase la categoría «Diversos» en la tabla de la pág. 45-46).

Nosotros mismos podemos estimar si formamos parte o no de los adeptos al «hipo» procediendo a anotar, durante tres o cuatro días, nuestros principales consumos lipídicos.

DÍA	COMIDA	ALIMENTO	LÍPIDOS

LOS GLÚCIDOS

Llamados asimismo «azúcares» o «hidratos de carbono» representan el nutriente más importante para el músculo cuando se practican ejercicios intensos y prolongados, es decir, para la mayoría de competiciones en los deportes de resistencia y también para la mayor parte de las sesiones de entrenamiento importantes. Conviene, por tanto, procurar que el músculo no se encuentre desprovisto del mismo en ningún momento.

Se distinguen dos categorías de glúcidos, los «simples» y los «complejos». Los primeros se componen de una sola molécula (se habla entonces de «monosacáridos») o de dos unidas entre sí y que constituyen los «disacáridos». Entre los monosacáridos quedan incluidos, por ejemplo, la glucosa, la fructosa, la galactosa o la dextrosa. No cabe encontrar glúcido de menor tamaño, de igual modo que no se puede dividir un tren en unidades inferiores a un vagón. Entre los glúcidos integrados por dos unidades se encuentran la «sacarosa» (el azúcar de caña o de remolacha), la cual asocia una molécula de fructosa con una de glucosa. Citemos igualmente la lactosa de la leche, constituida por galactosa y glucosa. Sus propiedades, respecto a algunos puntos, pueden diferir de las de las moléculas simples que las componen. Así tenemos que la fructosa, la glucosa y la sacarosa presentan unas acciones metabólicas diferentes.

Estos glúcidos simples poseen un sabor azucarado que es característico de todos los alimentos en los que abundan: miel, confitura, gelatina, bebidas azucaradas, helados, bombones, etc., y que los edulcorantes tratan en vano de copiar.

Cabe igualmente encontrar glúcidos de longitud «intermedia», portadores de un número superior de moléculas de glucosa (hasta diez). Cabe señalar, sin embargo, que raramente se hallan tal cual en los

alimentos sino que son resultado, la mayoría de las veces, de la degradación parcial de las largas cadenas de glúcidos complejos. Este proceso, observado inicialmente en los intestinos, se produce asimismo en los tubos de ensayo. En esta categoría intermedia se encuentran los «polímeros de glucosa», objeto de un interés creciente en estos últimos años, y que se van introduciendo cada vez más en las bebidas para deportistas. Veremos cuáles son las razones que llevan a esta elección cuando evoquemos los problemas digestivos durante una carrera.

Por lo que se refiere a los glúcidos complejos, cabe compararlos a largos convoyes constituidos por varios miles de vagones con la diferencia de que estas cadenas moleculares presentan ramificaciones o «ramalets» laterales, algo así como si los trenes estuviesen unidos, sobre vías paralelas, por unos enganches situados a su lado. Estos glúcidos son el almidón, presente en el reino vegetal, y el glucógeno, que es su homólogo en los animales y en el hombre, donde se almacena en el hígado y los músculos. Esta puesta en reserva precisa el desenganche previo de los «vagones» y de los diferentes «trenes» entre sí, es decir, que se produzca la degradación del almidón que no se puede utilizar tal cual, y después su recomposición ulterior, es decir, la síntesis del glucógeno, el cual da unas cadenas construidas de un modo diferente. Se une asimismo, durante esta operación, una parte de la glucosa existente en la sangre, la cual puede compararse a vagones aislados y que es captada para entrar a formar parte de cadenas ramificadas en forma parecida a la que en determinadas estaciones se agregan vagones aislados a convoyes ya formados.

¿De dónde proviene la energía liberada? Es proporcionada por la glucosa, cada gramo de la cual, durante el proceso de degradación, proporciona cuatro kcal. Es preciso, por consiguiente, que el glucógeno libere previamente cada una de sus unidades de glucosa para que las células se vean beneficiadas. La que proviene de un almacenamiento muscular es consumida en el mismo lugar y sólo por las fibras activas. Por ejemplo, durante una maratón, incluso si las reservas de «super» de las piernas llegan a agotarse, las de los brazos no vendrán a paliar este déficit.

En cambio, el del hígado sirve para verter glucosa con regularidad en el torrente circulatorio y beneficia por tanto a la totalidad del organismo, sobre todo al cerebro y a los otros tejidos «nobles», como los glóbulos rojos, los cuales no aceptan ningún otro carburante en condiciones normales.

La glucosa, por este motivo, demuestra ser muy importante y esto explica el que su tasa en la sangre, conocida como glucemia y que determina la amplitud de aprovisionamiento de estas células, sea objeto de una regulación muy precisa.

El glucógeno del hígado sirve para mantener la glucemia y abastece el conjunto del organismo.

El glucógeno muscular se halla al servicio específico de los músculos, en los que se halla almacenado.

El mantenimiento de la glucemia dentro de un estrecho margen de valores es condición imperativa.

Esta regulación pone en acción unos elementos activos de los que es preciso hablar. Se trata de las *hormonas*. ¿Qué son y qué es lo que hacen?

Comparemos nuestro organismo con una gran empresa instalada en un gran edificio como ya existen en todas las metrópolis y en el que ocupa varias plantas. La proximidad de los diferentes servicios (como la de nuestros órganos) favorece la productividad pero está sujeta, sin embargo, a una condición: la buena circulación de la información dentro del conjunto de la empresa. El teléfono, el fax, las notas de servicio o los contactos directos aseguran este intercambio, incluso de forma redundante si es necesario. Lo mismo ocurre en nuestro cuerpo. Una primera serie de mensajes circula con gran rapidez: es el flujo nervioso, una forma de corriente eléctrica que proviene del cerebro y que, circulando a lo largo de ciertas neuronas¹, acciona la puesta en situación de «alerta» de un órgano. El paso de la corriente provoca la liberación de unas moléculas particulares, cuya actuación permite la llegada a destino de la información. Estas moléculas reciben el nombre de *neurotransmisores* y se fijan sobre unas zonas muy precisas de las células elegidas como diana y a las que se da el nombre de «receptores».

Una segunda serie de mensajes es vehiculada por el sistema hormonal. La información avanza esta vez a través de la sangre. ¿Cómo ocurre esto? Existen unos tejidos especializados que, bajo la acción de un estímulo, por ejemplo un cambio en la glucemia, en la presión arterial o en la temperatura, toman nota de esta modificación de forma parecida a un detector de calor (termostato) que en todas las plantas del edificio regula la climatización. Este receptor informa a una glándula, la cual procederá entonces a liberar una sustancia en la sangre, la hormona. Ésta actuará a distancia sobre el órgano considerado como diana para modificar una función y con el objeto de restablecer el estado inicial. Esta hormona tiene carácter efímero ya que tan pronto ha quedado fijada sobre su receptor y su misión ha sido llevada a término, es destruida. Ciertos embajadores actúan en

¹ Nombre científico de las células nerviosas. Varias neuronas de características idénticas forman un nervio, del mismo modo que varios hilos eléctricos colocados juntos constituyen un cable.

nuestro cuerpo y de un modo simultáneo como neurotransmisores y como hormonas.

¿Qué es lo que ocurre en el caso de los glucídicos? Existe un equilibrio entre las hormonas que reducen la glucemia y calificadas por este motivo como hipoglucemiantes y las hiperglucemiantes. El predominio de unas u otras, en un momento dado, depende de las condiciones, de la alimentación y de la glucemia misma.

Una hormona asegura la entrada de glucosa en las células (salvo el hígado) y la elaboración de reservas hepáticas de glucógeno, elemento éste que es capital para la estabilidad de la glucemia. Se trata de la *insulina*. Otras dan lugar a un efecto inverso: se trata de las catecolaminas (es decir, de la adrenalina y de la noradrenalina, conocidas por el sobrenombre de «hormonas del estrés»), así como del glucagón. La noradrenalina es un embajador mixto ya que ciertas neuronas la utilizan también para la transmisión de informaciones.

En resumen

La insulina por una parte y la adrenalina y el glucagón por otra, y como consecuencia de sus efectos opuestos, influyen sobre la glucemia, el almacenaje y la liberación de glucosa.

Tras decir esto, ¿en qué medida disponer de reservas elevadas de glucógeno resulta tan importante para los adeptos a los deportes de resistencia? ¿En qué nivel máximo cabe situarlas?

- Las del hígado, llamadas hepáticas, se elevan como máximo a 100 g, o sea 440 kcal. La importancia de este stock varía de acuerdo con dos fenómenos:
 - Una parte de estas reservas es destruida para aportar glucosa a la sangre, la cual la transporta hacia diferentes órganos, sobre todo el cerebro que se queda con un 30 % para él solo.
 - Después de cada comida la glucosa proporcionada por los alimentos llega al hígado donde sirve para la formación de glucógeno. Por contra tenemos que estas reservas disminuyen a medida que transcurre el tiempo desde las comidas, principalmente durante el que cabe denominar ayuno nocturno.

Por lo que se refiere al glucógeno muscular procede señalar que las cantidades que pasan a reserva se aproximan a los 300 g para los sedentarios pero pueden superar los 500 g (2.000 kcal) en los individuos sometidos a un elevado nivel de entrenamiento y que hayan adoptado un régimen muy rico en glucídicos.

En el caso del deportista, el músculo es un gran consumidor de glucídicos.

¿Qué es lo que ocurre durante el ejercicio? El cerebro y los tejidos en reposo siguen utilizando la glucosa pero los músculos en movimiento se convierten en los más grandes consumidores. Son diversos los mecanismos que entran en acción para permitirles captar y quemar glucosa en grado elevado. Evidentemente, si sólo fuese utilizada la que se halla presente en la sangre, la glucemia correría el riesgo de un acusado descenso (véase el recuadro) pero esto no ocurre ya que las reservas locales de glucógeno muscular intervienen en tal situación para suministrar glucosa de modo directo a estas células, y por tanto energía, en cantidad más o menos importante según sea la intensidad y la duración del esfuerzo. Así tenemos que cuando se incrementan estas reservas resulta posible soportar durante más tiempo una cadencia sostenida y también mejor la repetición de sesiones. En cambio, si no se dispone de reservas suficientes, el entrenamiento es menos intenso y de menor duración manteniendo una cadencia específica. Se dice que la amplitud de estas reservas determina las capacidades de resistencia de la persona, es decir, su aptitud para prolongar un ejercicio de intensidad dada.

LA HIPOGLUCEMIA

La importancia de la glucosa explica la regulación de que es objeto su tasa sanguínea, o sea la glucemia. Puede compararse esta con el nivel de agua de una bañera que es alimentada por un grifo (que representa la glucosa liberada por el hígado) y dotada de un sifón (la glucosa utilizada en los tejidos). En estado de reposo, las entradas de agua (la aportación de glucosa a la sangre) y las salidas (utilización) se equilibran: el nivel de agua de la bañera permanece estable. Cuando las reservas disminuyen (ayuno, comidas espaciadas, esfuerzo físico), el consumo de glucosa (representado por la salida de agua de la bañera) sobrepasa las aportaciones. El nivel amenaza con descender ya que las entradas no compensan las salidas. Una aportación de glucídicos durante el esfuerzo, que cabe comparar con la apertura de un segundo grifo, evita la hipoglucemia: el nivel de agua vuelve a subir.

¿Cómo se manifiesta la hipoglucemia? Da lugar a una caída de la atención, a una fatiga repentina, a náuseas, a vértigos y algunas veces a un malestar general e incluso a un estado de coma si no se adoptan medidas para yugular el fenómeno. Es la bien conocida hambre canina que se corrige comiendo glucídicos de absorción rápida.

Precisa distinguirla, sin embargo, de lo que se conoce como carencia de glucógeno, situación ésta más progresiva y que no viene acompañada de fatiga cerebral. Esta carencia impone una ralentización ya que al dejar de proporcionar las reservas locales de glucógeno la cantidad suficiente de «super» a las fibras, ello da lugar a que éstas recurran a los lípidos. Pero éstos, para un consumo dado de oxígeno, gas sin el cual las reacciones metabólicas no pueden desarrollarse, suministran una cantidad netamente inferior de energía que los azúcares (véase el texto). Debido a tal circunstancia el ritmo decae, el paso se hace menos firme y el músculo sufre daños.

¿Por qué los músculos y nuestros tejidos en general no utilizan siempre el mismo carburante, sean cuales fueren las condiciones? El recurso privilegiado a las grasas o a los azúcares responde, de hecho, a unas condiciones diferentes: *las grasas pueden compararse al gasóleo del motor diesel y el glucógeno a la gasolina super del automóvil deportivo. Los dos carburantes cohabitan en la misma célula muscular.*

El consumo de glúcidos aparece como la mejor elección para el músculo del corredor. Pero, en realidad, todo depende de las circunstancias. La combustión en nuestras células de un gramo de lípidos aporta 9 kcal contra 4 para la misma cantidad de glúcidos. En cambio, para una misma producción de energía, los azúcares piden menos O_2 . En una situación límite y durante un período de tiempo muy breve es posible su consumo en ausencia de oxígeno o con una aportación insuficiente. Se lleva a cabo entonces un esfuerzo anaerobio pero con ello se ensucia el motor y resulta necesario situarse de nuevo y con mucha rapidez en unas condiciones aerobias.

Las células funcionan siempre del modo más ahorrativo.

Así tenemos que en estado de reposo y tras unos ejercicios de intensidad moderada, las mismas disponen de una cantidad suficiente de oxígeno. Tal circunstancia supone que producirán la energía necesaria pero trabajando lo menos posible. Con una alimentación normal, las grasas de reserva proporcionan entonces un 80 % de las calorías contra un 20 % por parte de los glúcidos. Este suministro de energía se efectúa con un coste mínimo de O_2 . En el caso de un régimen hipergraso esta relación no experimenta ningún cambio, lo cual supone que una parte del excedente de los lípidos ingeridos pasa a situación de reserva. En cambio, si se ingiere una cantidad elevada de glúcidos y el consumo es reducido, la contribución de los azúcares al suministro de energía se eleva y la de los lípidos dismi-

nuye. Es por este motivo que, en el caso de los sedentarios, un exceso de glúcidos favorece el incremento de peso ya que las reservas adiposas se ven preservadas. Si se practica ejercicio con regularidad, este régimen hiperglucídico deja de presentar este inconveniente; al contrario, se convierte en el único medio de poder resistir un programa sostenido.

Durante la práctica de ejercicios moderados ($< 70\% \text{ de } VO_2 \text{ max}$), diversos factores aumentan la movilización de glucosa a partir del glucógeno. La de los lípidos también aumenta y en estas condiciones sus aportaciones se equilibran (50 % para cada uno). Aun cuando las proporciones difieren de las que concurren en estado de reposo, se trata de un contexto que es el más propicio para la pérdida de grasas.

Se adelgaza más cuando las actividades de resistencia se practican a ritmo lento o moderado.

Ejemplo

Nuestro corredor de 70 kg consume en estado de reposo y en una hora 75 kcal, de las cuales cabe estimar que un 80 % provienen de la combustión de lípidos y esto nos da 60 kcal. Consumo así 6,67 g de grasas ¡el equivalente a la que contienen 8 g de mantequilla!

Corre a continuación y tranquilamente a 12 km/h. Consume 840 kcal, de las cuales la mitad es tomada de los lípidos, o sea 420 kcal. Quema para ello 46,67 g de grasas, o sea 40 g más que en estado de reposo¹².

En fin, con una intensidad elevada ($> 70\% \text{ de } VO_2 \text{ max}$), la utilización de los glúcidos crece cada vez más, hasta el punto de que las proporciones se convierten en un 90 % de glúcidos y un 10 % de lípidos, pudiendo llegar incluso a 100 % - 0 %, lo cual explica el que la amplitud de las reservas de glucógeno juegue un papel tan determinante. Este cambio de papeles es una consecuencia de la elevada demanda energética, la cual es preciso satisfacer consumiendo la menor cantidad posible de O_2 , situación ésta que es la que justamente permiten los glúcidos.

Ejemplo

Nuestro corredor sigue cubriendo 12 km pero esta vez lo hace a un ritmo de 16 km/h, lo que le exige un tiempo de 45 min y le hace consumir, como precedentemente, 840 kcal. En estas condiciones los glúcidos aportan de un 80 a un 90 % de la energía, o sea de 672 a

¹² Según sea el nivel de entrenamiento y la disciplina implicada, las proporciones pueden variar ligeramente pero la conclusión sigue siendo la misma.

756 kcal. A razón de 4 kcal/g esto corresponde a una cantidad de glúcidos comprendida entre 168 y 189 g.

Las grasas, en estas condiciones, liberan de 84 a 168 kcal, lo cual corresponde a la combustión de 9,3 a 18,6 g, cantidad insignificante, sobre todo para quien desea adelgazar.

Sin embargo, correr deprisa no significa perder menos peso. Recordemos que el entrenamiento a ritmo de competición (y también más rápido) modifica el ajuste de nuestro termostato. Quemamos más energía en estado de reposo y multiplicamos por tres e incluso por cinco o más la aportación de lípidos al consumo en tales condiciones. Al término del día esto representa haber quemado, de este modo, una reserva adiposa no despreciable.

Quemar la «super»

El agotamiento de las reservas de glucógeno varía según las circunstancias:

- Un esfuerzo intenso lo agota más rápidamente así como unos cambios frecuentes de ritmo.
- Para un mismo ejercicio, una persona bien entrenada economiza mejor su glucógeno.
- Una alimentación rica en glúcidos permite una mejor recarga de glucógeno y su utilización prolongada.
- La toma de glúcidos durante un esfuerzo retrasa la aparición de la «carencia absoluta».

Resumen

El glucógeno constituye el proveedor principal del carburante utilizado por el músculo. Un buen entrenamiento, un estilo «ahorativo» y una ración rica en glúcidos prolongan la duración de la vida de estas reservas.

¿Se equilibran todos los glúcidos? Se ha visto que existen glúcidos «simples» y «complejos» y que hasta hace diez años esta distinción daba asimismo lugar a una categorización en «rápidos» o «lentos», refiriéndose con ello a su supuesta velocidad de asimilación. Se afirmaba que los primeros, caracterizados como hemos visto por su sabor azucarado, favorecían la adquisición de peso, o sea a la inversa de lo que ocurría con los segundos. Se ha debido abandonar este concepto; al igual que en la llegada de una carrera en que los más rápidos y los más lentos van sucediéndose en un flujo ininterrumpido, no existe frontera precisa que permita separar los azúcares sobre la base de su velocidad de asimilación, es decir, de aparición en la sangre y los tejidos.

Esta distinción parecía, sin embargo, lógica. En efecto, para que la glucosa que encierra sea asimilada es preciso que la digestión divida la cadena de almidón en fragmentos más cortos y después en unidades de glucosa. Las moléculas de mono o disacáridos no piden esta operación. Se pensaba, por consiguiente, que eran asimilados con mayor rapidez y que la liberación de las moléculas de glucosa requería más tiempo en el caso de los glúcidos complejos y tenía lugar de un modo más escalonado en el tiempo. Recordemos la imagen del tren: para que cada vagón se integre en un nuevo convoy es preciso que primero sea desenganchado del que lo ha llevado hasta el depósito. De hecho, no existe ninguna frontera claramente delimitada entre las dos categorías de glúcidos y ello nos hace pensar que intervienen otros factores.

Ahora bien, cuanto más deprisa y en cantidad importante llega la glucosa a la sangre, más intensa es la liberación de insulina que se produce a continuación.

En el caso de una secreción excesiva de la misma, se observan dos fenómenos:

- Una entrada acelerada de glucosa en las células, lo cual, en un plazo de 60 a 90 minutos, puede provocar una hipoglucemia conocida como «reaccional».
- La glucosa penetra en grado más elevado en el tejido adiposo en estas condiciones, por lo menos en estado de reposo, y también más tratándose de una persona sedentaria que de un deportista entrenado, para el cual el músculo goza siempre de prioridad. En el caso de una persona poco activa, este proceso favorece la síntesis de nuevas grasas de reserva debido a la liberación exagerada de insulina.

¿Debe inferirse de esto que los azúcares simples engordan necesariamente? Hemos tenido ocasión de ver que lo que determina la adquisición de kilos superfluos es la facilidad de un glúcido para hacer liberar insulina, hormona del almacenamiento. Recordemos lo que hemos escrito al principio de este libro: *¡se engorda cuando se almacena en exceso!*

Sea como fuere, la capacidad de un azúcar para provocar esta secreción hormonal no viene determinada únicamente por la longitud de su cadena de almidón: otros factores intervienen, sobre todo la presencia de otros nutrientes en los alimentos glucídicos. Lo que cuenta es la facilidad con la que los jugos gástricos actúan gracias a las enzimas que contienen, las cuales son estructuras complejas (proteí-

nas) que activan el desarrollo de reacciones sin ser modificadas durante las mismas. Se habla también de «catalizadores». Todas las reacciones que tienen lugar en nuestro cuerpo se valen para ello de una enzima específica y los procesos digestivos no escapan a esta regla.

Su rapidez de acción condiciona, en imagen similar a la del grifo que regula la salida de agua, la presencia de glucosa y con ello la liberación de insulina. Al principio de la década de los 80 se tuvo la idea de medir esta secreción hormonal y comparar los resultados obtenidos después de la ingestión de diferentes alimentos glucídicos. Cada uno de los que fueron sometidos a prueba se caracteriza por un valor, sirviendo de punto de referencia el correspondiente a la glucosa. Si se establece entonces una comparación con las cifras obtenidas con los diversos alimentos, ello nos proporciona un índice conocido como glucémico.

El índice glucémico mide la facilidad con que un alimento provoca la liberación de insulina.

En estado de reposo este valor indica en qué medida un «azúcar» puede hacer engordar o penetrar en el músculo.

Ejemplo

El abuso en la ingestión de sodas, colas, helados y azúcar bajo todas sus formas, todos ellos productos de índice muy elevado, permite entender por qué hay tantos casos de obesidad en los Estados Unidos.

Los glucídicos de índice débil (esencialmente se trata de azúcares «lentos») también pueden engordar pero para que así suceda es preciso ingerir cantidades realmente importantes, lo cual puede explicar la obesidad de los sumotori (luchadores de sumo japonés), los cuales se atiborran de arroz pero también de grasas. No obstante, la ingestión fraccionada de estos glucídicos a lo largo del día (distribución entre varias comidas de la ración requerida) no perturba en grado igual la tasa de insulina y unas porciones que guarden relación con las necesidades de glucógeno del músculo no plantean ningún problema.

Los glucídicos complejos no hacen engordar a un deportista bien entrenado.

En el recuadro que sigue a continuación encontraremos el contenido en glucídicos y el índice glucémico de las fuentes de hidratos de carbono más corrientes.

FUENTES DE GLÚCIDOS

ALIMENTO	CONTENIDO EN GLÚCIDOS en g/100 g peso seco [o cocido (*)]	ÍNDICE GLUCÉMICO Para 50 g de glucídicos
AZÚCARES «RÁPIDOS»		
Glucosa	100	100
Zanahorias	14	92
Miel	77	88
Corn flakes	61	81
Puré	22	80
Zumo de manzana	15	75
Arroz blanco (*)	20	73
Pan blanco	55	72
Manzanas al vapor	20	70
AZÚCARES SEMILENTOS Y SEMIRRÁPIDOS		
Azúcar	100	65
Pan integral	50	65
Müesli	60	67
Arroz integral (*)	20	66
Plátano	24	63
Espagueti (*)	25	51
Avena	55	50
AZÚCARES LENTOS		
Pastas alimenticias integrales (*)	25	42
Naranjas	12	40
Manzanas	13	39
Garbanzos (*)	20	36
Lentejas (*)	20	29
Fructosa	100	20
Germen de soja	6	15

Curiosidades, una idea de partida equivocada

La lectura de esta tabla pone de manifiesto que la separación a que se procedía en otros tiempos, es decir, «azúcares simples» y «rápidos» por un lado, «azúcares complejos» y «lentos» por el otro, carecía de fundamento. Algunos alimentos de la primera categoría presentan un índice intermedio (alrededor de 60) e incluso más bajo, como la fructosa. Otros, anteriormente clasificados como «lentos» no se distinguen, de hecho, de ciertos glucídicos simples. Así tenemos que el pan blanco, glucídico complejo, y el azúcar (sacarosa) presentan unos índices muy comparables.

Además tenemos que el índice glucémico varía, para un mismo alimento, según sea la variedad (por ejemplo, pastas alimenticias blancas o integrales) y la preparación (patatas en puré o cocidas al vapor). Estas desviaciones guardan relación con la facilidad con la cual, en cada momento, las enzimas digestivas pueden actuar para liberar la glucosa.

Ejemplo

Tomemos el caso del puré de patatas en el que el almidón ya está parcialmente molido, lo cual facilita el trabajo de las enzimas que, de este modo, pueden acceder con mayor rapidez a las partículas alimenticias. Como consecuencia de tal circunstancia una cantidad mucho mayor de glucosa llega cada minuto a la sangre y la glucemia y la insulinemia se elevan más deprisa tras su ingestión que después de la de patatas cocidas al vapor. De igual modo, el *pumpernickel*, o sea pan de centeno con semillas enteras, popular en Europa septentrional, posee un índice más bajo que el pan de centeno clásico en el que las semillas han sido molidas.

Otro ejemplo

Las desviaciones observadas entre el índice de las pastas alimenticias blancas y el de las integrales, o bien entre el del zumo de manzana y el del fruto entero, se explican por la presencia en los cereales completos o en el fruto entero de sustancias indigeribles, o sea las fibras, las cuales se hinchan y obstruyen el acceso de los jugos gástricos al almidón, reduciendo con ello la cantidad de glucosa que pasa a la sangre en el curso de cada minuto. La desviación, no obstante, no parece ser muy significativa entre los cereales completos y los «blancos». De todos modos cabe señalar que las fibras poseen otras ventajas a las cuales nos referiremos más adelante en este mismo texto.

Finalmente diremos que la cocción influye sobre la velocidad de paso de la glucosa a la sangre; así tenemos que pastas cocidas «al dente» presentan un índice inferior al de los espaguetis cocidos en exceso. El añadir un poco de cuerpo graso (una cucharadita de mantequilla o unas pocas gotas de aceite de oliva) y de fibras (verduras o alubias secas como en Italia) reduce todavía más este índice.

Resumen

En general, los alimentos ricos en fibras o glúcidos poseen un índice débil y no engordan.

La mayoría de los glúcidos complejos poseen un índice bajo. La fructosa es un azúcar simple de índice muy bajo, inferior al de las pastas alimenticias.

Cabe asimismo añadir que durante una comida, los glúcidos de índice elevado y los de índice bajo se mezclan y que la multiplicidad de alimentos frena la asimilación de la glucosa. Esto explica el que un postre azucarado se comporte como un azúcar de índice bajo mientras que tomado aisladamente se demuestra nefasto para la línea.

Un azúcar simple tomado al término de una comida se comporta como un azúcar lento.

El músculo sigue siendo el usuario número uno de azúcar entre los deportistas.

A menudo se aconseja, antes de una prueba importante, aumentar las porciones de glúcidos durante tres días al objeto de favorecer un almacenamiento máximo de glucógeno. Este proceder no implica riesgo alguno de engordar. Es verdad que se gana peso pero no se trata de reserva adiposa. Lo que se almacena es glucógeno y agua. De hecho, por cada gramo de glucosa que pasa a la reserva bajo forma de glucógeno, 2,7 g de agua son asimismo almacenados en los músculos.

Ejemplo

Un maratoniano añade a su reserva 500 g de glucógeno antes de una competición. Almacena por igual motivo: $0,5 \times 2,7 = 1,35$ kg de agua, lo cual supone que ha ganado: $0,5 + 1,35 = 1,85$ kg.

¿Se forman reservas adiposas durante este período previo a la competición? Incluso ingiriendo 500 g de glúcidos al día, cantidad elevada, una proporción importante de los cuales proviene de glúcidos «simples», la masa grasa apenas si experimenta modificación. Sin embargo, cabe señalar que prolongando este atiborramiento metódico uno se expondría al «efecto sumo» ya que todo excedente de azúcares, una vez asegurada la reserva máxima de glucógeno, se transforma en lípidos.

Sin ir tan lejos, tenemos que el adepto a los deportes de resistencia no se arriesga a ningún sobrepeso consumiendo cotidianamente glúcidos, sobre todo de los de carácter complejo: pan, arroz integral, pastas alimenticias, leguminosas, cereales, fruta, fructosa. Esto le permitirá resistir sin dificultad su entrenamiento.

Incluso en estado de reposo el músculo constituye, en el deportista, el órgano que utiliza prioritariamente los glúcidos. Tratándose de un sedentario es el tejido adiposo el que mayormente interviene.

La ingestión de glúcidos de índice elevado (postres, sodas, helados) al final de las comidas deberá mantenerse moderada, incluso en el caso de que esto no perturbe demasiado la glucemia.

Ingeridos fuera de las comidas, los glúcidos de índice elevado constituyen un riesgo de perturbación de la glucemia.

Para el esfuerzo, azúcares simples

Las reglas precedentes no se aplican en el caso de práctica de ejercicios ya que la utilización de glúcidos experimenta un incremento y a tal fin se abre el grifo al máximo. Una aportación rápida y abundante de glúcidos puede por tanto demostrarse necesaria y así se aprecia todo el interés que presentan los de índice elevado, cuya asimilación y disponibilidad es rápida.

Pero ¿qué efecto ejerce esto sobre la glucemia, la insulina y el tejido adiposo? Desde el momento en que se inicia un ejercicio físico (precalentamiento que precede a la carrera), el músculo comienza a intensificar la captación de glucosa, sobre todo en el caso del deportista cuya fibra, sesión tras sesión, ha aprendido a dejar entrar este carburante por un número mayor de puertas, conocidas como «transportadores», que lo fijan y lo liberan a continuación en los tejidos. La insulina, por su parte, deja de ser un factor determinante. Además tenemos que el organismo se adapta al esfuerzo a través de otros medios, principalmente gracias a una liberación incrementada de adrenalina y, debido a tal circunstancia, el conjunto de mecanismos en juego hace que la tasa de insulina no varíe en absoluto.

En el esfuerzo, el índice glucémico ya no cuenta.

Al contrario, cuanto más elevado es el índice de un glúcido, más interés presenta en el curso de un ejercicio debido a su facilidad para pasar a la sangre.

¡Atención! Esta regla no es válida para la hora y media que precede al esfuerzo. Toda perturbación de la glucemia surgida en dicho instante puede afectar la tasa de insulina y colocar al deportista en situación desfavorable al iniciarse la prueba. ¿Por qué? Pues porque ingerir glúcidos «rápidos» provoca una elevación de la tasa de insulina y da lugar a una hipoglucemia reactiva. La única forma de evitarlo consiste en tomar glúcidos de una manera fraccionada y regular hasta el momento de partida, lo cual se traducirá en «oleadas» de glucemia e insulinemia pero sin que jamás éstas se sitúen a un nivel inferior al considerado como normal.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que estas «sacudidas» no carecen de consecuencias ya que la insulina ejerce, entre otras acciones, un bloqueo de la utilización de los lípidos, los cuales entran en la composición de la mezcla utilizada por el músculo. Si su contribución disminuye, como es el caso cuando la insulinemia se mantiene elevada, la utilización del glucógeno aumenta. Esta situación puede

resultar nefasta cuando los esfuerzos superan una hora de duración ya que estas reservas de «super» se consumen prematuramente.

Una ingestión de azúcar de índice elevado antes de la carrera acelera el consumo de glucógeno.

Se comprende la razón por la cual se aconseja respetar un periodo de tiempo suficiente entre la última comida y el comienzo del esfuerzo, periodo que se fija en torno a las tres horas, lapso al término del cual las oleadas de insulinemia ya no son de gran amplitud.

Pero entonces ¿qué es lo que debe aconsejarse a la persona ansiosa que libera mucha adrenalina y cuya glucemia corre el riesgo, por reacción, de sufrir un acusado descenso antes de la partida? La solución consiste en administrarle un azúcar que no perturbe la tasa de insulina y del que quepa disponer con rapidez. El único que cumple con estas dos condiciones es la fructosa, de asimilación rápida a pesar de tener un índice muy bajo (20).

En situación de espera, entre la última comida y el comienzo de la competición, la fructosa es ideal ya que no perturba ni la glucemia ni la insulinemia.

¿Y después?

Hemos visto que el reposo y el esfuerzo constituyan, para la asimilación de los glúcidos, periodos diferentes. ¿Qué es lo que se puede decir de la recuperación, o sea el periodo que sigue inmediatamente a la carrera? Al final de una prueba las reservas de glucógeno han descendido apreciablemente mientras que ciertas hormonas (sobre todo la adrenalina), liberadas durante el esfuerzo, ven como prosigue su acción. Cabe comparar este fenómeno con el del agua que alcanza el nivel de ebullición y que permanece caliente durante mucho tiempo después de haber sido vertida en una taza. Además procede añadir que el músculo manifiesta una avidez decuplicada por los glúcidos. Recordemos las enzimas, estas estructuras proteicas complejas que sirven de «molde» a las reacciones que se desarrollan en nuestro cuerpo. La que gobierna la síntesis del glucógeno desarrolla una actividad que depende del volumen de las reservas de «super», las cuales, después de una carrera, se reducen y dan lugar a que la avidez de esta enzima se acreciente.

En el caso de una persona entrenada, todo glúcido ingerido durante las primeras seis horas que siguen a un ejercicio sirve para formar glucógeno de nuevo. ¡No se crean grasas!

¿Influye la naturaleza de los azúcares ingeridos sobre la rapidez con que se reconstituyen estas largas cadenas? Parece que no: «lentos» o «rápidos» dan origen a una nueva formación comparable.

A medida que las reservas se reconstituyen, la avidez de la enzima clave disminuye. Así tenemos que tras una sesión que haya conducido a su agotamiento, se considera que 72 horas de recarga glucídica son suficientes, bajo condición de restringir la actividad física, para devolverlas a su nivel máximo. Superada esta fase, las reservas llegan al punto de saturación y el exceso de glúcidos aportados servirá ya sea para la formación de grasas o ya sea para cubrir las necesidades energéticas en estado de reposo, lo cual, en ambos casos, se traducirá en un aumento de la adiposidad.

La riqueza de la ración en glúcidos depende de la actividad, es decir, de la carga ejercida por el entrenamiento.

¿Y qué es lo que ocurre si, de vez en cuando, se dispone de unas reservas insuficientes de «super»? Esto no planteará problema alguno si se prevé una salida lenta ya que en tales condiciones los lípidos proporcionan lo esencial de las calorías. Es la situación del atleta que reanuda la actividad, al comenzar la temporada, y se esfuerza a conciencia en su afán de desprenderse de los kilos superfluos. En cambio, si lo que desea es llevar a cabo una sesión intensa o prolongada, disponer de reservas elevadas de glucógeno resulta indispensable, lo cual explica el interés en la presencia de un mínimo de glúcidos en la ración ya sea en la víspera de la sesión o el mismo día en que va a desarrollarse.

La riqueza de las reservas de «super» en los corredores a pie puede influir sobre la calidad de su zancada, su longitud, la potencia de sus músculos y sus riesgos de lesión. ¿Por qué razón? Correr deprisa requiere contar con una *frecuencia gestual elevada*, es decir, muchos apoyos por minuto, y una gran *amplitud* (una larga zancada). Esto no se produce «por encargo». Seguramente sabemos, por haberlo vivido, que al día siguiente de una competición o de una carrera difíciles experimentamos mucha dificultad para correr bien, incluso a ritmo lento. Nuestros músculos, desprovistos de glucógeno y extenuados, no pueden desarrollar una potencia suficiente para permitir un movimiento correcto. Estudios diversos han venido a demostrar que si se inicia una carrera con unas reservas de glucógeno en su nivel más bajo, la cadencia desciende de forma acusada y ello debido únicamente al acortamiento de la zancada. Insistir en estas condiciones expone a sufrir lesiones musculares, características de los maratonianos que se sobreesfuerzan y en los que se observan sobre todo a partir del kilómetro 30. A partir de este punto se multiplican con rapidez: la mayor parte de los desarreglos físicos que se aprecian en el momen-

to de la llegada se producen a lo largo de los 12 km finales, que son los más lentos, y cubiertos gracias a la combustión de grasas.

¿Siendo posible la ingestión de azúcares durante el ejercicio, se puede con ello evitar el consumo de glucógeno, sobre todo si no se han comido glúcidos en cantidad apreciable durante la víspera del día anterior? ¿Constituyen los glúcidos de las bebidas y el glucógeno muscular carburantes intercambiables y equivalentes? De acuerdo con todos los estudios serios llevados a cabo, se ha comprobado que durante un ejercicio degradamos, en una hora, un máximo de 60 g de los glúcidos aportados por las bebidas. Ahora bien, tratándose de una competición se necesitan de 2 a 3,5 veces más para mantener una cadencia elevada. Por otra parte, a pesar de su captación acrecentada durante el esfuerzo, diversos factores (entrada en los otros tejidos, plazo de acceso al músculo) limitan el ritmo de utilización de la glucosa en comparación con el glucógeno. La glucosa, por tanto, no sustituye a la «super» y no puede suministrar por sí sola la energía necesaria para el músculo.

Los glúcidos ingeridos durante un ejercicio constituyen un carburante de apoyo; retrasan pero no evitan la carencia de glucógeno. Impiden, en cambio, la hipoglucemia.

Recapitulemos

1) En la alimentación de todos los días es preciso conceder un lugar preferente a los glúcidos, privilegiando aquellos que sean de índice bajo durante las comidas y limitándose a los azúcares rápidos durante los esfuerzos deportivos.

2) Entre la última comida y el precalentamiento no debe tomarse otra cosa que fructosa si el esfuerzo a llevar a cabo supera los treinta minutos.

3) Si la duración del ejercicio es superior, será preciso aportar durante el mismo un complemento de glúcidos, tanto para permitir un flujo suficiente de los mismos (una abertura mayor del grifo) como para evitar la hipoglucemia.

4) Despues de un esfuerzo sostenido es necesario privilegiar los glúcidos, incluidos los de índice elevado, durante las primeras seis horas de recuperación. Servirán para formar de nuevo y con carácter inmediato el glucógeno.

5) Más allá de la hora sexta de recuperación deberá regresarse al punto 1).

LOS PRÓTIDOS

¿Debe decirse «prótidos» o «proteínas»? Los dos términos no son de hecho sinónimos y designan unos nutrientes diferentes cuya im-

portancia ha sido durante mucho tiempo ignorada en la nutrición deportiva, y ello por dos razones:

- Por una parte tenemos que un deportista nunca presenta, por así decir, carencia alguna en prótidos.
- Por otra parte vemos que su papel energético se mantiene a un nivel inferior respecto al de los lípidos y los glucidos.

Y sin embargo se revelan de una importancia primordial. El término «proteínas», del griego *protos* y que significa fundamental, lo pone bien de manifiesto.

¿Qué diferencia hay entre prótidos y proteínas? Las proteínas son resultado del ensamblaje complejo y ordenado de unidades simples, los aminoácidos. Esta arquitectura se demuestra mucho más elaborada que la del glucógeno, formado simplemente de glucosa. En efecto, no menos de veinte clases diferentes de aminoácidos entran en la formación de las cadenas proteicas.

Cabe comparar las proteínas a palabras constituidas por varios miles de letras y escritas a partir de un alfabeto de veinte signos: los aminoácidos.

Cuando la cadena no incluye más que una o varias decenas de aminoácidos se habla de péptidos. Son numerosas las hormonas que se incluyen en este grupo.

El conjunto de los aminoácidos, péptidos y proteínas constituyen los prótidos.

En los medios científicos se han asimilado, hace ya mucho tiempo, las necesidades en proteínas a aquéllas en prótidos. Ahora bien, como veremos, no se trata de la misma cosa.

Proteínas omnipresentes y omnipotentes

El cuerpo de un hombre de corpulencia normal (ni obeso ni demasiado delgado) se compone de aproximadamente un 17 % de proteínas. En nuestros tejidos se les reconocen dos funciones esenciales:

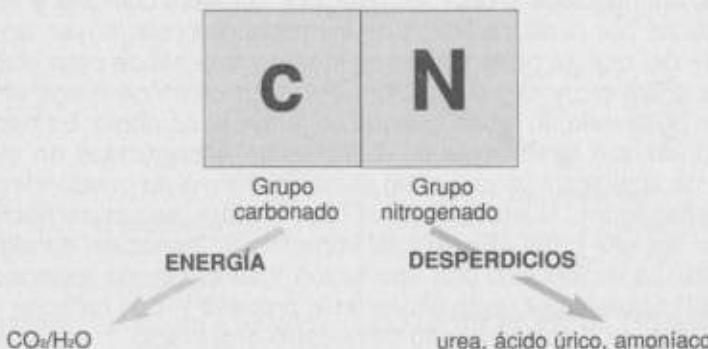
- Un papel estructural, por el cual constituyen el entramado de nuestro cuerpo.
- Un papel funcional, lo cual las convierte en herramientas. Se piensa con ello en la acción de las hormonas, de las enzimas, de los neurotransmisores o también en la creación de movimiento (a través de las proteínas contráctiles de actina y miosina del músculo), en los fe-

nómenos de transporte (como la hemoglobina que transporta el oxígeno hacia los tejidos) o en fin en un papel de defensa (anticuerpos del sistema inmunitario).

En el caso de una actividad física, las modificaciones que se producen, sobre todo las de tipo hormonal, hacen que los prótidos proporcionen asimismo un complemento de energía; en este caso algunos aminoácidos son objeto de degradación para liberar calorías. Esta «desviación» reduce su aportación a las otras dos funciones.

Todos los días se renueva una parte de nuestras proteínas corporales. Los aminoácidos que las componen son reutilizados y algunos son sometidos a degradación. Cada aminoácido se halla, de hecho, compuesto de dos partes (ver dibujo):

ESTRUCTURA SIMPLIFICADA DE LOS AMINOÁCIDOS



• Una parte «carbonada», diferente en cada aminoácido y cuyo esqueleto entra a formar parte de los procesos energéticos. Proporciona entonces glucosa o ácidos grasos.

• Una parte propia a estos nutrientes, llamada «nitrogenada», que los prótidos son los únicos que la poseen y que contiene un átomo de nitrógeno que el organismo no puede degradar, lo cual da como consecuencia el que aparezcan múltiples compuestos como la urea, el ácido úrico y el amoniaco, todos ellos elementos de desecho de los que es preciso liberar nuestros tejidos.

Se entiende, frente a este proceso de renovación, la necesidad de encontrar cada día aminoácidos para reemplazar los que se han perdido. ¿Dónde cabe conseguirlos?

Algunos de entre ellos son suministrados a la vez por los alimentos y por nuestros tejidos, que son capaces de elaborarlos. Se habla, con

relación a los mismos, de aminoácidos no esenciales. Otros nueve, en cambio, no pueden ser sintetizados. Se trata de aminoácidos esenciales y es preciso que todos los días los encontremos, aunque sólo sea en parte, en nuestra ración.

¿Qué es lo que ocurre entre el momento en que se ingieren proteínas y aquél en que hacen su aparición otras nuevas en nuestras células?

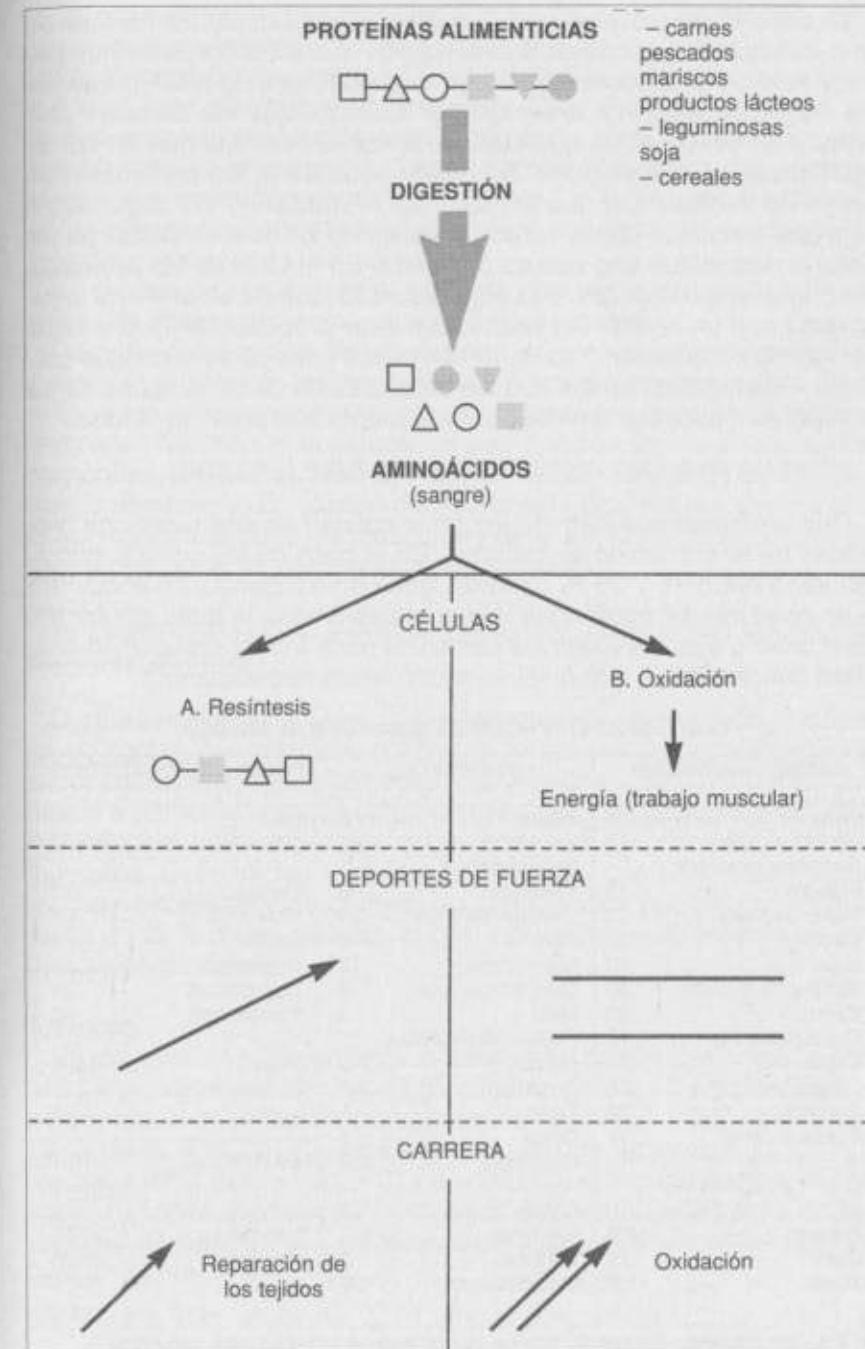
Las proteínas proporcionadas por los alimentos no se incorporan tal cual a nuestros tejidos: les es necesaria una descomposición previa en aminoácidos, proceso éste que lleva a cabo la digestión. Los aminoácidos así liberados se unen con los que se hallan presentes en la sangre y que provienen de las proteínas de nuestras células que son destruidas todos los días. Una parte de los aminoácidos contenidos en estas cadenas es eliminada (véase más adelante), de donde la necesidad de una aportación alimenticia cotidiana de protídos.

Estos aminoácidos proporcionados por nuestras comidas y los suministrados por la degradación de las proteínas constituyen un «estanque» del que se obtienen los elementos necesarios para elaborar nuevas cadenas, y ello de modo parecido a cómo se hurga en una caja en búsqueda de letras cuando se juega al scrabble. Es necesaria la presencia simultánea de todos estos aminoácidos en el momento de la síntesis ya que si no es así la misma no puede efectuarse: si falta alguno, la situación es la misma que si se jugase habiendo retirado las «A» o las «E», lo cual impediría la formación de algunas palabras. La ausencia o una aportación insuficiente de aminoácidos esenciales puede por tanto alterar este proceso y, con carácter complementario, el funcionamiento de nuestro organismo.

Para escribir una frase se utilizan mucho varias letras, otras bastante menos y algunas prácticamente nunca. De modo parecido, las síntesis de proteínas no requieren cada uno de los aminoácidos en proporción idéntica. Precisa aportarlos según tasas óptimas, siendo estos porcentajes ideales los que permiten el desarrollo perfecto de las síntesis.

¿Cómo permite nuestra alimentación cubrir estas necesidades? Se ha visto que para cada aminoácido esencial existen unas necesidades mínimas. Esto ha llevado a preguntarse en qué medida las diversas fuentes alimenticias de protídos podían cubrirlas.

Los nutricionistas han definido, respecto a este punto, una proteína ideal, la cual debería contener los nueve aminoácidos esenciales en proporción armoniosa. Por ello, toda fuente de proteínas cuya composición se sitúa próxima a la ideal se denomina de «buena calidad», siendo éste el caso para la de la clara de huevo, la mejor que existe en nuestros alimentos y que se halla por delante de las de carnes de animales diversos y de productos lácteos en una misma línea.



Una fuente de protídos en la que falte un aminoácido esencial es de una calidad inferior debido a la limitación que tal circunstancia impone y éste es precisamente el caso que corresponde a las proteínas de origen vegetal. Así tenemos, por ejemplo, que los cereales presentan un déficit en un aminoácido, la lisina, mientras que en las leguminosas es la metionina. Se pueden comparar las primeras a un juego de naipes en el que faltasen las «espadas» y las segundas a otro que careciese de los «oros». Mezclando los dos, sin embargo, se llega a reconstituir uno que es completo. En el caso de las proteínas de origen vegetal se observa algo parecido cuando se une una leguminosa con un cereal. De hecho, con este proceder se lleva a cabo una complementación y así tenemos platos tales como el cuscús (sémola + garbanzos) en los que las carencias de cada componente se compensan para dar aminoácidos en proporción próxima al ideal.

¡Para las proteínas vegetales, la unión hace la fuerza!

Otro elemento que permite juzgar la calidad de una fuente de proteínas es su contenido en protídos. En el caso de las carnes animales varía entre 15 y 25 % mientras que con frecuencia se encuentra a un nivel inferior tratándose de vegetales (véase la tabla siguiente). Este criterio ayuda a elegir los alimentos para ingerir protídos en cantidad suficiente. ¿A qué nivel se sitúan estas necesidades?

CONTENIDO EN PRÓTIDOS (para 100 g de alimento)

CARNES ANIMALES	VEGETALES	PRODUCTOS LÁCTEOS			
Atún	25	Algas	7 a 10	Azul	24
Otros pescados	18	Levadura	43	Cabra	16 a 33
Despojos (excepto hígado)	15	Leguminosas (cocidas)	8	Cantal	23
Buey - ternera	20	Germen de trigo	29	Holandés	20
Caballo	21	Pan	7-8	Gruyère	29
Hígado	20	Mijo (crudo)	12	Roquefort	23
Molleja de ternera	20	Germen de soja	8	Camembert	29
Conejo	22	Maíz	3	Parmesano	40
Carnero, cordero	15	Pastas alimenticias			
Cerdo	15	cuscús	2-5	Yogur	4 a 8
Charcutería (1)	23	Arroz	2-4	Requesón	8
Jamón	20	Fruta	1,5	Leche	3,5
Aves de corral	21	Coles	3		
		Guisantes	2,3	MARISCOS	
HUEVOS					
Enteros	12,8	Cacao	10	Almejas, ostras	15
Clara	13	Verduras	1-3	Crustáceos	20
Yema	15,8	Patatas	2	Moluscos	15-20
		Oleaginosos	20		

(1) Con la excepción del jamón, menos graso, que no entra en esta categoría.

En otras épocas se expresaba por medio de un porcentaje, indicando cuál era la proporción de aportaciones calóricas cotidianas que los protídos debían suministrar y sabiendo que cada gramo equivale a 4 kcal. Esta cifra debía situarse entre 13 y 15 %. Sin embargo, teniendo en cuenta la función plástica de estos alimentos, se hace uso actualmente de g/kg por día, lo cual parece más lógico. Se considera que una aportación comprendida entre 1 y 2 g/kg por día debería ser la apropiada, sobre todo si se ingiere una cantidad suficiente de calorías y, sobre todo, de glúcidios.

En el caso de una restricción calórica, como cuando se sigue un régimen de adelgazamiento, ¿qué es lo que ocurre?

Durante la aplicación de un régimen se crea un déficit energético que incita a nuestros tejidos a recurrir a las grasas de reserva. Ahora bien, los fenómenos hormonales y metabólicos puestos en marcha favorecen también el consumo de una fracción de los aminoácidos corporales, los cuales, tras su transformación, aportarán un complemento de energía. En el caso del ayuno este proceso reviste una amplitud extremada pues los músculos y después los órganos vitales se consumen antes de que sobrevenga la muerte.

Un régimen pobre en glúcidios y el ayuno incrementan las necesidades en protídos.

Durante un ejercicio físico, a medida que las reservas de glucógeno se agotan, los músculos utilizan de forma exclusiva determinados aminoácidos esenciales llamados «ramificados». Su contribución aumenta a partir del instante en que las reservas de glucógeno resultan insuficientes para cubrir las necesidades de «carburante» de los músculos. Si se inician sesiones prolongadas con unas reservas de «super» excesivamente débiles, los aminoácidos pueden suministrar hasta un 12 % de las calorías, lo cual incrementa visiblemente las necesidades protídicas.

Ejemplo

Un corredor de 70 kg lleva a cabo una sesión prolongada con unas reservas insuficientes de glucógeno. Cubre 18 km, lo cual corresponde a un consumo energético de $18 \times 70 = 1.260$ kcal. Si un 12 % de la energía proviene del consumo de aminoácidos, consume, en esta ocasión, $1.260/12 \times 4 = 26,25$ g que cabe comparar con los 70-105 g (1 a 1,5 g/kg día) considerados suficientes para un sedentario de igual peso. Las necesidades se elevan de este modo en casi un tercio.

LAS DIFERENTES FUNCIONES DE LOS AMINOÁCIDOS RAMIFICADOS

Estos nutrientes estimulan la síntesis de las proteínas y protegen las del músculo contra la destrucción ocasionada por una competición de larga duración. Su administración impide asimismo la caída de la tasa de un aminoácido, la glutamina, que asegura el buen funcionamiento del sistema inmunitario. Diversos trabajos sugieren que el descenso de su proporción al término de esfuerzos prolongados (y repetidos) explica, en parte, la menor actividad del sistema inmunitario después de una prueba.

En fin, su administración evita las modificaciones hormonales desfavorables que dan lugar a una « fusión » muscular acrecentada (unida a una caída de la relación testosterona/cortisol). Todas estas propiedades han llevado a recomendar los ramificados como:

- Tratamiento cotidiano durante las dos últimas semanas antes de una maratón,
- tratamiento después de una lesión muscular,
- toma cotidiana durante un ciclo de musculación,
- ingestión diaria con motivo de carreras por etapas y muy especialmente si incluyen un desnivel importante,
- recuperación tras una sesión prolongada (para evitar la caída de las defensas inmunitarias),
- recuperación durante los dos o tres días que siguen a una prueba, ya que se trata del periodo durante el cual los procesos catabólicos se manifiestan con mayor fuerza. Si se reduce su amplitud, los niveles de «toxinas» (urea, ácido úrico, etc.) se elevan mucho menos y la recuperación total de los medios físicos se produce con mucha mayor rapidez.

La evolución particular de los «ramificados» y las funciones que les son propias han conducido a considerar su aportación, en dosis modestas (no más de 11 g/día), como complemento de una alimentación normal. A este fin debe tenerse en cuenta que la «proteína ideal» a la que nos hemos referido más arriba, o sea la que cubre precisamente las necesidades de cada aminoácido esencial, no corresponde en absoluto a la presente situación en la que la mezcla de aminoácidos existentes en el «estanque» carece de «ramificados».

En el caso de un entrenamiento importante, la proteína «ideal» ve modificarse su composición pues ha de incluir además «ramificados». Una proteína así no existe en los alimentos y hace necesario, por tanto, proporcionar un complemento.

Debe procederse de modo que los aminoácidos contenidos en el músculo no sean movilizados. ¿Cuál es la solución? La misma comprende dos etapas:

1) Desarrollar reservas suficientes de glucógeno (esto evitará estimular la utilización de prótidos).

2) Aportar «ramificados» antes de los ejercicios susceptibles de alterar las proteínas musculares. Estos «ramificados» así aportados serán utilizados en lugar de los contenidos en los tejidos y además producirán unos efectos beneficiosos específicos (véase recuadro).

Una toma de aminoácidos antes de la competición o de una salida prolongada y una ingestión suficiente de glucidos antes de este esfuerzo aseguran la preservación de la masa muscular.

Por otra parte tenemos que cuando se lleva a cabo un ejercicio de fuerza con el que se pretende desarrollar la masa muscular (lo cual tiene lugar por síntesis de nuevas proteínas contráctiles en el músculo), estos «ramificados» pueden demostrarse útiles. De hecho, estimulan este proceso.

¿Existen otros aminoácidos, aparte de los «ramificados», cuya suplementación presente interés para el deportista?

Se ha evocado el papel de varios de entre ellos como estimuladores de la hormona del crecimiento, sustancia que favorece el desarrollo de la masa muscular, y el del ácido aspártico en los procesos de recuperación que vendría a limitar la elevación de los niveles de residuos nitrogenados en la sangre. Estas aplicaciones, todavía en fase experimental, se mantienen en un carácter anecdótico y de momento no justifican su inclusión en el programa de preparación nutricional de los adeptos a los deportes de resistencia.

Hemos visto que las posibilidades de unión entre varias fuentes de proteínas permiten cubrir las necesidades de aminoácidos. Por consiguiente, ¿existe algún inconveniente para excluir algunas de ellas?

Las proteínas de origen vegetal pueden completarse de modo que se suministren todos los aminoácidos en una proporción óptima pero las mismas conservan el inconveniente de una asimilación menos buena, sin duda debido a la presencia de otros elementos constitutivos en los vegetales que obstaculizan el paso de los aminoácidos hacia las células intestinales. La solución consiste en aumentar un poco las aportaciones proteicas o bien en asociar a los cereales o a las leguminosas una pequeña porción de productos cárnicos. La asimilación del conjunto se demuestra entonces claramente mejor.

Por otra parte, incluso si desde un punto de vista teórico cabe excluir totalmente las carnes animales sin riesgo de déficit en prótidos,

se juzga preferible conservar un mínimo de ellas en la ración y diversificar tanto como sea posible las fuentes. ¿Por qué? Como ya se ha dicho anteriormente, ningún alimento, aparte el azúcar y el aceite, se compone de un solo nutriente y, junto a las proteínas que incluye, cada uno tiene sus particularidades. Conviene no olvidar que una alimentación excesivamente exclusiva puede ocasionar, a un mismo tiempo, carencias y excesos (véase la tabla).

Tabla. ELIJAMOS NUESTRAS FUENTES DE PRÓTIDOS

ALIMENTO	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Pescado	pocos lípidos yodo (pescado marino)	sin calcio sin magnesio
Despojos	pocos lípidos hierro en el hígado	ácido úrico colesterol sin Ca ni Mg
Carnes	hierro, cinc	tasa de M.G. variable sin Ca ni Mg posible: desperdicios
Charcutería	hierro, cinc, vit. B ₁	lípidos. Sin Ca ni Mg. desperdicios.
Jamón	hierro, vit. B ₁	+ o - lípidos.
Mariscos	minerales, pocos lípidos	algunas veces ácido úrico
Huevos	hierro (yema) sin lípidos (clara) vitaminas (yema)	lípidos (yema) poco Fe y Zn sin Ca ni Mg
Productos lácteos	calcio, cinc	+ o - lípidos sin Fe ni Mg
Leguminosas y soja	sin lípidos Fe, Zn, Mg vit. B ₁ , glúcidos	sin Ca calidad mediocre (déficit en un aminoácido) sin B ₁₂
Germen de trigo y levadura	vitaminas, minerales, pocos lípidos	sin B ₁₂ calidad variable
Cereales	glúcidos de índice débil, pocos lípidos Mg, Zn, fibras	calidad mediana (déficit en un aminoácido) sin Ca, Fe mal asimilado, sin B ₁₂

Tengamos bien presente esta tabla pues nos referiremos de nuevo a ella después de haber leído los capítulos que siguen.

Ejemplo

Abandonar los productos lácteos para sustituirlos por carne o pescado equivale a renunciar a sus fuentes de suministro de calcio (véase más adelante) y proceder en sentido inverso supone prescindir de alimentos ricos en hierro. El equilibrio requiere incluir los dos en la comida en cantidad razonable (volveremos sobre este punto más adelante).

¿Nos exponemos a experimentar problemas si se come un exceso de prótidos? Recordemos a este respecto que se recomienda, en el caso de una persona moderadamente activa, alrededor de 1 g/kg por día de proteínas y que para los adeptos a los deportes de resistencia o de fuerza se puede elevar esta cifra hasta llegar a 1,5-2 g/kg por día. Igualas cifras son de aplicación a los que siguen un régimen de adelgazamiento y ello por dos razones:

- el déficit energético expone a una utilización acrecentada de proteínas,
- la asimilación de los prótidos exige consumir calorías en grado superior que tratándose de lípidos o glúcidos. Consumir una ración rica en prótidos (eliendo las fuentes entre los alimentos poco grasos) eleva por tanto el consumo calórico, fenómeno éste que resulta beneficioso para perder peso.

Para una persona de 70 kg esta cifra de 1,5 a 2 g/kg por día representa una cantidad de 105 a 140 g de prótidos, lo cual se ingiere fácilmente a lo largo de una jornada y sobre la base de tres o cuatro comidas. Por razones de equilibrio global se recomienda que:

- Entre un tercio y la mitad de las proteínas sean de origen vegetal.
- Los productos lácteos proporcionen alrededor de una cuarta parte de las proteínas diarias.

Ejemplo

Tomemos el caso de nuestro atleta de 70 kg, al que se ha pedido de informar sobre sus consumos alimenticios (nos limitaremos a los componentes que constituyen fuentes correctas de proteínas):

COMIDA	PRODUCTO	PROTEÍNAS	ORIGEN
MAÑANA	1 yogur 80 g de pan	4,5 g 5,6 g	Lácteo Vegetal (C)
MEDIODÍA	80 g de soja 200 g de arroz (*) 1 huevo 80 g de pan 40 g de queso	6,4 g 4 g 6,5 g 5,6 g 12 g	Vegetal (LG) Vegetal (C) Animal Vegetal (C) Lácteo
NOCHE	150 g de pescado 80 g de pan 150 g de requesón TOTAL	30 g 5,6 g 12 g 102,2 g de los cuales	Animal Vegetal (C) Lácteo An: 36,5 g Lá: 28,5 g Veg: 27,2 g

(LG) : leguminosas - (C) : cereales

(*) peso cocido

Procedamos de igual modo respecto a nosotros y con relación a un día y veamos si diversificamos adecuadamente nuestras fuentes de proteínas:

Nuestro peso (kg):

COMIDA	PRODUCTO	PROTEÍNAS	ORIGEN
	TOTAL o sea: g/kg. día	de las cuales: Lá: Veg: An:	

La cobertura de las necesidades proteicas permite compensar las cantidades perdidas cotidianamente. Cuando las síntesis superan a la degradación, el balance es positivo y ello da lugar a un aumento del tejido magro: la conjunción de la musculación y de una ración rica en prótidos (2 g/kg por día) y aumentada en «ramificados» asegura un desarrollo de masa muscular y un aumento de fuerza física.

En sentido inverso tenemos que existen circunstancias que dan lugar a que la degradación supere a las síntesis: en este caso nos encontramos en presencia de un balance negativo y a largo plazo cabe que se produzca una pérdida de tejido magro:

1) Cuando se ingieren calorías en cantidad excesivamente reducida y los aminoácidos sirven (a través de su parte C) para liberarlas. Queda un excedente de residuos (N) que procede eliminar y el porcentaje de desperdicios se eleva. Paradójicamente este aumento es posible observarlo también en el caso de un régimen hiperproteico. ¿Por qué? Una vez han quedado cubiertas las necesidades y aseguradas las síntesis suplementarias, el excedente de prótidos se degrada para proporcionar calorías. De ello se deriva una economía de las reservas adiposas y un incremento de los desperdicios que contienen la parte (N) de los aminoácidos utilizados.

2) En el caso de un esfuerzo intenso, como cuando tiene lugar una competición, las modificaciones hormonales que con tal motivo se producen llevan, y así se ha comprobado, a una utilización acrecentada de determinados aminoácidos y a una destrucción de proteínas. De todo ello resulta:

- una acumulación de «toxinas »,
- una degradación superior a las síntesis, lo cual puede conducir a una pérdida de tejido magro (véase el capítulo dedicado a la recuperación).

Consumir un exceso de proteínas en estado de reposo se demuestra nefasto, salvo en el caso de seguir un régimen. Tal proceder favorece el ahorro de grasas y la acumulación de desperdicios.

Los deportes de resistencia producen dos efectos:

- estimular las síntesis proteicas (a nivel de los músculos),
- una acentuación de las degradaciones.

Las necesidades de prótidos (en general) y de determinados aminoácidos (en particular) experimentan, por tanto, un incremento.

EL ALCOHOL

Producto que se puede considerar, a un mismo tiempo, como droga, dopante o nutriente, el alcohol etílico o etanol puede proporcionar un complemento energético que el hígado puede degradar para liberar 7 kcal por cada gramo del mismo. A pesar de esta posibilidad, el alcohol etílico se presenta, ante todo, como un producto potencialmente tóxico y en modo alguno indispensable desde un punto de vista estrictamente higiénico. En el plano gastronómico, la respuesta difiere según las personas.

Inmediatamente después de su ingestión, el alcohol llega al torrente circulatorio, donde su tasa, o sea la alcoholemia, refleja la diferencia entre la llegada (cantidad bebida) y las salidas (orina, sudor, de-

gradación hepática, constituyendo esta última la vía de eliminación mayor). En el caso de una aportación brusca, por ejemplo después de ingerir un volumen importante en un espacio breve de tiempo o de tomar un alcohol fuerte, la capacidad hepática resulta insuficiente y la alcoholemia se eleva. El etanol penetra en el cerebro y ello da lugar a diversas anomalías, como por ejemplo reducción del campo visual, ralentización de los reflejos y de los procesos psíquicos, pérdida de control y de coordinación, embriaguez y después coma, de acuerdo con una elevación creciente del nivel de alcoholemia. A largo plazo, la repetición de las situaciones de alcoholización o la ingestión excesiva de etanol¹³ engendran graves problemas de salud, los cuales, en términos generales, son incompatibles con la práctica deportiva: cirrosis, desequilibrios nerviosos y psiquiátricos, cánceres y desnutrición.

Estos peligros ya se manifiestan con una ingestión cotidiana de 20 g de alcohol, lo cual es poco (ver tabla), pero sobre todo se revelan cuando la ingestión diaria supera los 70 g/día en los hombres y los 50 g/día en las mujeres. ¿Por qué se utiliza esta distinción? Pues debido a que, en términos generales, estas últimas toleran peor el alcohol y ello como consecuencia de dos razones:

- El etanol se distribuye en una parte del cuerpo que corresponde, en términos generales, al tejido magro. Ahora bien, considerando que las mujeres cuentan con mayor cantidad de lípidos corporales, un mismo volumen de alcohol se distribuye a través de una masa corporal inferior. Se infiere pues que la alcoholemia y los porcentajes titulares aumentan.
- Las enzimas hepáticas encargadas de degradar el alcohol no funcionan con la misma eficacia entre las representantes del sexo femenino. El alcohol se acumula, por consiguiente, en el organismo a partir de dosis menores.

¿Cómo evaluar la cantidad de alcohol ingerido?

Precisa conocer el grado de la bebida (es decir, el porcentaje en volumen de alcohol existente en el producto) y la cantidad ingerida:

Cantidad de alcohol (gramos) = (grado x 0,8 x volumen (cl)) : 10.
(0,8 corresponde a la densidad en g/l del etanol).

¹³ La noción de exceso no puede definirse más que con relación a una persona. Algunos toleran dosis aparentemente elevadas de etanol sin sufrir daño, mientras que otros (caso raro en Occidente pero frecuente en Oriente) lo experimentan desde el primer vaso. En ello intervienen factores genéticos y culturales, el estado de nutrición previo, el tipo de alcoholización (alcoholes fuertes o bebidas fermentadas) pero en modo alguno la actividad física. Practicar deporte durante toda la tarde o permanecer sentado en la oficina durante cuatro horas producen una degradación similar del etanol.

Ejemplo

Una persona bebe tres vasos de vino de 11° durante una comida. Se considera que cada vaso corresponde a un volumen de 100 ml. La cantidad de alcohol absorbido es por tanto la de:

$(11 \times 0,8 \times 30) : 10 = 26,4$ g, los cuales le proporcionarán 184,8 kcal.

¿Es posible formarse una idea de la alcoholemia a qué dará lugar? Son demasiados los factores que intervienen, como la edad, el horario de la ingestión, el hecho de que se haya tomado durante una comida, la composición de ésta, el consumo de medicamentos (tranquilizantes, antidepresivos, etc.), la graduación alcohólica de las bebidas y la presencia eventual de azúcares en ella. Es posible, como máximo, predecir la alcoholemia teórica máxima.

Ejemplo

Volvamos al caso de la persona precedente, cuyo peso es de 70 kg. El etanol se distribuye en un volumen equivalente, en términos generales, al 70 % del peso del cuerpo. La alcoholemia máxima (en condiciones de ayuno, con una toma sucesiva de tres vasos) será de:

$26,4 : (0,7 \times 70) = 26,4/49 = 0,54$

De hecho, si se toman estos tres vasos durante una comida y con cierto margen de tiempo entre ellos, el límite máximo de alcoholemia se situará a un nivel inferior a este «máximo» teórico.

Tabla. CONTENIDO EN ETANOL DE ALGUNAS BEBIDAS USUALES

Se encuentran 10 g de etanol en:
2 vasos y medio (de 10 cl cada uno) de sidra de 5°
1 caña (250 ml) de cerveza de 5°
1 vaso de vino tinto o blanco (10 cl) de 12°
1 copa de cava
1 vaso de 2,5 cl de whisky
1 vaso de 2,5 cl de aguardiente

Alcohol y deporte

Un consumo regular de alcohol puede revelarse compatible con la práctica deportiva pero con la condición de limitarse a las dosis máximas indicadas en el recuadro precedente y de evitarlo antes de una competición. En efecto:

- El alcohol, al perturbar los procesos de conservación del agua en el organismo, los cuales se desarrollan bajo dependencia hormonal, favorece la deshidratación.

- Altera el metabolismo de los glúcidos, dando sobre todo lugar a una acumulación precoz de ácido en el músculo, lo cual resulta incompatible con la consecución de unos buenos resultados en las distancias cortas.

- Favorece la elevación, en la sangre, de la tasa de determinados desperdicios, como por ejemplo el ácido úrico, fenómeno más bien nefasto antes de una competición. Estos tres últimos puntos explican por otra parte que el etanol, aun cuando muy apreciado en esta ocasión, debe evitarse en fase de recuperación.

- Asimismo cabe añadir que provoca una disipación acrecentada del calor, lo que resulta nefasto tratándose de competiciones que se disputan con clima frío.

- Igualmente tenemos que a pesar de la presencia de vitaminas o minerales en la cerveza o el vino no se trata, pese a ello, de alimentos «interesantes» desde un punto de vista nutritivo. De hecho, las bebidas que incluyen alcohol proporcionan lo que se denominan «calorías vacías». En términos claros cabe subrayar que estas bebidas no liberan la cantidad suficiente de vitaminas y de minerales comparativamente con su riqueza energética. Recordemos que un gramo de alcohol libera 7,1 kcal y que además determinados alcoholes fuertes¹⁴ contienen asimismo un elevado número de azúcares simples, lo cual desequilibra notoriamente la ración. En fin, señalaremos que determinadas vitaminas ven su metabolismo perturbado cuando se produce una ingestión importante de alcohol, al paso que diversos minerales sufren una excreción acrecentada a través de la orina. El efecto nefasto del alcohol sobre estos elementos es, por consiguiente, doble.

El consumo de alcohol por parte de aquellas personas deseosas de perder peso o sometidas a un régimen dietético severo no es una medida juiciosa: la ingestión cotidiana de 40 g de alcohol representa 280 kcal, las cuales habría proporcionado, en ausencia de este alcohol, el consumo de 30 g de lípidos de la reserva. Añadamos a esto

¹⁴ Se distinguen dos categorías de bebidas alcohólicas: las fermentadas y las destiladas. Las primeras, que engloban el vino, la cerveza y la sidra, se obtienen a partir de la fermentación de determinadas plantas. Su graduación alcohólica es poco elevada (12° máximo salvo alguna excepción) e incluyen otros elementos (vitaminas, minerales, taninos, etc.) que pueden conferirles un papel nutritivo menor. Así se explica el impacto beneficioso que una ingestión moderada de vino ejerce sobre las enfermedades cardiovasculares. Las segundas, a las cuales una operación suplementaria las ha enriquecido en alcohol pero empobrecido en otras sustancias nutritivas, se revelan mucho más nefastas. Su graduación alcohólica puede ser muy elevada. Se les atribuyen buen número de estragos y responsabilidades en la expansión del alcoholismo entre los jóvenes y las mujeres.

que el etanol propicia la formación de estas reservas adiposas, comprendiéndose el inconveniente que representa dentro del marco de un régimen alimenticio.

Tratándose de una persona con peso de forma, una ingestión moderada de alcohol durante las comidas, por ejemplo un vaso de vino o una cerveza en cada una de ellas, puede mejorar la situación corriente sin que de ello se deriven consecuencias.

Conocedor de sus hándicaps pero también del placer que el alcohol proporciona dentro del marco de una alimentación diversificada y agradable, cada deportista deberá determinar el lugar que va a conceder a las bebidas alcohólicas.

EL AGUA

Con este nutriente abordamos la presentación de aquellos que si bien no proporcionan ninguna caloría no por ello desempeñan un papel menos crucial en el funcionamiento de nuestro organismo. ¿En qué aspecto el agua se revela tan importante?

Constituye el 70 % (por término medio) del peso del hombre, lo cual viene a ser una cifra importante. El porcentaje es un poco más bajo en las personas cuya adiposidad es elevada.

Ejemplo

Nuestro corredor de 70 kg, que no es especialmente adiposo, cuenta con: $70 \times 0,7 = 49$ kg de agua.

Ahora bien, pese a esta abundancia, resistimos muy mal el perder siquiera un reducido porcentaje de este precioso capital, lo cual nos condena a beber para compensar nuestras pérdidas.

¿Qué papeles, de carácter tan esencial, juega por tanto el agua?

Interviene a un mismo tiempo en la estructura de los tejidos y en el buen desarrollo de la mayoría de procesos fisiológicos. Recordemos las enzimas, de las que hemos hablado precedentemente.

Su acción no puede ejercerse más que en unas condiciones muy particulares de temperatura, de salinidad, de acidez pero, sobre todo, de hidratación. Si el agua escasea, las reacciones se desarrollan con dificultad. Por otra parte tenemos que la sangre, que sirve de medio de transporte a una multiplicidad de agentes importantes, incluye entre sus componentes el plasma, sin el cual el abastecimiento de las células se efectuaría mal. Además lleva a cabo el drenaje de los desperdicios, algunos de los cuales son poco solubles, con lo que una carencia de agua puede favorecer su sedimentación. Esto explica el que la deshidratación pase por ser una de las causas principales de la tendinitis ya que los compuestos diluidos en solución, al ver que su tasa se eleva debido a la pérdida de agua, se depositan en los tejidos poco irrigados, como es el caso para los tendones.

Otro papel crucial en el caso del deportista: el agua sirve de líquido de refrigeración y su déficit puede perturbar la termorregulación (es decir, la defensa del organismo contra el recalentamiento) con todos los riesgos que este estado comporta.

Cabe distinguir, de hecho, dos sectores por lo que se refiere al agua corporal:

- El agua celular: Acapara alrededor de las tres cuartas partes del total, o sea cerca de la mitad del peso corporal. Permite el desarrollo y ejecución de las reacciones químicas en nuestras células pero también favorece los movimientos de minerales y de otras partículas (véase el recuadro) así como el almacenamiento de glucógeno. Conviene recordar que 2,7 g de agua acompañan a cada gramo de glucosa así almacenada. Este agua de reserva podrá ser liberada en un momento dado cuando la «super» se descompondrá en glucosa. Estas reservas pueden representar un volumen no desdeñable.

Ejemplo

Un corredor de 70 kg, que dispone de aproximadamente 16 kg de músculos a nivel de las piernas, llega a unas reservas máximas de glucógeno de 40 g/kg. Esto representa un total de 640 g de glucógeno. Simultáneamente almacena: $2,7 \times 0,64 = 1,72$ l de agua.

- Agua extracelular: Se trata sobre todo de plasma sanguíneo, de líquido cefalorraquídeo (el que baña el cerebro y la médula espinal), de secreciones glandulares y digestivas o de líquido sinovial.

El agua es el disolvente del organismo y en ella cabe encontrar diversas sustancias, entre las cuales se encuentran los minerales. En la sangre se encuentra sobre todo cloro (Cl) y sodio (Na), es decir, cloruro de sodio que no es otra cosa que lo que se conoce como «sal de mesa». En las células, en cambio, lo que predomina es el potasio (K).

Siendo el agua tan importante ¿se han calculado las necesidades? Éstas se corresponden con el volumen que permite compensar las pérdidas hídricas diarias, las cuales son muy variables y dependen de factores diversos, tales como:

- la alimentación,
- la temperatura ambiente,
- la toma eventual de sustancias con acción diurética (cafeína, alcohol),
- la actividad física,
- la sequedad del aire.

Para una persona normalmente hidratada *las pérdidas urinarias se estiman en 1,5 litros/día*.

En el caso de una ingestión abundante de té o de café, o también de agua a un nivel excedentario, las pérdidas urinarias pueden doblarse.

Las otras pérdidas tienen lugar a través de: las deposiciones (100 ml), los pulmones (vapor de agua: 500 ml y mucho más en el caso de altitudes elevadas o de esfuerzos) y la piel (400 ml por transpiración). Dado que en estado de reposo el agua evacuada a consecuencia de la transpiración es vaporizada de forma gradual, no se forman gotas de sudor y no se tiene conciencia de la existencia de este fenómeno.

En total, para una persona poco activa, las pérdidas hídricas cotidianas alcanzan los 2.500 ml.

Tratándose de un deportista, la sudoración aumenta considerablemente estas pérdidas. Las bebidas (2/3) y los alimentos (1/3) deben colmar esta carencia.

Ejemplo

Podemos recapitular las ingestas hídricas de la jornada con ayuda de la tabla que sigue a continuación y en la que se detallan los porcentajes de agua en los principales alimentos que la contienen. Se trata, esencialmente, de las verduras y los productos lácteos.

ALIMENTO	AGUA
Verduras	90 %
Fruta	85 %
Yogur, requesón	80 a 90 % (según el % de M.G.)
Zumo de fruta	90 %
Leche	85 a 90 % (según el % de M.G.)

He aquí la recapitulación de la toma de líquido de nuestro corredor.

ALIMENTO	AGUA
Café: 2	300 ml
Zumo de fruta	200 ml
Agua	1,5 l
Fruta y verduras 500 g	460 ml
Leche: 1/8	100 ml
Yogur: 1	120 ml
TOTAL	2.680 ml

Hagamos lo mismo respecto a nosotros.

ALIMENTO	AGUA

Durante el esfuerzo se pierde mucha más agua

Hemos visto que durante cada actividad física, de un 75 a un 80 % de las calorías liberadas sirven para proporcionar calor. La sudoración permite eliminar este excedente.

Es la vaporización del sudor la que hace eliminar el calor. El agua que resbala por la piel no enfria.

¿Cómo se desarrolla este efecto?

Tengamos presente que se necesitan 0,83 kcal para elevar en 1 °C la temperatura de 1 kg de nuestro cuerpo, o sea 58 kcal para una persona de 70 kg.

Supongamos que no disponemos de sistema alguno de refrigeración. ¿Qué es lo que habrá pasado al cabo de una hora de carrera?

Ejemplo

Nuestro corredor de 70 kg cubre 15 km, lo cual corresponde a un consumo calórico de 1.050 kcal. Esto significa que sin sistema de refrigeración su temperatura corporal aumentaría:

$$0,80 \times 1.050 : (70 \times 0,83) = 14,4 \text{ °C.}^{15}$$

Es de todo punto obvio que habría muerto antes de haber podido cubrir su recorrido.

Durante el esfuerzo, la sudoración permite eliminar este exceso de calor pero el proceso se verá obstaculizado en el caso de que la temperatura exterior sea elevada, la humedad del aire importante y la irradiación solar intensa. Estas variables ayudan a definir en qué medida la refrigeración resulta posible.

Comparemos lo que ocurre en nuestro organismo con lo que sucede en el motor de un automóvil. El calor es transportado desde el punto en que se produce (los pistones) hasta el radiador que lo disipa gracias a un líquido refrigerante. Igual proceso se desarrolla en nuestro cuerpo; el calor se forma en los músculos y la sangre lo lleva hacia la piel donde acto seguido se disipa. Por cada litro de sudor evaporado, 580 kcal no se almacenan en nuestros tejidos. Dicho de otro modo, si volvemos al ejemplo del corredor que cubre 15 km en una hora, veremos que el excedente de calor es sólo de: $(1.050 \times 0,8) - 580 = 260 \text{ kcal}$.

La temperatura corporal no corre el riesgo de subir más que de: $260 : (0,83 \times 70) = 4,5 \text{ °C}$. Aun cuando mucho más bajo que el precedente, este valor todavía corresponde a un aumento peligroso.

De hecho, la elevación será menor ya que intervienen otros sistemas anexos de refrigeración, esponjamiento, radiación y convección. Además tenemos que la ingestión de un líquido más frío que la temperatura corporal hace que llegue a los intestinos a 37 °C (o más), lo cual absorbe asimismo calor.

Dado que la evaporación del sudor da lugar a la eliminación de 580 kcal ¿significa tal hecho que cuanto más se suda más se adelgaza?

Esto no tiene nada que ver. Siempre se consume la misma cantidad de calorías, tanto si se corre abrigado con una prenda caliente como si se hace con algo ligero. Se produce la misma cantidad para

¹⁵ El valor 0,8 corresponde al hecho de que un 80 % de la energía producida se elimina bajo forma de calor.

la energía mecánica y también la misma bajo forma de calor. Eliminar 580 kcal significa simplemente que se evita el «recalentamiento» del organismo. Por otra parte cuanto más abrigado y menos se vaporiza el sudor, también menos se consigue enfriar los tejidos.

Hemos visto que a medida que se elimina calor y se suda también se produce deshidratación, con lo que situamos el organismo frente a un dilema. ¿Continuamos perdiendo agua para evitar el sobrecaleamiento o bien toleramos una cierta hipertermia para la retención del agua corporal? Esta hipertermia, como reacción a la deshidratación, aparecerá tanto más rápido cuanto menos se sude, mientras que lo conveniente sería precisamente lo contrario, es decir, producir más y más sudor. En ausencia de un reabastecimiento, el organismo se inclina, en general, por la segunda solución ya que la irrigación de los tejidos nobles (cerebro, etc.) prevalece.

¿De dónde proviene el sudor?

Son las glándulas sudoríparas, situadas cerca de la superficie de la piel, las que lo fabrican a partir del plasma sanguíneo y lo llevan hasta ella a través de canales apropiados. Un buen sistema de refrigeración necesita la presencia abundante de estas glándulas. Sin embargo y a la larga, esta producción de sudor constituye una desventaja pues da lugar a que el volumen sanguíneo disminuya. Para compensar una parte del agua de las células llega a la sangre y resulta eliminada. Esto es tanto más posible cuando el metabolismo está más activado y se liberan más sustratos, lo cual influye sobre la ósmosis (véase recuadro) en el sentido de una transferencia del agua de los tejidos hacia el plasma. Las pérdidas hídricas pueden por tanto afectar finalmente los dos compartimientos de agua de nuestro cuerpo. Debido a tal circunstancia, con motivo de ejercicios alargados, estas reservas constituyen el factor limitativo y si no se bebe durante el esfuerzo hará su aparición la deshidratación.

Beber durante el esfuerzo previene la deshidratación.

El deportista suele estar mal informado acerca de sus necesidades hídricas. Mientras que en estado de reposo, la sed le permite adaptar adecuadamente sus ingestiones (incluso se va más allá de lo necesario bebiendo «sin sed» un trago en compañía de los amigos), durante una actividad física y por razones desconocidas, la sed ya no presenta esta fiabilidad. Además, otros problemas (período de tiempo para la asimilación, naturaleza del producto ingerido, etc.) acrecientan todavía más la latencia entre la pérdida de agua y la respuesta correctora aplicada. Siempre existe una deshidratación

relativa con relación al esfuerzo pero conviene evitar que alcance proporciones excesivamente importantes.

Cuando durante el esfuerzo se tiene sed ya es demasiado tarde. Es preciso, por tanto, imponerse la obligación de beber antes.

La deshidratación

¿A quién afecta? Se ha constatado, comparando las pérdidas de peso tras recorrer diferentes distancias, que los corredores de maratón presentan un déficit hídrico superior al de los practicantes de todas las demás distancias, las más cortas ciertamente pero también las correspondientes al gran fondo. Como corolario de esta observación se constata que al final de esta «distancia reina» las hipertermias son más importantes. ¿Por qué esta especificidad en las carreras de 42 km?

El nivel de sudoración depende, para una persona dada, de la intensidad y la duración del esfuerzo. Cuanto más se corre con una intensidad elevada más agua se pierde pero esto no dura mucho tiempo. Como valor total el déficit se mantiene limitado en el caso de competiciones de menos de treinta minutos. Si la duración es de una hora, ya resulta importante. En sentido inverso, en el gran fondo la intensidad más débil no expone a pérdidas horarias exageradas y el problema es menor para hidratarse de nuevo. El maratón se encuentra en el confín de los deportes intensos y prolongados: se va lo suficientemente deprisa como para perder mucha agua en sesenta minutos y dura lo bastante como para que los atletas con poca inclinación a beber presenten un importante déficit hídrico al final del recorrido. Además, sobre esta disciplina existe toda una cultura «hidrófoba»: un maratoniano bebe poco ¡incluso durante los entrenamientos!

Esto no se produce sin consecuencias, sobre todo entre los corredores experimentados. Se ha subrayado en varias ocasiones que los problemas músculo-tendinosos, propiciados por una deshidratación tisular, y las litiasis renales, vinculadas a una mala irrigación de los riñones, afectan con mayor frecuencia a los corredores en los que concurren las características siguientes:

- un buen nivel de rendimiento,
- una antigüedad en la práctica deportiva,
- el hábito de mantener la sobriedad en la carrera.

Los «buenos» corredores educados para no beber durante la competición se exponen, con la repetición de estos episodios de deshidratación, a sufrir complicaciones a largo plazo que podrían evitar dando muestras de un poco de sensatez hídrica.

Por otra parte tenemos que la deshidratación provoca asimismo unos efectos negativos inmediatos. Recordemos que se manifiesta a través de un descenso acusado (del rendimiento físico) vinculado a una disminución del volumen sanguíneo así como de la capacidad de enfriamiento. En ciertos casos se instaura un círculo vicioso: la producción de sudor puede verse frenada debido a la menor disponibilidad de agua y, debido a ello, la capacidad de enfriamiento se reduce todavía más.

Se aconseja al deportista deseoso de compensar adecuadamente sus pérdidas hídricas, teniendo en cuenta la imposibilidad de hacerlo de un modo integral durante el ejercicio, de proceder a ello desde el mismo momento en que acaba. Para que así sea deberá evaluar su déficit de agua (por ejemplo pesándose) después de sus sesiones de entrenamiento y teniendo en cuenta lo que ha ingerido durante cada una de ellas determinar sus necesidades suplementarias para el día.

¿Es suficiente beber agua durante la carrera?

El reabastecimiento durante el esfuerzo responde a un doble objetivo:

- rehidratar,
- aportar glúcidos de apoyo para prevenir la hipoglucemia y retratar el agotamiento de las reservas de glucógeno. Ahora bien, de los numerosos trabajos llevados a cabo sobre este tema se infiere que las soluciones asimiladas con mayor rapidez son las que contienen glúcidos y sal y que se clasifican como «isotónicas» o «hipotónicas». Las bebidas excesivamente concentradas se asimilan más lentamente y ocasionan trastornos digestivos, y el agua pura no es superior. ¿Por qué? Simplemente porque la glucosa y el sodio (Na) mejoran la asimilación del agua a nivel intestinal.

SESIÓN	PÉRDIDA HÍDRICA	INGESTIÓN DE BEBIDA	SITUACIÓN

Duro límite...

Siendo ello así, querer reabastecerse no es suficiente. Es preciso también que se puedan ingerir los fluidos de los que se tiene necesidad. Nuestro estómago no puede absorber demasiado líquido de una

sola vez y, aparte de ello, nuestras funciones digestivas también tienen sus límites. Debido a tal circunstancia el máximo de líquido que se puede ingerir en un espacio de tiempo dado raramente permite compensar las pérdidas.

Además tenemos que con motivo de actividades intensas a menudo resulta difícil beber sin inhalar al mismo tiempo un poco de aire. A causa de ello pueden producirse eructos y molestias abdominales que disuadirán al atleta de beber, corriendo de este modo el riesgo de deshidratarse.

Otro proceso a tener en cuenta es el paso del agua desde el estómago a los intestinos donde es absorbida. Se habla entonces de «vaciado gástrico» y son múltiples los factores que lo influyen.

No se trata del caso del nivel de entrenamiento (experimentado o crack, todos tenemos un estómago igualmente rápido) pero otros factores intervienen:

- La intensidad del esfuerzo (cuanto mayor es la intensidad menor es la absorción de agua).
- La composición en glúcidos (ya que, como señalan los especialistas, raramente se bebe agua pura).
- El volumen ingerido (cuanto más lleno se halla el estómago, con mayor rapidez pasa el agua a los intestinos hasta alcanzar un volumen de 700 ml).
- La osmolaridad de las bebidas (véase recuadro en página siguiente). Volveremos otra vez sobre este punto más adelante en esta obra.

¿Por qué motivo las bebidas «hipertónicas» provocan tanto malestar? La llegada de un líquido hipertónico al tubo digestivo da lugar a un trasvase de agua desde las células a éste. Este movimiento de líquido acrecienta la deshidratación ya que empobrece todavía más estas células por lo que a agua respecta. En contraposición tenemos que este aflujo de agua provoca una diarrea. Por consiguiente cabe decir que se produce, con carácter simultáneo, una carencia de agua en las células y un excedente de ella en su parte externa. Tal hecho explica el que ocasionen con frecuencia trastornos digestivos, sobre todo cuando se llevan a cabo ejercicios muy intensos.

Para rehidratarse bien es preciso evitar las bebidas hipertónicas durante el esfuerzo.

¿Qué problema plantean tales bebidas durante las competiciones? Todo ejercicio llevado a cabo a más de un 70 % del máximo da lugar a una redistribución de la sangre todavía más acusada en beneficio de los músculos, y el tubo digestivo dispone por ello de una menor

cantidad para efectuar su trabajo. Este fenómeno plantea un grave problema ya que, en general, las competiciones se desarrollan a una intensidad superior a este «umbral». En tal caso, las bebidas glucídicas hipo o isotónicas presentan, por consiguiente, una superioridad evidente.

ÓSMOSIS, OSMOLARIDAD

El término «ósmosis» designa «el movimiento de las moléculas de disolventes, a través de una membrana hacia una zona en la que se encuentra una concentración más elevada de un soluto (es decir, de un compuesto en solución) respecto a la cual la membrana se manifiesta impermeable». Se da el nombre de «osmolaridad» de una solución a la cantidad de partículas activas que ocasionan un movimiento de agua. Ésta emigra del compartimiento dotado de la más fuerte osmolaridad hacia aquel en que aparece más débil. Teóricamente, este traspase debe durar hasta que las dos osmolaridades se igualan. Ambas dependen, por consiguiente, directamente del número de moléculas libres en la solución. Por ejemplo, un polímero con diez moléculas de glucosa posee la misma osmolaridad que una molécula libre de glucosa. Esta característica hace que resulte ventajosa la utilización de los polímeros en las bebidas para deportistas ya que permite proporcionar una bebida rica en glucídicos pero que, sin embargo, es hipo o isotónica. ¿Qué significan estos términos? Una bebida isotónica posee una osmolaridad igual a la del plasma sanguíneo. Cuando la osmolaridad del líquido supera a la del plasma se habla de «hipertónia» y en el caso contrario de «hipotonía».

¿En qué medida la presión osmótica de las soluciones perturba los movimientos de agua? Cuando una bebida más hipertónica que los líquidos orgánicos penetra en los intestinos se produce el fenómeno descrito anteriormente: el agua pasa de los tejidos al interior de aquéllos hasta que las osmolaridades llegan a igualarse.

En competición o durante un esfuerzo intenso, la asimilación de las bebidas disminuye. Se elegirán entonces productos muy diluidos (hipotónicos) que será preciso beber a partir del comienzo del calentamiento.

¿Es preciso beber de una sola vez o repartirlo entre varias?

El fraccionamiento de la toma no afecta la rehidratación: las soluciones hipo o isotónicas abandonan el estómago con la misma rapidez tanto si se administran en una sola vez o en varias. Con una osmolaridad superior, el paso del líquido a los intestinos se ralentiza y debido a ello la cantidad de agua absorbida cada minuto disminuye.

RENDIMIENTO Y DESHIDRATACIÓN

¿Qué efecto ejerce realmente la deshidratación?

Afecta las posibilidades de rendimiento, altera la asimilación de las bebidas energéticas y puede, sobre todo, llevar al organismo a una situación de peligro. Con frecuencia se destaca que las posibilidades en cuanto al rendimiento disminuyen cuando la deshidratación alcanza un 2 % del peso corporal mientras que una pérdida del 5 % equivaldría a una caída de las capacidades que es igual a un 30 %. Estas cifras se apoyan, sin embargo, sobre datos antiguos poco fiables. A pesar de ello se siguen utilizando como referencia.

De hecho, las pérdidas de líquido del organismo se distribuyen en proporciones variables entre los líquidos extracelulares y el agua celular. La disminución del volumen plasmático que acompaña a la deshidratación puede alterar, en grado muy acusado, las capacidades físicas mientras que el déficit hídrico que afecta a los otros compartimientos influye mucho menos.

¿Por qué esta distinción?

Se sabe que es preciso mantener una irrigación suficiente de los músculos para que puedan llegar a ellos el O_2 y los sustratos necesarios pero también una aportación sanguínea correcta a nivel epidérmico para la termorregulación. Cuando la deshidratación ha alcanzado una fase avanzada puede resultar difícil abastecer correctamente estos tejidos. Igualmente tenemos que la reducción del volumen sanguíneo da lugar a una menor irrigación del tubo digestivo, lo cual provoca la aparición de trastornos gastrointestinales. La asimilación de los fluidos se reduce claramente y buen número de glucídicos escapan al proceso de asimilación y provocan fermentaciones o diarreas.

¿QUÉ PORCENTAJE DE NUESTRO PESO HEMOS PERDIDO?

SESIÓN	PESO ANTERIOR (P1)	PESO POSTERIOR (P2)	% DE PÉRDIDA (P1-P2) x 100/P1

La hiponatremia

En su afán de prevenir la deshidratación, algunos corredores de gran fondo y triatletas especialistas de las largas distancias, han descubierto un trastorno paradójico: la hiponatremia, es decir el descenso acusado de la tasa de sodio (Na) en la sangre, o sea uno de los componentes de la sal de mesa. Este fenómeno, bastante raro, se produce en apenas un 2 % de los practicantes, lo cual representa un cierto número de casos anuales. ¿De qué se trata? El sudor no se compone únicamente de agua, sino que también cabe encontrar en él minerales, sobre todo Na, pero su presencia viene representada por tasas inferiores a las del plasma. Debido a ello se ha venido pensando durante mucho tiempo que este mineral no era necesario en las bebidas especiales para el momento del esfuerzo deportivo. Sin embargo ¿qué es lo que ocurre si una persona que suda relativamente poco bebe con frecuencia y opta por líquidos en los que la sal se halla presente en cantidad muy reducida o bien simplemente ausente? Pues que se traduce en un «anegamiento» progresivo del organismo. En estado de reposo, si se produce una ingestión masiva de agua, las hormonas estimulan la diuresis, lo cual asegura la eliminación del excedente. Con ello, la osmolaridad del plasma no experimenta variación alguna. Para que la regulación sea más precisa, estas hormonas poseen su propia «antihormona», la ADH, la cual inhibe la diuresis. Ahora bien, durante el esfuerzo su secreción aumenta y el excedente ingerido permanece por consiguiente durante más tiempo en nuestro cuerpo, con lo que la osmolaridad corre el riesgo de sufrir un fuerte descenso. Además tenemos que la sal perdida a través del sudor no es sustituida y el resultado es una cantidad disminuida en un volumen de agua acrecentado. En tales circunstancias se produce una reducción anormal de la tasa de sodio (Na) en la sangre, o sea una hiponatremia. Si tenemos en cuenta que la natremia regula la presión sanguínea, cabe que de tal situación se deriven indisposiciones, vértigos y eventualmente pérdidas del conocimiento y edemas.

En el caso de esfuerzos cuya duración sea superior a las dos horas, si bebemos mucho, elijamos una bebida que contenga al menos 250 mg de sodio por litro.

¿Pueden constituir un sustitutivo las pastillas de sal?

Su llegada al tubo digestivo crea un estrés osmótico importante, el cual, sobre todo en una persona que esté mal hidratada, puede ocasionar graves diarreas. Por tanto, conviene evitarlas.

La sal soluble es preferible a las pastillas.

Si el esfuerzo dura menos de dos horas o bien efectuamos un re-

corrido de gran fondo pero sudando moderadamente no corremos riesgo de hiponatremia.

La buena estrategia

Cabe resumirla en unas pocas y sencillas reglas:

- Hidratarse suficientemente y pronto, a intervalos regulares y con ayuda de una bebida isotónica o incluso más diluida que aporte un poco de sodio.
- Adoptar medidas complementarias como el esponjamiento, la utilización de prendas de vestir de tonos claros, la búsqueda de sombra o la adopción de un ritmo regular (más lento en el caso de que haga calor) que permitan enfriar el organismo sin pérdida hídrica.
- Seguir un régimen rico en glucídicos a lo largo de los dos o tres días que precedan a la competición ya que con ello se favorece la formación de reservas acrecentadas de glucógeno. Ahora bien, conviene recordar que con cada gramo de glucosa que pasa a formar parte de la reserva, se almacenan 2,7 gramos de agua que son progresivamente liberados durante el ejercicio.
- Reponer el déficit de agua (inevitable) provocado por el entrenamiento procediendo a beber desde el momento del regreso de la sesión (hasta llegar a medio litro en una hora). Preferir el agua bicarbonatada en el caso de una sesión «dura» o en caso extremo un producto lácteo ya que la alcalinidad de ambos nos ayudará a eliminar el ácido acumulado en nuestros músculos y nuestra sangre (véase el capítulo dedicado a la «recuperación»).
- Hidratarse regularmente, un poco durante las comidas (pero no demasiado para no diluir los jugos gástricos) e igualmente fuera de ellas. Esta estrategia de hidratación continua nos asegura el mantenimiento de nuestro equilibrio hídrico. La presencia de orinas claras y abundantes, incluso varias horas después de un entrenamiento, constituirá un claro indicio de su eficacia.

LOS MINERALES

Los minerales, al igual que los oligoelementos de los que nos ocuparemos más adelante, son sustancias esenciales para el buen funcionamiento del sistema muscular o el de numerosos procesos biológicos. El crecimiento, la reparación de los tejidos lesionados, la contracción muscular, el equilibrio hídrico, la transmisión del estímulo nervioso y de múltiples reacciones enzimáticas dependen de su presencia en cantidad suficiente. Lo mismo cabe decir de los oligoelementos.

Nuestra ración alimenticia debe proporcionárnoslos todos los días para sustituir las cantidades perdidas. Si bien muchas de estas sus-

tancias no son necesarias más que en reducida cantidad no se puede dar por sentada su presencia en los diversos nutrientes y a tal fin conviene recordar que una carencia de las mismas puede tener consecuencias nefastas sobre la forma física y el estado de salud. Pese a ello, parece ser un hecho frecuente el que su aportación deba considerarse insuficiente para un buen número de los mismos.

Una cuestión que se plantea a menudo es la de saber qué diferencia existe entre los oligoelementos y los minerales. A este respecto diremos que guarda relación con los porcentajes respectivos de presencia en nuestro organismo.

Los minerales han de representar por lo menos 1/10.000 del peso del cuerpo mientras que los oligoelementos constituyen un máximo de 1/100.000.

Ejemplo

En una persona de 70 kg, la cantidad de un mineral presente en su organismo debe corresponder a por lo menos:

$70.000 \text{ (g)} / 10.000 = 7 \text{ g}$. El hierro, cuyo porcentaje en el organismo se acerca a los 50 mg/kg, o sea un total de 3,5 g para una persona de 70 kg, no se sitúa por tanto en esta categoría. Por contra, un oligoelemento debe representar como máximo:

$70.000 \text{ (g)} / 100.000 = 700 \text{ mg}$. Tampoco entra en esta categoría, en la que sin embargo se le sitúa muchas veces por comodidad. Por el contrario, el calcio, el magnesio (24 a 28 g), el fósforo, el potasio y el sodio figuran entre los minerales.

Los principales oligoelementos son el hierro, el cinc, el cobre, el selenio, el cromo y el manganeso (todos ellos considerados aquí) así como el flúor, el yodo, el cobalto, el molibdeno, el silicio, el níquel, el vanadio y... el arsénico. Se ha podido, respecto a todos los indicados, demostrar su presencia y su función fisiológica pero sólo los seis mencionados en primer lugar ven modificarse sus necesidades o su acción en el caso de una actividad física prolongada o mantenida.

Nos ocuparemos por tanto, uno tras otro, de:

Los minerales: sodio (Na), potasio (K), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe).

Los oligoelementos: cinc (Zn), cromo (Cr), cobre (Cu), selenio (Se) y manganeso (Mn).

Las reservas minerales

Los contenidos minerales varían según sean los tejidos y los elementos considerados. Así tenemos que los huesos son muy ricos en calcio y en fósforo mientras que el magnesio y el potasio abundan en los músculos, y que la sangre y los líquidos extracelulares contienen

un elevado nivel de sodio (Na) y de cloro (Cl). Ahora bien, el que los minerales entren a formar parte de la composición de diversos tejidos, como los músculos o los huesos, no significa en modo alguno que se hallen bajo una forma disponible o movilizable en el caso de que se produzca un déficit. Muchos de estos minerales se encuentran de hecho «vinculados» a estructuras enzimáticas y sólo una ínfima parte del total presente en el organismo puede ser utilizada.

La cantidad de minerales presentes en la sangre depende del equilibrio entre las entradas (alimentos) y las salidas (sudor, orina, deposiciones). Todo aumento experimentado por una de estas salidas, como es el caso cuando concurre la práctica deportiva, necesitará una aportación compensatoria a través de nuestra ración. Veamos pues qué es lo que ocurre con cada uno de ellos.

EL SODIO (Na)

El porcentaje de agua existente en los tejidos y en los líquidos del organismo depende de la presencia de ciertos minerales. El sodio es, entre ellos, el más abundante en el líquido extracelular. Es uno de los principales componentes del sudor, y las pérdidas sudorales algunas veces abundantes observadas en determinadas condiciones de esfuerzo (véase el capítulo dedicado al agua) llevan a formularse la pregunta de cuáles son los riesgos que conlleva el déficit en sodio (Na) para el deportista. De hecho, la concentración de minerales es más baja en el sudor que en la sangre y, debido a tal circunstancia, la deshidratación que acompaña a los esfuerzos en los que se sudan mucho da más bien lugar a una mayor presencia relativa de minerales en la sangre: su tasa aumenta, por lo menos si no se bebe nada durante el esfuerzo. En el caso contrario todo depende del tipo y volumen del líquido ingerido. Cuando no se compensan las pérdidas hídricas más que con agua pura se neutraliza la carencia pero no se reponen los minerales perdidos: de hecho, lo que se hace es diluirlos. De tal situación puede derivar un descenso de la tasa de sodio, fenómeno que recibe el nombre de hiponatremia y que se caracteriza por una caída de tensión, indisposiciones y problemas de coordinación y que algunas veces se salda con un coma... e incluso la muerte, lo cual afortunadamente sólo ocurre con carácter excepcional.

Se observa únicamente en el curso de sesiones o de competiciones muy prolongadas en las que los volúmenes eliminados e ingeridos superan los seis litros. Tal posibilidad no afecta, por consiguiente, más que a quienes practican las «ultradistancias» (maratón y ultramaratón, triatlón B y C) y como máximo entre un 2 y un 5 % de los atletas, es decir, a quienes omiten añadir sal a su bebida, se contentan con agua pura o bebidas de cola, las cuales son ciertamente ricas en glúcidios pero hipertónicas y, sobre todo, desprovistas de sodio.

Si nuestro ejercicio supera las dos horas de duración y sudamos mucho, deberemos ingerir una bebida que contenga sal.

¿En qué cantidad? De acuerdo con numerosos estudios emprendidos sobre este tema, son necesarios entre 250 y 500 mg de sodio, bajo forma de sal, por cada litro de bebida consumida durante el ejercicio, y velando para que sea isotónica o hipotónica (véase el capítulo sobre el agua). Sin embargo, no siempre es éste el caso y, en esta hipótesis, mejor que elaboremos nosotros mismos la bebida, añadiendo a la misma 1 g de sal por litro (esta cantidad asegura la aportación óptima de sodio).

¿No se podría, en lugar de proceder a esta manipulación delicada, considerar la toma de sal en pastillas? A este respecto diremos que la llegada de sodio al tubo digestivo crea una demanda de agua en los intestinos, lo cual ocasiona, a un mismo tiempo, una diarrea y una deshidratación. La toma simultánea de agua no evita este sinsabor ya que, como hemos señalado anteriormente, la cantidad de sal así ingerida corresponde a la que sería necesario añadir a un litro de bebida. No es uno o incluso dos vasos los que conseguirán cambiar gran cosa.

Otra ventaja reconocida del sodio es que acelera el vaciado gástrico (en otros términos, mejora el paso de líquidos desde el estómago a los intestinos) y aun cuando esto no se traduce necesariamente en una rehidratación acelerada, la impresión de pesadez gástrica y la molestia a que puede dar lugar desaparecen.

En fin, mejora la asimilación de la glucosa, lo cual hace que sea ventajosa su presencia en las bebidas consumidas durante un ejercicio.

¿Se ingiere demasiada sal?

Componente de nuestra alimentación, proporcionada por numerosos alimentos (incluso por muchos que nos dejan una impresión de insipidez), añadida a nuestros platos, suministrada por el agua, no nos falta jamás. Las aportaciones recomendadas siempre se ven ampliamente cubiertas, hasta el punto de que algunos de nosotros ingerimos, en ciertos momentos, 5 veces más de lo preciso. En otros tiempos se atribuía a la sal una parte de responsabilidad en la aparición de la hipertensión arterial. De este modo quedaba excluida (parcialmente) de numerosos regímenes llamados «sin sal». Igualmente se creía que adoptar una ración moderadamente rica en sodio impedía que surgiese este problema. Hoy en día sabemos que nada de esto es cierto, sobre todo teniendo en cuenta que existen una serie de hormonas cuyo cometido es asegurar el mantenimiento del porcentaje óptimo de Na en la sangre. Añadir sal a los alimentos no supone por consiguiente ningún peligro, salvo en el caso de determinadas patologías renales o cardíacas o también cuando se trata de un

condimento enriquecido con flúor o yodo, en cuyo caso conviene utilizarlo con moderación ya que existe un riesgo de sobredosis, sobre todo para los niños.

El potasio (K)

Se trata del mineral más abundante en nuestras células ya que su tasa resulta ser treinta veces superior a la observada en la sangre. Este mineral interviene en la transmisión del estímulo nervioso (señal eléctrica transmitida por movimientos de minerales en una parte y otra de la membrana celular y dando lugar a la liberación de un neurotransmisor al término del recorrido). Juega asimismo un papel en la contracción muscular y en el mantenimiento de la presión sanguínea (con el Na).

¿En cuánto se evalúan las necesidades? Las aportaciones cotidianas recomendadas han sido fijadas en dos gramos al día. Sin embargo, esta cifra no tiene en cuenta el posible incremento de las pérdidas a través del sudor o de la orina (elementos no deseables en el deportista), de modo que lo que se preconiza es más bien de 2,5 a 3,5 g/día.

Este mineral se encuentra ampliamente disponible en los alimentos (véase la tabla que sigue a continuación), en la medida en que se trata de un componente de toda célula viviente y muy particularmente de la fruta, de las hortalizas y de la carne. La ingestión de K puede variar mucho según sean los alimentos escogidos. Sin embargo, raciones del orden de 10-12 g/día se encuentran con frecuencia, lo cual es beneficioso para los practicantes de los deportes de resistencia. Veamos por qué: Con motivo de las contracciones musculares repetidas (que caracterizan estas disciplinas), las células pierden potasio. ¿Qué es lo que ocurre entonces? Unos cambios de permeabilidad y una menor eficacia en el intercambio mineral continuado que tiene lugar entre las células y la sangre provocan una caída de la tasa de K en los tejidos. Además, una proporción elevada de este mineral se encuentra vinculada, en los músculos, con las reservas de glucógeno.

Cuando se produce la degradación tiene lugar una liberación importante de potasio a partir de las células. Por contra, con motivo de la resintetización del glucógeno, una aportación elevada de potasio resulta indispensable. El consumo de alimentos que aporten a la vez los glucidos y el potasio aparece entonces como una medida juiciosa.

El potasio y el agua se almacenan en los músculos junto con el glucógeno. Cuando éste es utilizado, se produce su liberación. Después, cuando se forma de nuevo, se hace necesaria una aportación de agua y de K.

Ejemplo

Después de una sesión dura o de una competición, el comer frutos secos (higos, albaricoques, dátiles, pasas) y también frescos (plátanos) así como beber un zumo de fruta o un poco de un líquido a base de cola hace que aumenten de nuevo las reservas de «super» y proporcionen el potasio y el agua necesarios. Además, aparte esta última bebida, todos estos productos cuentan con un punto en común interesante: su carácter alcalino¹⁶. Volveremos sobre este punto en un capítulo ulterior.

Tabla. CONTENIDO EN POTASIO DE ALGUNOS ALIMENTOS

ALIMENTO	CONTENIDO mg/100 g	ALIMENTO	CONTENIDO mg/100 g
Levadura seca	1.900	Orejones	1.600
Lentejas (*)	1.200	Higos secos	983
Puré de guisantes (*)	930	Almendras	800
Pasas	700	Dátiles	650
Jamón ahumado	610	Nueces	600
Avellanas	600	Champiñones	520
Sardinas en aceite	510	Patatas	500
Atún	480	Chocolate con leche	420
Plátanos	380	Vino	1.040
Sidra	750	Coca (bebida)	520
Cerveza	300-450	Carnes	300
Verduras	100-300		
(*) peso seco			

En el caso de esfuerzos prolongados, determinadas fibras musculares sufren lesiones, sobre todo durante las carreras a pie que generan ondas de choque nefastas, o bien con motivo de contracciones de las llamadas excéntricas. Se trata de las que tienen lugar, por ejemplo, cuando se corre en pendiente. En situaciones de este tipo el K sale de los tejidos y tal circunstancia constituye una causa suplementaria de pérdida potásica.

¿Qué cabe decir de las debidas al sudor? Su contenido en K corresponde al del plasma sanguíneo, lo cual significa que, comparativamente con la tasa celular, las pérdidas por sudoración se mantienen a un nivel menor. No ocurre lo mismo con las de la orina; después de un ejercicio se pierden importantes cantidades de este mineral debido al proceso que entra en acción a nivel renal y que bus-

ca asegurar la conservación del Na. Ahora bien, esto se produce a expensas del K y ello supone que tiene lugar un intercambio entre estos minerales.

Una aportación óptima de potasio se demuestra necesaria después de un ejercicio. Generalmente, la ración del deportista cuenta con la cantidad suficiente, de manera que los déficits son raros y el suministro de K durante el ejercicio se revela inútil.

La toma de cantidades elevadas de potasio durante un ejercicio puede incluso ocasionar trastornos digestivos, debido a lo cual los especialistas desaconsejan esta práctica. Añadir potasio a las bebidas destinadas a ser ingeridas durante el esfuerzo no sirve por tanto para nada. El equilibrio se restablece durante la fase de recuperación.

El fósforo (P)

En los huesos es indisoluble del calcio, con el cual contribuye a la mineralización del esqueleto. Debido a ello se encuentra en ellos el 85 % de todo el P del organismo. El resto se sitúa en los líquidos extracelulares y en los tejidos donde interviene como componente de enzimas o de vitaminas. Se encuentra únicamente bajo la forma activa de «fósforo» y con ella participa en numerosos procesos energéticos por lo que se ha utilizado como «ergógeno»¹⁷. A este respecto procede señalar que las sales de fósforo se revelan como buenos «tampones» al retardar la elevación de la tasa de ácido láctico, lo cual se traduce en unos mejores rendimientos durante la ejecución de esfuerzos breves máximos (de 3 a 6 minutos). De un modo general cabe señalar que los compuestos que incluyen fósforo intervienen en el equilibrio ácido-base del organismo.

Encontramos el P en porcentajes elevados en los alimentos ricos en proteínas, como los productos lácteos, las carnes animales y las de aves de corral, los pescados y ciertos cereales. Una ración «normal» proporciona aproximadamente 1,5 g, lo cual resulta ampliamente suficiente para cubrir las necesidades cotidianas que se evalúan en 1,3 g.

La ingestión de P y, tras ello, su llegada a la sangre, influyen directamente sobre la formación ósea pero su absorción interfiere la del calcio, de modo que un buen equilibrio aparece como algo necesario entre estos dos minerales. Se estima que la mejor manera de respetarlo consiste en ingerir productos lácteos (fuentes conjuntas de calcio y de P) en cada comida y en no abusar de los alimentos ricos en P pero pobres en calcio, como las carnes animales.

¹⁶ Alcalino: lo contrario de ácido.

¹⁷ Que mejora el nivel de rendimiento.

La cobertura de las necesidades en P no plantea ningún problema a los deportistas.

EL MAGNESIO

Con frecuencia se oye decir que las carencias en magnesio son muy corrientes, tanto entre los atletas como entre los sedentarios, y son muchas las publicaciones que periódicamente sacan a colación este tema. ¿Es esta carencia tan frecuente como se pretende? ¿Qué consecuencias ejerce sobre las aptitudes físicas? ¿Cuál es el origen de estos déficits y su posibilidad de corregirlos de un modo duradero? La ciencia que ha permitido obtener respuestas a muchos de estos interrogantes no ha podido todavía elucidarlos todos.

Un elemento esencialmente celular

El papel fundamental reconocido del magnesio se explica, en parte, por su localización en el organismo en el que cabe hallar de 24 a 28 g, cifra ésta que corresponde al 0,03 % del peso de una persona de 70 kg. Como característica de este mineral se puede señalar que figura en un 99 % en las células, correspondiendo un 70 % a los huesos y un 29 % a los tejidos blandos, como los músculos, el sistema nervioso o las células sanguíneas. Conocer su tasa en los órganos es algo que resulta necesario para poder descubrir cualquier déficit. Por este motivo se determina de modo rutinario el nivel de «magnesio eritrocitario» (el de los glóbulos rojos). Considerado fiable durante mucho tiempo, este indicador muestra de hecho un flanco débil expuesto a la crítica. Su medición única puede ocasionar, al igual que para los otros tests previstos, unos juicios erróneos.

El magnesio se encuentra asimismo en los líquidos extracelulares en pequeña cantidad (1 % del total), sobre todo en el plasma sanguíneo. Se comprende, por tanto, que el valor del Mg plasmático, que con frecuencia ha constituido la única valoración practicada, no proporcione una información indiscutible.

Se sigue, sin embargo, realizando análisis para conocer su grado de presencia en el sudor y la orina ya que determinar la importancia de las pérdidas a través de estas vías ayuda mucho, pese a todo, en la estimación de los riesgos de carencia en los deportistas.

Las pérdidas sudorales de magnesio pueden propiciar, en determinados casos, un déficit.

Utilizar varios índices puede resultar más útil: la tasa plasmática varía de acuerdo con las modificaciones inmediatas de la ración en Mg mientras que el de los glóbulos rojos refleja más bien el estado de las reservas en el momento de la síntesis de estas células, es decir, dos

o tres meses antes. La evolución de estos dos parámetros durante la temporada posibilita descubrir una anomalía. Se comprende la necesidad, para el deportista, de proceder de un modo regular a comprobar su situación sanguínea.

El adjunto de las enzimas

El Mg interviene en la estructura de numerosas enzimas y las ayuda a llevar a cabo su acción. Se dice, respecto a él, que se trata de un «cofactor». Si no se halla disponible en cantidad suficiente en las células, el funcionamiento de las enzimas resulta perturbado. Por ejemplo, el almacenamiento del glucógeno y su posterior utilización durante el esfuerzo pueden verse alterados, lo cual se traducirá en un posible descenso en el nivel de rendimiento, sobre todo si el ejercicio es prolongado, ya que la autonomía de las reservas de «super» experimentará una reducción.

La cobertura de las necesidades de Mg aparece, por tanto, como algo importante. Pero ¿cuáles son estas necesidades? Los expertos en nutrición han propuesto unas «aportaciones recomendadas» para todos los nutrientes y entre ellas figura el magnesio.

Estas necesidades son evaluadas, para una persona poco activa, en:

350 mg/día para las mujeres,
400 mg/día para los hombres.

Se consideran más importantes en el caso de personas activas:

— 600 mg para los deportistas,
— 450 mg para las deportistas.

¿Por qué las necesidades en Mg aumentan tratándose de deportistas? Se sugieren varias razones al respecto:

- En primer lugar, el deportista suda mucho. Es cierto que existen procesos reguladores de adaptación, de acuerdo con los cuales cuanto más se suda menos fuerte es la presencia porcentual de Mg. Pero esta reacción fisiológica no se produce de un modo sistemático y puede demostrarse inoperante en el caso de pérdidas muy voluminosas. Cuando se suda en grado acusado, se elimina una gran cantidad de magnesio.

- Después tenemos que el ejercicio físico perturba apreciablemente el equilibrio magnésico. Cada forma de ejercicio produce unos efectos diferentes. Tomemos como ejemplo el caso de los ejercicios

breves (menos de veinte minutos) e intensos. Vienen acompañados por un incremento de la producción de ácido láctico y de la liberación de adrenalina, la hormona del estrés de la que ya hemos hablado anteriormente. Ambos acentúan las pérdidas de Mg, las cuales cabe encontrar en la orina después del esfuerzo. Si se trata de una competición, a ello se añade el efecto del estrés, dotado asimismo de una influencia negativa sobre el magnesio.

En el caso de un ejercicio prolongado y de intensidad menos elevada es posible observar un incremento de las pérdidas. Esto cabe explicarlo por la influencia ejercida por los ácidos grasos libres, el famoso «gasóleo» de nuestros músculos. Convertido progresivamente en un carburante cada vez más importante, ven cómo su tasa sanguínea se eleva y de ello se derivan dos fenómenos:

- A través de un proceso complejo incrementan las pérdidas urinarias de Mg.

- Por otra parte tenemos que una fracción del Mg existente en la sangre podría quedar almacenado en el tejido adiposo para servir de ayuda a las enzimas presentes. Esto se traduce en una disminución del Mg en el torrente sanguíneo o del que ha sido puesto a la disposición de las otras células, situación ésta que da lugar a un aumento de las necesidades.

Las carencias en el medio deportivo

Pese a las reservas existentes con relación a las dosis de Mg en la sangre, la mayoría de fisiólogos admiten que el deporte provoca, a un mismo tiempo, una modificación en el reparto de este mineral, el cual se desplaza desde la sangre hacia los tejidos utilizadores, y también un ligero incremento en la eliminación de Mg a través de la orina. Es cierto que con el entrenamiento entran en acción ciertas adaptaciones cuyo fin principal es preservar las reservas de Mg pero igualmente cabe decir que no siempre resultan suficientes ya que entre los deportistas se puede observar, de forma habitual, una caída crónica de tales reservas. La repetición de competiciones disputadas en un ambiente cálido, por ejemplo, puede propiciar la aparición de una carencia.

El cúmulo de competiciones favorece el déficit de magnesio.

¿Qué consecuencias se derivan de este déficit? Son diversos los trastornos que se asocian con él, sobre todo una caída de las capacidades máximas y una acumulación precoz de ácido en los músculos. Otras manifestaciones, relacionadas con una carencia de Mg,

afectan las cualidades físicas de los deportistas: la resistencia al calor, la recuperación, la resistencia (es decir, la aptitud para prolongar un ejercicio de intensidad dada) y la calidad del sueño se resienten de este déficit. En grado diverso estas acciones son el resultado de perturbaciones de las actividades de enzimas con presencia de Mg. Pueden igualmente sobrevenir auténticas crisis de «espasmofilia» cuando concurren estas condiciones. El déficit de magnesio ofrece un amplio abanico de trastornos en el caso del deportista, desde el más anodino al más grave, pero todos pueden afectar sus aptitudes físicas. Se impone, por consiguiente, la corrección de dicho déficit.

«¡Estoy agotado, como demasiado poco!»

La evolución de nuestra alimentación explica el que no permita (o haya dejado de hacerlo) a un número creciente de deportistas cubrir sus necesidades de Mg. Son diversos los factores que contribuyen a que esta situación se produzca:

- Muchos han adoptado malos hábitos alimenticios que resultan nefastos para el nivel idóneo de Mg. El abuso de grasas, en especial las de origen animal, contribuyen a que así sea. Ahora bien, aun cuando buen número de deportistas han conseguido reducir su ingestión de productos cárnicos y de quesos (principales proveedores de estas «grasas malas»), sobre todo en las disciplinas de resistencia, esto no ocurre así con todos. La tabla que sigue a continuación nos permitirá situarnos con relación a los «factores de riesgo» del déficit.

- Además tenemos que la mayoría de deportistas ingieren, ya sea durante las comidas, fuera de ellas o en el curso de los entrenamientos, una cantidad elevada de azúcares simples. Las bebidas energéticas pueden cubrir una parte importante de las necesidades calóricas vinculadas a ciertas actividades (hasta un 20 % en el ciclismo). Sin embargo procede tener presente que, en general, los productos azucarados no contienen una cantidad de Mg que guarde relación con su riqueza energética y que la preponderancia de glúcidios reduce la «densidad nutricional» de la ración¹⁸.

Por otra parte cabe señalar que ciertos glúcidios (glucosa, dextrosa) elevan las pérdidas de Mg a través de la orina. Por contra, entre estos «azúcares simples» la fructosa tiene carácter de excepción ya que mejora la asimilación del Mg.

¹⁸ Designa la relación Mg (mg)/1.000 kcal de un alimento, de una comida o de una ración.

- El alcohol incrementa las pérdidas urinarias de Mg y ello con dosis diarias equivalentes a un cuarto de litro de vino o medio litro de cerveza.
- El abuso de alimentos ricos en fibras (+500 g/día de verduras e ingestión cotidiana de cereales completos) aumenta el porcentaje de Mg que se incorpora a las deposiciones. No obstante, en el caso de cereales completos, el efecto global no es necesariamente negativo (véase más adelante).
- El abuso de té (+ de 500 ml/día) eleva las pérdidas urinarias de magnesio.

Resultados del test que se expone más abajo (nuestros riesgos de déficit en magnesio):

Lo ideal consiste en obtener una puntuación superior a 5. Entre 0 y 5 nuestras aportaciones de Mg son quizás justas, sobre todo si sudamos mucho y nos entrenamos más de cinco veces a la semana.

Con una puntuación negativa deberemos modificar necesariamente nuestra alimentación para evitar que se produzca un déficit de Mg.

Test. NUESTROS RIESGOS DE DÉFICIT EN MAGNESIO

FACTOR DE RIESGO	COEFICIENTE	NUESTRA PUNTUACIÓN
• Consumo de carne, jamón o aves de corral >5 veces/semana	- 2	
• 50 a 100 g/día de queso	- 2	
• + de 150 g de mantequilla/semana	- 1	
• Ingestión de alcohol > 1/4 l de vino/día	- 1	
• Ingestión de más de 500 g/día de verduras crudas	- 1	
• Ingestión de más de 100 g/día de cereales completos	- 1	
• Ingestión cotidiana de cereales completos	+1	
• Ingestión de más de 1/2 l/día de té más de 1 l/día	- 1	
• Consumo importante de azúcar, bebidas energéticas, productos de repostería y confitería	- 2	
• Sustitución del azúcar y de la glucosa por fructosa	- 1	
• Hervido de los alimentos	+1	
• Cocción al vapor	- 1	
• Régimen adelgazante frecuente	+1	
• Ingestión regular de aceglas o de espinacas (1 vez/semana)	- 1	
• Raciones de mariscos por semana	+1	

• Ingestión de frutos secos	
>100 g por semana	+1
>200 g por semana	+2
• Consumo de chocolate >100 g por semana	+1
• Ingestión de oleaginosas >100 g por semana	+1
• Germen de trigo y levadura de cerveza una vez/día	+1
• Soja y derivados una vez/semana	+1
• Agua mineral rica en Mg	+1
>1/2 l/día	+1
>2 l/día	+2
• Más de 100 g de pan/día	+1
• Más de 300 g/semana de pan de centeno	+1
• Leguminosas 1 vez/semana	+ (número de raciones)
• + de 500 g/día de verduras cocidas y fruta	+1
• Ingestión regular de alimentos enriquecidos en Mg (galletas)	+1

DETERMINEMOS NUESTRO TOTAL

¿Desmineralizan los cereales completos?

Seguramente hemos tenido ocasión de leer muchos artículos en los que se respondía a esta pregunta ya sea en forma afirmativa o negativa. ¿Cuál es la verdad? Es cierto que el magnesio aportado por los cereales completos se asimila peor y lo mismo ocurre con los otros minerales y oligoelementos (hierro, calcio, cinc, etc.). Así tenemos, por ejemplo, que se retiene un 60 % del que se halla presente en el pan integral contra un 90 % del aportado por el pan blanco. Es preciso decir, no obstante, que los contenidos iniciales difieren fuertemente y que el resultado se inclina a favor de los cereales completos.

Ejemplo

- 100 g de pan integral contienen 90 mg de Mg,
- 100 g de pan blanco aportan 30 mg.

Se retiene, a partir del pan integral: $0,6 \times 90 = 54$ mg (60 % del contenido inicial) mientras que a partir del pan blanco se asimila: $0,9 \times 30 = 27$ mg. A porciones iguales, el pan integral proporciona dos veces más Mg que el pan blanco. La misma constatación cabe establecer a partir de cualquier otro cereal.

Nada está perdido

Para poner remedio a estos déficits deberíamos modificar nuestra alimentación y procurar seleccionar productos dotados de una buena «densidad nutricional» (véase el recuadro). La elección de procesos culinarios adaptados resulta igualmente crucial ya que permiten de-

terminar en qué medida las cualidades originales de los productos se conservan. El ideal consiste, ciertamente, en reducir las pérdidas minerales durante la cocción. Procesos tales como al vapor, al microondas o estofado, que permiten conservar casi íntegramente los minerales, aparecen muy interesantes.

La cocción de verduras y hortalizas hirviéndolas con agua da lugar a que pierdan una cantidad apreciable de magnesio.

Por ejemplo, el arroz blanco pierde un 39 % de su contenido inicial de Mg cuando es cocido de esta manera (lo cual, por otra parte, no se puede evitar) mientras que las verduras ven descender su contenido de minerales en cerca de un 50 %, algunas veces incluso mucho más. La utilización de un agua dura para la cocción limita, sin embargo, la amplitud del problema. Por otra parte tenemos que los productos que representan las mejores fuentes parecen ser que cada vez se consumen menos, incluso entre los deportistas.

LAS FUENTES ALIMENTICIAS DE MG

ALIMENTOS RICOS

Cacao: 200-250 mg/100 g; chocolate en tableta: 292

Chocolate con leche: 120

Nueces: 150; avellanas: 150; cacahuates: 170; nuez de anacardo: 267;

almendras: 255

Bígaros: 415; moluscos: 246; caracoles marinos: 160

Gambas: 90-100

Habas de soja: 255; alubias: 160; garbanzos: 120

Fríjoles (*): 183

Salvado (**): 420; maíz verde: 120

Pan integral: 90; pan de centeno integral: 130

Arroz con cáscara: 106 mg

Acelgas: 113 mg

(*) Para todas las leguminosas se trata del contenido correspondiente a 100 gramos de peso en crudo.

(**) Una proporción elevada de Mg no es asimilable y una parte del consumido con carácter simultáneo es eliminada en las deposiciones.

ALIMENTOS MEDIANAMENTE RICOS

Veneras: 89; almejas: 59; cangrejo hervido: 50

Pastas alimenticias integrales: 80; harina de maíz: 86

Higos secos: 87; albaricoques secos: 65; dátiles secos: 65

Orejones: 54; ciruelas: 44; pasas: 42

Coco fresco: 52; coco seco: 80

Espinacas hervidas: 54; germen de soja: 90; cardos: 53

En la práctica existen ciertas estratagias que permiten enriquecer la ración con Mg sin por ello correr el riesgo de engordar. A tal fin se preconiza el empleo de aguas minerales ricas en Mg, cuyo contenido porcentual sobrepasa claramente el del agua del grifo en que raramente supera los 10 mg/litro.

Algunas verduras proporcionan cantidades importantes de Mg así como diversos mariscos, las algas (no indicadas en el recuadro), el germe de trigo o los productos derivados de la soja. Su empleo regular no incrementa el total calórico de la comida, al contrario de lo que ocurre con otros alimentos más ricos, como el chocolate, las oleaginosas o los frutos secos.

Algunos de los componentes básicos de la ración del deportista (cereales y leguminosas) incluyen Mg en grado elevado. Debido a ello, una ingestión suficiente de estos «glúcidos lentos» ayuda a evitar los riesgos de sufrir un déficit de Mg. En fin, la sustitución de la sacarosa por la fructosa en la alimentación de todos los días debería conducir a una mejora notable de la asimilación del Mg y, por consiguiente, facilitar la cobertura de las necesidades.

¿Cuándo es preciso suplementar?

La suplementación (es decir, la aportación de dosis elevadas de Mg a través de vía medicamentosa) corresponde prescribirla al médico, quien la preconiza para que sea aplicada durante breves períodos (de dos a cuatro semanas). Con ello se asegura un buen resultado cada vez que existe un déficit y se logra una recarga rápida de las reservas. También puede hacerse uso de una suplementación en el caso de personas que cabe calificar de riesgo y durante ciclos de entrenamiento «intensos» o antes de iniciar la consecución de objetivos importantes. Esta medida puede asimismo impedir que surjan trastornos magnésicos si se adopta con motivo de los «periodos expuestos» o cuando se producen cambios de estación (primavera, otoño).

¿Sirve la aportación de Mg para algo en el caso de un deportista que no sufre carencias?

Los datos recogidos sobre esta cuestión son contradictorios. Sin embargo parece que suministrar a una persona que no tiene déficit no mejora sus niveles de rendimiento. Sea como fuere no queda excluido el que en el futuro se encuentren argumentos que inciten a pensar lo contrario.

En cambio tenemos que la aportación de Mg en ausencia de un déficit puede resultar interesante en la fase de recuperación. Trabajos diversos sobre esta cuestión han puesto de manifiesto que la administración de Mg durante las tres semanas que preceden a una maratón se traduce en una elevación menor, después de la prueba, de la tasa de ciertos «desperdicios», como por ejemplo la urea o la CPK

(creatina fosfoquinasa), enzima muscular cuya presencia en la sangre pone de manifiesto la existencia de lesiones en el tejido contráctil. Aparte de ello se ha comprobado que la redistribución del magnesio entre los tejidos y la sangre podía conducir a un descenso transitorio de la tasa plasmática, el cual cabe que se encuentre en el origen de malestares o de sensaciones persistentes de fatiga. Una aportación sistemática de Mg durante este periodo puede, por consiguiente, mejorar el restablecimiento del estado de equilibrio.

Si se exceptúa esta aplicación de carácter particular, los científicos se muestran sin embargo de acuerdo en reconocer que antes de suplementar los deportistas con Mg, la adopción de una alimentación mejor podría impedir la aparición de una proporción importante de déficits. Desde su punto de vista, el interés de una ración equilibrada que cubra ampliamente las necesidades resulta evidente pero esta medida, aun cuando estimulada por los nutricionistas, no es fácil de llevar a la práctica: nuestra puntuación en el test precedente lo pone claramente de manifiesto. Con ello se justifica, en determinados casos, el que se recorra a la suplementación si surge la sospecha de que existe un déficit.

EL CALCIO

Este mineral se conoce sobre todo por su función estructural en los huesos. En ellos, conviene decirlo, se encuentra el 90 % del calcio presente en el organismo. Por otra parte se considera que unas aportaciones cárnicas suficientes desde la adolescencia podrían evitar la fragilización ulterior del sistema óseo, como por ejemplo la osteoporosis, la cual afecta a una elevada proporción de las mujeres de más de 50 años. Esta pérdida de densidad de los huesos puede también observarse en algunas jóvenes, para las cuales la actividad deportiva de tipo muy intenso modifica, al perturbar las secreciones hormonales, la función menstrual (interrupción o acusada irregularidad de las reglas) y el metabolismo del calcio (Ca).

Este mineral ejerce asimismo otras funciones: participa, sobre todo, en el buen desarrollo de la contracción muscular, al de las diversas reacciones enzimáticas y al equilibrio mineral de la célula. Cuantitativamente tenemos que un hombre de morfología normal cuenta con 1.200 mg, de los cuales sólo un 1 % se encuentra en los líquidos extracelulares y los tejidos. Esta pequeña fracción representa la cantidad disponible para el metabolismo.

La tasa sanguínea se mantiene dentro de un margen muy estrecho (un poco a imagen de la glucemia) debido a la acción de hormonas de efectos opuestos que, finalmente, aseguran esta estabilidad. Cuando dicha tasa desciende de modo acusado surge la amenaza de una tetania, de modo parecido a la espasmofilia que afecta a las personas deficitarias en magnesio.

¿Cómo se renueva el calcio sanguíneo? El que llega al plasma proviene de la alimentación o bien es liberado a partir de los huesos bajo la influencia precisamente de ciertas hormonas. Las pérdidas tienen lugar a través de la orina, el sudor y las deposiciones. Estas últimas representan las más importantes: en una persona adulta la tasa de absorción del calcio alcanza como máximo el 30 % pero puede reducirse más en el caso de una ingestión abundante de proteínas o de fibras, existiendo una competición entre diferentes minerales, tales como calcio, cinc, cobre, magnesio e hierro. La excreción urinaria de calcio se halla asimismo fuertemente influida por la composición de la ración, especialmente en presencia de importantes porciones de proteínas.

El tejido óseo se renueva continuamente, absorbiendo y liberando de forma constante Ca, prevaleciendo uno u otro de los procesos según sea la estructura de la ración: cuando la ingestión de Ca resulta insuficiente o que su absorción se ve perturbada, el tejido óseo libera más calcio del que fija. Por lo que concierne a la calcemia, la misma se mantiene estable.

Una ración cárnea insuficiente da lugar a una pérdida de calcio en el tejido óseo, lo cual lleva a su fragilización. La tasa sanguínea de calcio no refleja el estado exacto de las reservas corporales.

¿Qué efecto ejerce el deporte sobre el nivel cárneo? Eleva sus necesidades y ejerce dos clases de efectos opuestos:

- Un entrenamiento excesivamente intenso perturba el equilibrio hormonal, lo cual se traduce en una desmineralización parcial del tejido óseo y en fracturas causadas por la fatiga.
- Un programa regular de actividades físicas consolida el esqueleto a través de dos fenómenos: el estímulo de las masas musculares que a su vez ejercen una presión beneficiosa sobre los tejidos óseos y una mejora del proceso de retención del calcio a nivel intestinal y renal. Señalemos que estos dos fenómenos se desarrollan gracias a la intervención de hormonas y sustancias orgánicas, de las cuales una, la vitamina D, depende de nuestra ración y de la exposición al sol¹⁹.

¹⁹ En nuestro organismo se encuentra, captada a partir de nuestros alimentos, una provitamina, es decir, una sustancia que después de haber sufrido una sola transformación se convierte en una vitamina. Esta provitamina D se vuelve activa bajo los efectos de los rayos ultravioleta del sol y ejerce entonces unos efectos hormonales beneficiosos sobre el nivel cárneo, a saber, una absorción intestinal y una retención renal acrecentadas. Esta vitamina se encuentra igualmente en varios alimentos, de modo que contamos con dos fuentes de la misma, el sol y determinados productos alimenticios.

¿Cubrimos nuestras necesidades de calcio?

Al parecer nuestra ración no siempre lo permite. Pero, a diferencia de otros componentes de nuestra alimentación, como el hierro o el magnesio, la cobertura de necesidades cárnicas no impone la necesidad de ingerir una cantidad elevada de calorías.

Incluso siguiendo un régimen severo cabe cubrir las necesidades de calcio. Esto depende solamente de la elección alimenticia.

Estas necesidades se estiman entre 800 y 1.000 mg en el caso de los adultos sedentarios, siendo necesarias cifras superiores para las mujeres encintas o los deportistas. Para éstos cabe evaluarlas entre 1.200 y 1.500 mg/día, lo cual impone que la elección alimenticia sea muy específica y se recurra a la ingestión, varias veces al día, de productos lácteos.

Las fuentes de calcio

Conocer el contenido de calcio en un alimento no es suficiente para predecir su interés real. Según los alimentos, el porcentaje de calcio asimilado varía mucho. Debido a tal circunstancia, los productos lácteos constituyen la mejor fuente, tanto por su riqueza en Ca como por la facilidad con la que nuestro organismo lo retiene a partir de ellos.

Los productos lácteos son las principales fuentes de calcio. Las verduras, determinados oleaginosos y mariscos no representan más que fuentes complementarias.

Observación inmediata: quien no gusta de los productos lácteos se expone (a menos que recurra a un preparado medicamentoso) a un riesgo muy elevado de sufrir déficit de calcio. Aparte posibles trastornos en la contracción, proceso en el que conviene recordar que se halla íntimamente implicado, o de auténticas crisis de tetanía, una persona se expone con toda seguridad a un riesgo a largo plazo, el de la fragilización de su esqueleto.

Todos los días el esqueleto cede a los tejidos el calcio que los alimentos no les han aportado.

La tabla que sigue a continuación recapitula los contenidos de los alimentos mejor provistos de calcio. Se hace asimismo mención del contenido en lípidos de estos alimentos, detalle éste del que nos ocupamos más adelante.

Tabla. CONTENIDO EN CALCIO DE LOS ALIMENTOS QUE CONSTITUYEN SU MEJOR FUENTE

ALIMENTO	CALCIO mg/100 g	LÍPIDOS g/100 g	ALIMENTO	CALCIO mg/100g	LÍPIDOS g/100g
Leche entera	125	3,5	Leche semi-descremada	125	1,75
Leche descremada	125	0	Yogur «Ofilus»	150-200	2-4
Yogur de 0 %	50-200	0	Requesón	160	10
Requesón			- de 20 %	100	4
- de 40 %	100	8	- de 0 %	100	4
- de 10 %	100	2			
Petits suisses	60	2-6			
Queso					
Beaufort	1.139	30	Parmesano	1.350	25
Gruyère	100	30	Livarot	710	25
Roquefort	700	35	Cantal	700	28
Mozarella	650	16	Pont l'Evêque	560	23
Reblochon	500	26	Bleu	490	34
St Morêt	420	22	St. Morêt descremado	280	8
Gouda	350	24	Munster	335	24
Chabichou	300	30	St. Paulin 25 %	300	11
Brousse	250	14,7	Brousse descremado	250	4,6
Camembert	200	29	Brie	185	21
Cabra curado	190	39	St. Marcellin	180	28
Cabra fresco	110	6	Cabra semicurado	103	28
Chavignol	106	32	Cottage	100	4,3
Fuentes de tipo medio					
Productos del mar					
Ostras	200	2	Lenguado	250	2
Crustáceos	30-300	0-4	Algas	250	0,5
Sardinas en aceite	300	10			
Productos de origen vegetal					
Soja	280	2	Nabos	260	1
Almendras	254	55	Berros	211	1
Avelanadas	250	55	Perejil	200	1
Germen de trigo	90	10	Cacao	100	20-50
Levadura de cerveza	100	3			

Observación

Los productos lácteos desnatados no experimentan, salvo un azar o quizás un error en la recogida de datos (ej. St. Morêt), una reduc-

ción en su contenido en calcio. No ocurre lo mismo con su riqueza en vitaminas liposolubles (ver más adelante en esta misma obra), las cuales resultan eliminadas junto con las grasas extraídas de los productos lácteos cuyo contenido en lípidos es reducido.

Facilitación e inhibición

Ciertos componentes de la ración ejercen unos efectos negativos sobre la asimilación del calcio aportado por los alimentos. Estos influjos explican, en parte, el que los productos lácteos superen, de mucho, las otras fuentes de calcio.

¿Cuáles son estos nutrientes?

- Las fibras: Un régimen que las aporte en elevada cantidad se caracteriza por una menor asimilación de los minerales, entre ellos el Ca. Esto se debe a la presencia del ácido fítico, presente en la cáscara de los cereales y que retiene, a nivel intestinal, los minerales atrapados en su estructura reticular. Este efecto nefasto se manifiesta, sobre todo, cuando tiene lugar un cambio brusco de régimen (por ejemplo una transición desde el omnivorismo al vegetarianismo), extendiendo igualmente procesos digestivos de adaptación que reducen su amplitud a largo plazo. La pérdida de calcio causada por las fibras no es, por consiguiente, tan importante como cabría temer, sobre todo entre los vegetarianos habituales.

- Las proteínas: Los productos lácteos poseen una naturaleza alcalina (es decir, contraria a la acidez), al revés de otras fuentes de proteínas como las carnes animales (en particular las de vacuno) que se caracterizan por su lado ácido. Una ración en la que abunda la carne, como la que adoptan algunos practicantes de los deportes de fuerza, incrementa las pérdidas cárnicas a través de la orina (disminución de la reabsorción renal) y las heces fecales. Se considera a los «desperdicios» metabólicos ácidos responsables de esta pérdida acrecentada. Esto explica el que las necesidades cárnicas puedan doblarse entre las personas omnívoras en comparación con las vegetarianas y ello debido únicamente a unas aportaciones de carne diferentes. Limitar la ingestión de carnes animales (lo cual no significa necesariamente suprimirlas) aparece como medida juiciosa.

- El alcohol: La ingestión de bebidas alcohólicas perturba el metabolismo del calcio, acrecentando notablemente las pérdidas urinarias y afectando, cuando las dosis son elevadas, la actividad de la vitamina D. Un consumidor habitual de bebidas alcohólicas (más de 40 g de etanol) ve, por tanto, incrementarse sus necesidades de Ca.

- El ácido oxálico de las espinacas: Este compuesto, que cabe encontrar igualmente en otros vegetales, dificulta la asimilación del calcio, sobre todo el de origen vegetal. Su influjo, sobre una persona que

ingiere una cantidad suficiente de productos lácteos, se mantiene no obstante a un nivel bajo.

Resultados del test ¿Consumimos suficiente calcio?

Más de 13 puntos: Sin duda consumimos, sólo considerando los productos lácteos, más de 1.000 mg de calcio al día. No debemos, por consiguiente, temer que se produzca un déficit. Por contra no debemos caer en la situación inversa. Un abuso de calcio puede obstaculizar la asimilación del hierro, del cinc y del magnesio. Además puede dar origen a cálculos renales en las personas predispuestas, que beben poco o descuidan el hidratarse durante las sesiones de entrenamiento, así como a estreñimiento.

Test. ¿CONSUMIMOS LA CANTIDAD SUFICIENTE DE CALCIO?

PREGUNTA	BAREMO	NUESTRA PUNTUACIÓN
1) Ingerimos cada día: – Menos de un yogur – Un yogur – Más de un yogur	0 1 2	
2) Comemos requesón: – Raramente – Cada dos días – Todos los días	0 1 2	
3) Bebemos, en una semana: – Menos de un litro de leche – De uno a dos litros de leche – Más de dos litros de leche	0 1 2	
4) Comemos queso (porción de 30 a 40 g): – Ocasionalmente (de una vez/mes a una vez/semana) – De tres a siete veces/semana – En cada comida	0 1 2	
5) Consumimos carnes animales: – Menos de tres veces/semana – Cada día – En cada comida	2 1 0	
6) Consumimos cereales completos (pan, pastas alimenticias, arroz, etc.): – Una vez por semana máximo – De dos a cuatro veces/semana – Una vez al día y más	2 1 0	

7) Bebemos alcohol:		
– Una a dos veces/semana	2	
– Una vez/día	1	
– En cada comida	0	
8) Comemos mariscos:		
– Menos de una vez/semana	0	
– Una vez por semana	1	
– Con mayor frecuencia	2	
9) Nos saltamos alguna comida (mañana, mediodía):		
– Menos de una vez/semana	2	
– Una vez/semana	1	
– Con mayor frecuencia	0	
NUESTRO TOTAL		

Entre 9 y 13 puntos: Nuestros huesos pueden, en determinadas circunstancias, aportar el calcio que falta en nuestra alimentación, y si nos entrenamos mucho, y con mayor motivo si formamos parte del sexo femenino, deberemos procurar aumentar un poco nuestra ingestión de productos lácteos y asimismo comer de vez en cuando sardinas de lata en aceite ya que proporcionan mucho calcio, bien asimilado, que proviene de las espinas que progresivamente han quedado disueltas durante su permanencia dentro del envase.

Menos de 9 puntos: La osteoporosis y la tetania nos amenazan. Si no nos gustan los productos lácteos o bien digerimos mal algunos de ellos, no vacilemos en pedir que nos prescriban sales de calcio. Tomadas durante las comidas y siempre que no se descuiden las fuentes de hierro, de magnesio o de cinc, no perturban de modo exagerado el metabolismo mineral y protegen nuestro esqueleto.

Calcio sin lípidos

Las mejores fuentes de calcio (queso) contienen asimismo muchas grasas. Ahora bien, los deportistas han de limitar su ingestión de lípidos (para preservar su peso de forma o recuperarlo) cubriendo al mismo tiempo sus necesidades cálcicas. ¿Cuál es el compromiso que conviene adoptar? La solución consiste en limitar la ingestión de productos lácteos grasos (con una ración de queso al día como máximo) y tomar otros que lo sean menos durante las comidas y ello de modo que estos alimentos proporcionen:

- de 800 a 1.000 mg de calcio,
- no más de 12 g de lípidos.

Ejemplo

ALIMENTO	CALCIO	LÍPIDOS
MAÑANA Un tazón de leche semidescremada (250 ml)	310 mg	4,3 g
MEDIODÍA Un yogur de 0 %	200 mg	0 g
MERIENDA 150 g de arroz con leche	60 mg	3 g
NOCHE 40 g de gruyère	400 mg	12 g
TOTAL	970 mg	19,3 g

Este deportista cubre sus necesidades de calcio pero ingiere un ligero exceso de lípidos. Podría organizar de otro modo su ración:

ALIMENTO	CALCIO	LÍPIDOS
MAÑANA Un tazón de leche descremada	310 mg	0
MEDIODÍA Un yogur de 0 %	200 mg	0
MERIENDA 150 g de requesón de 10 %	150 mg	3
CENA 30 g de gruyère	300 mg	9
TOTAL	960 mg	12 g

Ejemplo

Tomemos el caso de una deportista que sigue un régimen y continúa entrenándose:

ALIMENTO	CALCIO	LÍPIDOS
MAÑANA Un yogur de 0 %	200 mg	0
A MEDIA MAÑANA 100 ml de leche descremada (con té)	125 mg	0
MEDIODÍA 150 g de requesón de 0 %	150 mg	0
MERIENDA 100 g de cottage	100 mg	4,3
NOCHE 200 g de entremés francés ligero (sin embutidos) con fructosa y leche descremada	250 mg	0
TOTAL	825 mg	4,3 g

Hagamos lo mismo respecto a nosotros con relación a un período de varios días seguidos y probemos a respetar esta sencilla regla: 800-1.000 mg de calcio, 12 g de lípidos. Procediendo de este modo nos aproximaremos al equilibrio nutricional.

EL HIERRO

Se trata del oligoelemento más conocido y, al mismo tiempo, el que más preocupa a los fisiólogos y a los nutricionistas. ¿Por qué? Pues debido al número elevado de déficits de hierro (o de compuestos ferruginosos) observados en el ámbito deportivo y en particular en las disciplinas de resistencia.

El papel del hierro

El cuerpo de un adulto de medidas normales contiene alrededor de 50 mg de hierro (Fe) por kg de peso corporal para los hombres y de 35 mg/kg para las mujeres, lo cual representa el 0,00007 % de su peso total.

Ejemplo

Un hombre de 70 kg posee por tanto:

$$70 \times 50 = 3.500 \text{ mg de hierro, o sea } 3,5 \text{ g.}$$

No conviene fiarse de las apariencias pues la importancia de este metal se sitúa mucho más allá de esta cifra desdoblable. Los 2/3 apro-

ximadamente de este elemento, o sea 2.500 mg, se encuentran en una estructura proteica particular, la hemoglobina (Hb). Su papel es el de asegurar el transporte del oxígeno en la sangre hasta llegar a los tejidos utilizadores. Un fallo en este proceso repercute no solamente sobre las aptitudes físicas (que experimentan un fuerte descenso), sino también sobre el estado de salud general ya que el conjunto de tejidos funciona entonces de un modo ralentizado. El resto del hierro del organismo está en diversas estructuras (véase el recuadro).

LOCALIZACIÓN DEL HIERRO EN EL ORGANISMO

Solamente 3 mg de hierro circulan por el plasma sanguíneo, transportados por una proteína, la transferrina, la cual se encarga de encaminarlo hacia la médula y los tejidos utilizadores. Una parte muy pequeña del hierro presente en el organismo se encuentra en la mioglobina del músculo, otra proteína que constituye una forma de reserva muy limitada del oxígeno en dicho tejido. De hecho corresponde a menos de 150 mg. El resto, es decir 1 g para los hombres y de 100 a 400 mg para las mujeres, representa una reserva móvil para la producción de Hb. Estas reservas se sitúan en el hígado, el bazo y la médula ósea, principalmente bajo forma de ferritina, cuya medida en la sangre supone un indicador preciso para determinar la importancia de tales reservas ya que existe una evidente proporcionalidad entre las dos. Medir la ferritina ayuda, por consiguiente, a poner de manifiesto un déficit, incluso en el caso de una inflamación o de una infección ya que entonces pierde fiabilidad debido al hecho de que la proteína, bajo el influjo de tal situación, puede ver incrementada su tasa de presencia.

El hierro se caracteriza por el notable reciclaje de las cantidades presentes en el organismo. Cuando la hemoglobina o las otras estructuras que lo contienen se degradan, un sistema de reciclaje lo recupera de forma casi integral y con una mayor eficacia que en el caso de los minerales o los aminoácidos por ejemplo. La pérdida cotidiana se sitúa en una proporción ínfima. Se hace entonces necesario proceder a su sustitución (véase el dibujo de pág. 119). ¿A través de qué vías se elimina?

— Por el sudor: Comparativamente a otros minerales y oligoelementos, las pérdidas sudorales de hierro, incluso tratándose de un deportista que sudé abundantemente, resultan insuficientes para ocasionar, por sí solas, un déficit. En cambio, en conjunción con otras, pueden elevar el riesgo de una carencia de compuestos ferruginosos.

— Por la orina: Una pequeña parte del hierro en circulación es eliminada a través de la orina. Salvo problema renal o presencia de lesiones musculares esta vía de eliminación tiene un valor mínimo. La presencia de sangre en la orina, hecho bastante frecuente en ciertas disciplinas, puede deberse a la deshidratación, la cual perturba la circulación renal y ocasiona microlesiones de este «filtro», o de golpes en el tejido muscular que afectan a las fibras implicadas. Esto cabe observarlo en los deportes de lucha pero también en otros como la pelota vasca practicada con la mano descubierta (en que la palma se ve sometida a numerosas agresiones) o las carreras a pie en que la onda de choque que nace después de cada impacto del pie sobre el suelo destruye células sanguíneas y determinadas estructuras musculares. La deshidratación acrecienta este fenómeno y por otra parte favorece las pérdidas sanguíneas por vía digestiva (véase grabado página siguiente).

— Por las deposiciones: Varios fenómenos pueden contribuir a la presencia de hierro en las deposiciones:

- La estructura de la ración (que puede conducir a una asimilación variable del hierro aportado por los alimentos).

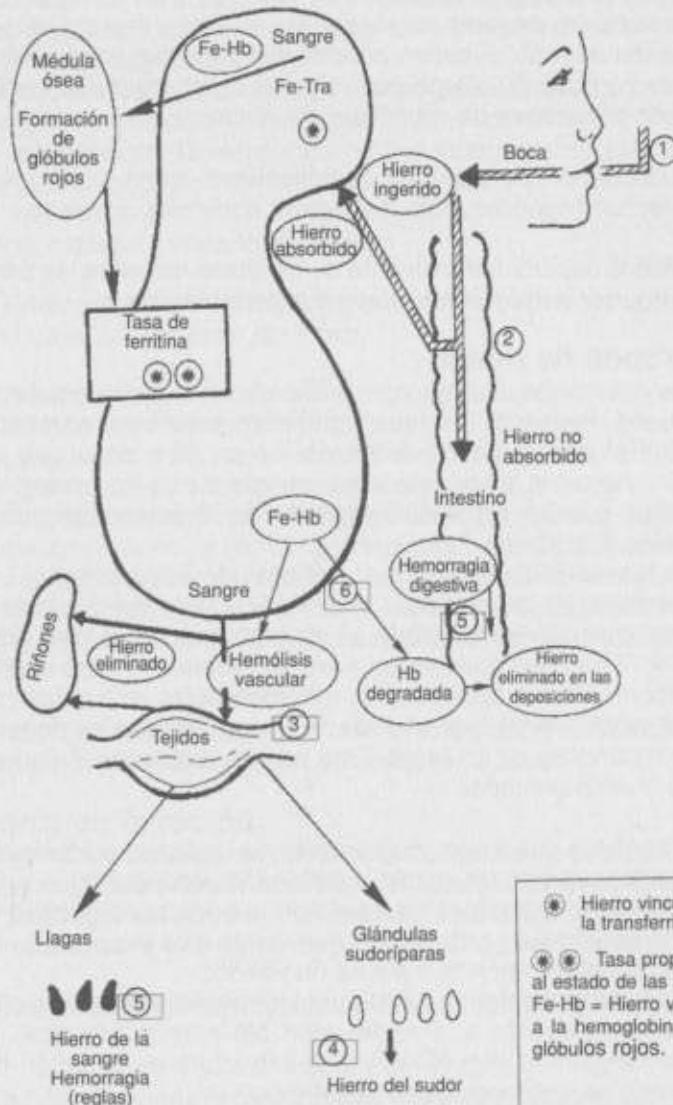
- Una modificación de la rapidez del tránsito digestivo. La práctica de la carrera a pie o, en menor grado, del ciclismo o de la natación acelera el paso de los alimentos a los intestinos y, por consiguiente, reduce la duración del contacto de ellos con las células del tubo digestivo. Debido a ello puede producirse una menor absorción del hierro contenido en los alimentos ingeridos.

— Eventuales hemorragias digestivas, más frecuentes en las carreras a pie que en otros deportes, y ello por dos razones:

- Las ondas de choque citadas anteriormente, que el uso de unas suelas apropiadas evita parcialmente en los practicantes de las carreras a pie.

- Una irrigación insuficiente del tubo digestivo, conducente a la necrosis de ciertas células. Esta falta de aportación hídrica se ve acentuada por la ausencia de una toma de líquido durante el esfuerzo. A este respecto cabe señalar que beber durante el ejercicio permite mantener el volumen sanguíneo y evita la reducción del aprovionamiento de las células digestivas. Se concibe, por tanto, que la deshidratación, los problemas musculares y tendinosos que de ello se derivan así como los déficits de hierro pueden presentar un origen común.

METABOLISMO DEL HIERRO



● Hierro vinculado a la transferrina

● ● Tasa proporcional al estado de las reservas
Fe-Hb = Hierro vinculado a la hemoglobina en los glóbulos rojos.

- 1: Aportaciones de hierro reducidas
- 2: Mala asimilación (tránsito acelerado, deshidratación)
- 3: Fijación acrecentada por los tejidos
- 4: Sudoración importante
- 5: Hemorragias frecuentes
- 6: Hemólisis vascular frecuente (onda de choque)

— Con motivo de hemorragias: Las heridas externas, las localizadas en el interior de nuestro organismo (tubo digestivo, riñones, etc.), constituyen una vía de eliminación del hierro que no es despreciable. En el caso de las mujeres se añaden las pérdidas menstruales, cuya contribución es más o menos importante, pero que hace de las deportistas un grupo de riesgo con relación a las carencias de hierro, sobre todo tratándose de disciplinas de resistencia.

Las practicantes de deportes de resistencia, sobre todo carreras a pie, corren un riesgo acentuado de sufrir carencias de hierro.

La práctica deportiva incrementa de múltiples maneras las pérdidas de hierro y, por consiguiente, eleva sus necesidades.

Los grupos de riesgo

Ciertas categorías de personas, calificadas por los especialistas como «grupos de riesgo» con respecto a las carencias, parecen más expuestas al peligro de un déficit de hierro. Se piensa que su alimentación no cubre las necesidades en este punto, las cuales, según se ha visto, pueden verse acrecentadas de diversas maneras en el caso de los deportistas.

Según los nutricionistas, las necesidades de éstos superan en una vez y media las de las personas sedentarias. Mientras que para quienes no practican ningún deporte se estiman en torno a los 11 mg/día y de 16 a 17 para las mujeres en edad de procrear (y para las cuales el incremento de las aportaciones recomendadas se explica por las pérdidas menstruales), pasan a ser de 16 mg/día para los deportistas y de 30 tratándose de mujeres. Esto parece altamente lógico considerando cuanto precede:

- Las pérdidas sudorales, aun cuando de carácter reducido dentro del conjunto, superan de mucho a las de los sedentarios.
- Las pérdidas sanguíneas a través de la orina pueden observarse con cierta frecuencia y cabe que duren varios días después de haber finalizado la competición que las ha originado.
- Las pérdidas fecales pueden aumentar sensiblemente y con carácter conjunto debido a la aceleración del tránsito intestinal, a las pérdidas sanguíneas digestivas y a la estructura de la ración de los practicantes de los deportes de resistencia.
- El metabolismo del hierro parece estar alterado en las personas sometidas a un entrenamiento intenso ya que la asimilación de este elemento se efectúa con mayor dificultad. Habitualmente se rige por el estado de las reservas del organismo y una caída del nivel de las mismas provoca una retención acrecentada. Tratándose de un atleta

muy entrenado, este proceso difícilmente entra en acción y no se demuestra verdaderamente operativo más que durante los períodos de reposo. Además, la adrenalina y la acidosis bloquean la síntesis de nuevos glóbulos rojos, mientras que los «viejos», más frágiles, se destruyen con mayor facilidad.

- Única derivación positiva para ciertas deportistas: La amenorrea (es decir, la interrupción de las reglas) que afecta a ciertas practicantes de los deportes de resistencia, sobre todo a las vegetarianas. Si bien esta anomalía resulta beneficiosa respecto al metabolismo del hierro, por contra ejerce un influjo nefasto con relación al esqueleto (véase el capítulo dedicado al calcio).

Las «interrupciones» ocasionales del entrenamiento permiten repobrar de nuevo las reservas de hierro.

La presencia de personas que sufren una anemia ferropénica, es decir, cuya tasa de hemoglobina es inferior a la normal (anemia) como consecuencia de una carencia de hierro (ferropenia) en deportes en los que no existen las pérdidas sudorales ni la onda de choque (natación), hace pensar que son múltiples las causas que contribuyen a que existan déficits de hierro tan frecuentes entre los deportistas de ambos性 y que cada una de ellas aporta su contribución. Por otra parte tenemos que existe una de carácter esencial de la que todavía no hemos hablado: la escasa aportación de hierro a través de la ración.

Las aportaciones insuficientes de hierro constituyen la explicación primera para numerosos casos de déficit del mismo.

El hierro en la ración

El hierro se encuentra en numerosos alimentos, y la existencia de pérdidas cotidianas hace necesaria una aportación a través de la ración. Las preguntas que se plantean son la de saber si permite cubrir estas necesidades y la de cómo proceder en la práctica para conseguirlo.

Muchos deportistas no ingieren suficiente hierro. Ello puede deberse a:

- Unas aportaciones recomendadas superiores a las del resto de la población.
- Una alimentación mal planificada.

Vamos a considerar estos dos aspectos de un modo consecutivo.

A) La cobertura de las necesidades de compuestos ferruginosos

Los expertos en nutrición han señalado cuáles son las necesidades de compuestos ferruginosos acrecentadas de los deportistas, lo cual les plantea un problema delicado, sobre todo en el caso de las féminas. Se sabe, en efecto, que el contenido en hierro de una ración es proporcional a su riqueza calórica.

Una alimentación «normal» aporta, por término medio, 6 mg de hierro por cada 1.000 kcal.

La cobertura de las necesidades de compuestos ferruginosos puede imponer, como consecuencia de ello, la ingestión de una ración excesivamente rica para la actividad de la persona.

Ejemplo

Una mujer de 1,65 m y 55 kg (superficie corporal de 1,59 m²), tiene un consumo en estado de reposo de 1.530 kcal.

Corre 10 km al día, lo cual añade $55 \times 10 = 550$ kcal. En total ella consume, por tanto: $1.530 + 550 = 2.080$ kcal, lo que con un margen del 10 % para tomar en consideración los consumos menores de tipo anexo, nos lleva a un consumo máximo de 2.200 kcal. Si su alimentación aporta la misma cantidad de energía, recibirá: $2,2 \times 6 = 13,2$ mg de hierro, lo cual es notoriamente insuficiente. Para llegar a 18 mg/día sería preciso que ingiriese 3.000 kcal/día, a menos que recurriese a una alimentación «adaptada» que incluyese, sobre todo, componentes enriquecidos en hierro.

B) Las fuentes alimenticias de hierro

Confiar sólo en las cifras de contenido en hierro es engañoso. De hecho, en la ración cabe encontrar dos clases de hierro:

- El que se halla presente en las carnes animales unido a una estructura proteica que favorece su asimilación. Se habla entonces de hierro hemínico (ya que la estructura en cuestión ha recibido el nombre de «hemo»). Ello explica que las mejores fuentes de hierro provengan del reino animal.
- El existente en los vegetales, llamado «no hemínico».

En una alimentación omnívora tradicional, el hierro de la primera categoría representa como máximo un 15 % del total.

Los vegetarianos, que por definición excluyen la carne de su dieta, se encuentran enfrentados a un problema difícil. Gracias a su ingestión de huevos, sin embargo, pueden esperar resolverlo pero en la

práctica las cosas se complican apreciablemente. Conocer el contenido de un alimento en hierro no es suficiente para predecir si cubrirá o no las necesidades de compuestos ferruginosos. Son varios los factores que intervienen:

a) El contenido presente en los alimentos (véase tabla de página siguiente).

b) La naturaleza de los alimentos que constituyen la fuente. De hecho se aprecian unas variaciones muy grandes, de un alimento a otro, en el porcentaje de hierro efectivamente retenido. En general, las mejores retenciones se observan después de una ingestión de carne, pescado o mariscos, con lo que se confirma el predominio del hierro de origen animal. Sin embargo, conviene igualmente saber que el organismo retiene dos veces más hierro de origen vegetal si se ingiere un mínimo de carnes durante la misma comida, o de soja, única excepción notable entre los vegetales por la buena absorción del hierro que proporciona.

c) La presencia de sustancias que mejoran o reducen la asimilación del hierro. Citemos, a tal fin, el efecto positivo de la vitamina C. Añadir un zumo de limón o de perejil a la carne o al pescado, o beber un zumo de fruta al comienzo de las comidas mejora notablemente la cantidad de hierro retenido en los tejidos. El zumo de naranja, por ejemplo, no sólo se demuestra beneficioso gracias a la presencia de ácido ascórbico (el otro nombre de la vitamina C), sino también por la de fructosa y de ácido cítrico que comparten este efecto positivo con relación al hierro. La fructosa mejora, en efecto, la asimilación de diversos minerales (y oligoelementos), entre los cuales se encuentra el hierro, lo que hace ventajoso el añadirla a los alimentos enriquecidos.

En sentido inverso tenemos que diversas sustancias o alimentos presentan un efecto negativo. Entre los incriminados procede citar la leche, el queso, los huevos, los pimientos y las espinacas.

Consumir espinacas ejerce un efecto más bien negativo sobre el hierro.

Para éstas, así como para las acederas, el ruibarbo, las acelgas o el té, la explicación cabe hallarla en la presencia de ácido oxálico, componente que inhibe la asimilación del hierro, lo cual no hace de ellos, contrariamente a una idea fuertemente asentada, unos alimentos interesantes para el equilibrio de compuestos ferruginosos. El té presenta, por otra parte, otros inconvenientes: contiene taninos, los cuales retienen los minerales en el tubo digestivo y hacen que se pierdan a través de las deposiciones, y posee asimismo un efecto

diurético, debido a la cafeína, así como a la teofilina. El café ejerce asimismo un efecto negativo, explicable a través de otro proceso²⁰.

d) El estado de las reservas de compuestos ferruginosos: Cuando las reservas de hierro del organismo han experimentado un acusado descenso, su avidez respecto al metal crece, de modo que entra en acción un mecanismo regulador que busca compensar el déficit que se instaura. Una persona en estado de carencia retendrá un porcentaje mayor de hierro de cualquier alimento. No obstante, este mecanismo parece que funciona mal en el caso del deportista muy entrenado o incluso excesivamente entrenado.

El test que sigue a continuación, que integra estos diferentes datos, nos ayudará a situar nuestras aportaciones de compuestos ferruginosos y a determinar si cubrimos nuestras necesidades en hierro.

Tabla. FUENTES ALIMENTICIAS DEL HIERRO

ALIMENTO	CONTENIDO mg/100 g	ALIMENTO	CONTENIDO
Pichón	19,4	Harina de soja	12
Hígado	8-10	Ostras	8
Germen de soja	6	Morcilla	8
Lentejas	8	Leguminosas	6-7
Buey	2-4	Oleaginosos	3
Chocolate	3	Carnero	1,5-2,5
Germen de trigo	6	Ternera	1,5-2,5
Cerdo	2-2,5	Ave de corral	2
Tofú	2	Leche de soja	2
Pescado	2	Mariscos	2-4
Huevos	2,7	Pan integral	2
Productos lácteos	0-0,5	Pastas alimenticias integrales	1

Observación

Los alimentos que aparecen en cursiva son aquellos respecto a los cuales la asimilación del hierro (no hemínico) se demuestra mediocre.

²⁰ Modificación del estado de oxidación del hierro.

Test. ¿CUBRIMOS NUESTRAS NECESIDADES EN HIERRO?

PREGUNTA	RESPUESTA	PUNTUACIÓN
1) Comemos «vegetariano»:	— Nunca — De una a cuatro veces/semana — Cinco veces y más	0 1 2
2) Comemos fruta o bebemos un zumo por la mañana	— Raramente — Cada dos días — Todos los días	2 1 0
3) Consumimos productos lácteos	— En cada comida — En cantidad más reducida en presencia de carne — Nunca en una comida que incluya carne	2 1 0
4) Consumimos espinacas, acelgas o acederas:	— Una vez/semana — Una a tres veces/mes — Raramente	2 1 0
5) Bebemos té:	— Por la mañana y a mediodía — Solamente por la mañana — Raramente durante las comidas	2 1 0
6) Comemos carne: incluida ave de corral y pescado	— Raramente — De una a cuatro veces/semana — Con mayor frecuencia	2 1 0
7) Seguimos un régimen para adelgazar:	— Con frecuencia — Una vez al año — Nunca	2 1 0
8) Consumimos mariscos:	— Nunca — De dos a cuatro veces/mes — Más de una vez/semana	2 1 0
9) Comemos lentejas:	— Menos de una vez/mes — De una a cuatro veces/mes — Con mayor frecuencia	2 1 0
10) Comemos huevos por la mañana:	— Todos los días — De una a cuatro veces/semana — Nunca	2 1 0
11) Consumimos productos a base de soja:	— Nunca — De dos a cuatro veces/mes — Más de una vez/semana	2 1 0

12) Añadimos perejil o zumo de limón a nuestros platos:	— Nunca — Menos de una vez/día — Casi en cada comida	2 1 0
13) Comemos hígado:	— Nunca — Una vez/mes — Una vez/semana	2 1 0
14) Comemos morcilla negra:	— Nunca — Una vez/mes — Una vez por semana	2 1 0
15) Comemos cereales completos:	— Una vez/día — Una vez/semana — Raramente	0 1 2
16) Consumimos alimentos enriquecidos en hierro:	— Nunca — Menos de una vez/semana — Todos los días	2 1 0
17) Bebemos durante el esfuerzo:	— Raramente — Poco (1/4 l hora) — Más de 1/4 l hora	2 1 0
18) Perdemos sangre (orina, reglas, heridas):	— Raramente — En pequeña cantidad — Abundantemente	0 1 2
TOTAL		

Si nuestro total supera los 25 puntos: presentamos un riesgo elevado de déficit en hierro. Un análisis de sangre trimestral y la prescripción eventual de sales de hierro deben inscribirse en nuestra preparación. Si somos vegetarianos, mantengámonos vigilantes. En caso contrario comamos un poco más de carnes animales ¡y no descidamos beber zumo de naranja!

Para una valoración comprendida entre 15 y 24 puntos: puede manifestarse un déficit durante períodos en los que el entrenamiento es muy intenso. No vacilemos, por consiguiente, en consultar con regularidad un médico versado en especialidades deportivas y en adaptar nuestra alimentación en el curso de estos períodos «delicados» (véase más adelante).

Si nuestra valoración es inferior a 14: parece que es muy reducido el riesgo de sufrir un déficit en hierro. La aparición de una carencia, en nuestro caso, no puede ser más que el resultado de una pérdida creciente y circunstancial de sangre o de un exceso de entrenamiento.

La evolución de nuestros niveles de rendimiento se convierte así en un buen medio de evitar un déficit. Un descenso súbito en las aptitudes, incluidas las manifestadas durante el entrenamiento, y a continuación una sensación de fatiga persistente (incluso en estado de reposo), deben incitar a llevar a cabo unos exámenes más exhaustivos.

¿Es preciso suplementar el hierro?

Las deportistas, sobre todo las corredoras, y más aún si adoptan una alimentación vegetariana, constituyen un grupo de riesgo. Sus elecciones alimenticias pueden precipitar, o por el contrario evitar, un déficit en hierro. Sin embargo, la alimentación jamás lo corrige totalmente. Debe asegurarse de que se cuenta con una buena densidad nutricional en hierro, eligiendo a tal fin unos alimentos dotados de un buen contenido respecto a este elemento pero poco calóricos. Cabe por tanto aconsejar la ingestión de:

- Hígado: Una vez por semana.
- Mariscos: De una a dos veces por semana.
- Se puede intensificar su acción asociándoles algas (fuente de hierro de gran valor pero de utilización anecdótica en algunos puntos).
 - Zumo de limón y perejil en cada comida.
 - Zumo de fruta o de cítricos: una vez al día.
 - Carne roja o pescado o volatería: Un día de cada dos por lo menos.
 - Soja o derivados: De una a tres veces por semana, y en sustitución de la carne para los vegetarianos.
 - Leguminosas, cereales completos: Una vez al día.
 - Germen de trigo: Todos los días.
 - Chocolate: Hasta 100 g por semana cuando no exista problema alguno respecto al peso.
 - Fructosa: Si es posible en sustitución del azúcar en los preparados complejos.
 - Alimentos enriquecidos con hierro (cereales, cacao): Cuando esto sea posible.
 - Espinacas, acederas y acelgas: Si ello es posible, no deben consumirse al mismo tiempo que un alimento rico en hierro (hígado, carne roja, mariscos).
 - Té: Evitar beber más de 200 ml durante las comidas.
 - Productos lácteos: Reducir las porciones cuando ingiramos un alimento rico en hierro (carne, hígado, mariscos), lo cual supone elegir un yogur (menos rico en calcio que el queso) o bien requesón, o también omitirlos en esta comida y aumentar las porciones de productos lácteos en la comida siguiente.

- Huevos: Evitarlos, por la mañana si es posible, ya que su presencia (unida a la del té) puede dividir por 6 la proporción de hierro retenida.
- Café: Evitarlo al mediodía.

¿Se puede adoptar un régimen «hipercárnic» (de una a dos porciones de carne al día) para evitar este problema? Es un hecho cierto que el hierro aportado por la carne se asimila con igual facilidad que el proporcionado por los preparados farmacéuticos administrados a las personas que sufren carencias pero, tal como hemos tenido ocasión de ver en el capítulo dedicado a los prótidos, hay otros elementos que entran en la composición de las carnes animales y su ingestión excesiva puede venir acompañada de inconvenientes:

- Una sangre más ácida, lo cual actúa en sentido negativo tanto en el caso de esfuerzos breves como intensos y además dificulta la recuperación.
- Una ingestión excesiva de grasas «ocultas» de origen animal.
- En compensación da lugar a un menor consumo de productos lácteos, de pescado o de mariscos, lo que se traducirá en unos niveles diferentes por lo que a presencia de minerales respecta.

Sin embargo y aparentemente el consumo elevado de carnes animales, salvo excepción, no afecta a los adeptos a los deportes de resistencia.

LOS OLIGOELEMENTOS

Con los oligoelementos abordamos un tema que ejerce gran atractivo, tanto por lo que se refiere a la investigación como por lo que concierne al interés manifestado por el público en general. Se trata de un campo de investigación reciente y que está llamado a desarrollarse gracias a la aparición de técnicas de dosificación cada vez más sofisticadas. Procede añadir que, como veremos, llegan a tiempo.

Determinar de un modo formal si determinado componente merece realmente el nombre de «oligoelemento» exige un cierto número de argumentos. Su presencia en los tejidos no es suficiente, incluso en estado de traza. (Recordemos que en inglés se utiliza la expresión «trace elements».) Los polucionantes y los contaminantes, por ejemplo los metales pesados como el plomo, el mercurio o el cadmio rechazados en nuestro entorno, responden a este criterio. No obstante, no cumplen el segundo, o sea el carácter esencial de su presencia. Incluso el descubrimiento de su vinculación a una enzima o a un sistema biológico no constituye una prueba formal pues tenemos que

contaminantes como el cadmio (Cd) o el estroncio (Sr) pueden sustituir al calcio y reemplazarlo en el tejido óseo. Esta vinculación no significa, en modo alguno, que estos elementos jueguen un papel esencial en la osificación; al contrario, al sustituir fácilmente al componente normal, ocasionan alteraciones nefastas. Para complicar más las cosas tenemos que determinados oligoelementos, que pertenecen al grupo de los metales, pueden, si se aplican dosis superiores a las requeridas para el buen funcionamiento de nuestro organismo, revelarse tóxicas (por ejemplo, el hierro, el cinc y el selenio) y dar lugar a verdaderas intoxicaciones.

Establecer que un determinado compuesto es un oligoelemento exige, por consiguiente, numerosas comprobaciones.

El conocimiento de sus necesidades, su metabolismo y sus fuentes alimenticias plantea otro problema: el de la precisión de la dosis. Recordemos a este fin la introducción a los capítulos dedicados a los minerales. En dicho punto hemos señalado que los oligoelementos representaban, como máximo, un 0,01 % del peso corporal. Y de mucho, el contenido en los diversos tejidos y en la sangre es netamente inferior, del orden del límite de sensibilidad de los aparatos utilizados para la determinación. Este escollo, por otra parte, constituye desde hace mucho tiempo un freno para el desarrollo de los trabajos realizados sobre esta cuestión. Recordemos además que sólo una ínfima parte de los elementos minerales se revela como movilizable y que las mediciones efectuadas difícilmente pondrán de manifiesto un descenso de las reservas ya que las dosis con frecuencia sólo guardan relación con esta fracción «accesible». Estimar las aportaciones recomendadas y fijar las necesidades resulta, en buena parte de los casos, una labor muy delicada.

Igualmente es preciso señalar que las tablas de composición a menudo aparecen muy incompletas con relación a muchos oligoelementos y alimentos, lo cual no facilita en modo alguno la labor de los nutricionistas cuando se trata de establecer el nivel óptimo de tal o cual oligoelemento.

Sin embargo se sabe, de modo seguro, que varios de entre ellos intervienen en el metabolismo, se encuentran presentes en nuestra ración y ven sus necesidades o su acción modificarse bajo el efecto de una práctica deportiva regular.

Querríamos igualmente con estas líneas incitar a que se escuchen con la máxima desconfianza todas las informaciones perentorias que hacen de nosotros unos seres potencialmente afectos de múltiples carencias. Los defensores de este punto de vista quizás no estén equivocados pero es demasiado pronto para saberlo. De hecho son muchas las cosas que ignoramos y en particular con relación a sobredosis y a interacciones complejas que rigen el metabolismo de los

oligoelementos. ¿Dominamos bien las consecuencias de una suplementación salvaje?

Muchas de las posiciones actuales se basan todavía, y en elevada proporción, en la convicción antes que en el hecho científico debidamente establecido. De hecho, no nos escapamos de esta forma de pensar tratándose de los «antioxidantes», cuyo interés para el deportista no aparece claro a todos cuantos componen el medio científico y da lugar a prolongadas discusiones entre los expertos. Por lo que a nosotros se refiere somos partidarios de una aportación acentuada en determinadas circunstancias. Sea como fuere vamos a considerar todas estas cuestiones con la presentación de los diversos oligoelementos.

El cinc (Zn)

Cuando se evocan los problemas de carencias minerales en el ámbito deportivo, la discusión se centra sobre el hierro, el magnesio y eventualmente el calcio pero raramente se hará mención del cinc. Sin embargo, se trata de un elemento tan importante como aquéllos y, a juzgar por las múltiples encuestas dietéticas realizadas, las necesidades no quedan cubiertas en un porcentaje elevado de deportistas.

El cinc (Zn) entra en la composición de más de cien enzimas (como «coenzima»), lo cual le confiere una gran diversidad de acciones. Cabe afirmar con toda certeza que participa en los diferentes metabolismos y ello debido a su implicación en las reacciones enzimáticas, traduciéndose su déficit por una renovación más lenta de las células. Cabe observar asimismo una mala cicatrización, una menor eficacia del sistema inmunitario (proceso que requiere una sustitución rápida de las células) y una alteración del sentido del gusto, trastorno éste por el que se le identifica todavía con frecuencia.

Sus necesidades se estiman (en el caso de una persona sedentaria) en 15 mg/día. Se trata de un valor mínimo y que precisa ser revisado al alza tratándose de deportistas. Esto se explica muy bien, procediendo considerar a tal fin varios factores:

- Las pérdidas sudorales aumentan sensiblemente, incluso en el caso de un ejercicio llevado a cabo en un ambiente templado. Si bien el organismo posee mecanismos de adaptación que le permiten enfrentarse con la repetición de esta situación, por ejemplo por la sucesión de esfuerzos intensos realizados en pleno calor durante varios días consecutivos, las pérdidas sudorales de Zn pueden acabar afectando el equilibrio general del organismo.
- Las pérdidas a través de la orina también intervienen, sobre todo en las disciplinas de resistencia, revelándose superiores en los días de entrenamiento en comparación con los de reposo. La desviación

puede alcanzar un 60 %. Se ha evaluado que la eliminación a través de la orina de este oligoelemento representa de 300 a 600 µg/día. El cálculo que sigue a continuación pone de manifiesto que se trata de una cifra elevada.

Ejemplo

Las aportaciones alimenticias de Zn se sitúan, en general, entre 9 y 15 mg/día. La fracción asimilada depende en gran medida de la composición de la ración. Varía entre 40 y 10 %. En el primer caso, con una aportación comprendida entre 9 y 15 mg/día y una asimilación del 40 %, las pérdidas a través de la orina representan de un 12 a un 20 % del Zn cotidianamente absorbido.

En el segundo caso, bastante próximo al de los vegetarianos, las cifras pasan a 47-49 %, lo cual hace de las pérdidas a través de la orina un importante factor de déficit.

Las lesiones musculares, con destrucción de determinadas fibras, provocan la liberación de elementos celulares en la sangre y su eliminación ulterior por parte de los riñones. El cinc forma parte de ellos. Una competición, sobre todo de larga duración o que haya ocasionado contracciones excéntricas, eleva las pérdidas de Zn a través de la orina.

El conjunto de estos procesos puede afectar las reservas de cinc del organismo, lo cual se traducirá, con el tiempo, en una caída de la tasa de este metal en la sangre.

Un estudio ha puesto de manifiesto la existencia de una relación, en los corredores a pie, entre el kilometraje semanal medio y la tasa plasmática de Zn. Cuanto mayor era la distancia cubierta por término medio por los atletas durante una semana, más baja aparecía dicha tasa.

Frente a este conjunto de factores conducentes a un aumento de las necesidades ¿qué papel juega nuestra alimentación? Se infiere de numerosos trabajos al respecto que la cobertura de las necesidades en Zn se demuestra con frecuencia comprometida. Esta guarda relación, en parte, con las elecciones alimenticias practicadas: independientemente de los hábitos vegetarianos, que favorecen en mayor grado que los omnívoros los déficits de cinc, la predilección de los adeptos a los deportes de resistencia respecto al arroz, las pastas alimenticias blancas, los productos de pastelería y los alimentos refinados, pobres todos ellos en cinc, hace difícil conseguir una «densidad nutricional en cinc» suficiente. Sustituir varias veces por semana con alubias, garbanzos o lentejas las sempiternas pastas alimenticias (con efectos similares por lo que se refiere al glucógeno) permitiría aumentar notablemente la ingestión de cinc. Añadir germen de trigo y tomar una porción de algún producto lácteo en cada comida también contribuiría a este fin.

La insuficiencia de las aportaciones alimenticias en cinc constituye la causa principal de los déficits observados en los deportistas.

Unas fuentes bien limitadas

Conocer el contenido en cinc de un alimento, al igual que para el hierro, no es suficiente para predecir lo que nuestro cuerpo recibe realmente. La naturaleza del alimento del que se obtiene resulta igualmente determinante.

El cinc, abundante en los alimentos de origen animal, se asimila igualmente mejor a partir de ellos.

Los vegetales contienen de hecho mucha fibra (los cereales cuentan, debido a ello, con abundantes cantidades de ácido fítico, el cual secuestra los minerales en su tejido reticular y los retiene en las deposiciones) y esto obstaculiza la asimilación del cinc. Sin embargo tenemos que, a la larga, parece existir una adaptación, de modo que una persona vegetariana desde hace mucho tiempo retiene mejor el Zn aportado por los vegetales de su ración que un omnívoro. Incluso teniendo en cuenta que el riesgo es superior entre ellos, los vegetarianos no sufren de carencia de Zn de un modo sistemático. No obstante, es necesario seguir un control estricto.

Otros compuestos aparecen susceptibles de interferir en la asimilación del cinc y éste es el caso para los taninos del té, los cuales con una toma de sólo 200 ml (una taza) provocan la disminución del porcentaje de Zn retenido, o sea de un modo parecido a lo que ocurre con el hierro. En cambio, y ello supone otro paralelismo entre estos dos oligoelementos, la presencia de fructosa se revela beneficiosa ya que permite retener una mayor proporción de Zn.

La presencia de proteínas, de origen animal, naturalmente, pero también provenientes de soja «defitizada», mejora notablemente la asimilación del cinc, lo cual explica el triple interés de las carnes animales:

- su riqueza en cinc,
- la buena asimilación de éste,
- la presencia de proteínas.

A menudo, para yugular o evitar los déficits minerales que son frecuentes en el ámbito deportivo, los expertos preconizan una suplementación, es decir, la toma de sales minerales concentradas al iniciar las comidas para corregir una ración deficitaria. Ahora bien, esta práctica, respecto al cinc, plantea un doble problema. Si se aporta hierro, caso frecuente, puede traducirse en una mala absorción del cinc, incluido el aportado por los alimentos de origen animal. La ra-

zón de este fenómeno es sencilla: ambos siguen procesos de asimilación análogos y la competición que existe entre ellos respecto a los puntos de absorción se desarrolla en contra del cinc a partir del instante en que se procede a administrar hierro a través de una dosis única superior a 20 mg/día.

¿Consiste, por tanto, la solución en suplementar cinc? Esto crea otro problema: la toma de un excedente de cinc obstaculiza la asimilación del cobre, otro oligoelemento con relación al cual la cobertura de sus necesidades se revela esencial.

En el caso de fuerza mayor cabe proponer una suplementación pero será preciso limitar a 20 mg/día la cantidad de Zn aportada ya que si se rebasa se producirá el fenómeno descrito en detrimento del cobre. También se puede intentar acrecentar las aportaciones alimenticias de Zn ya que las carencias en este elemento se consideran, desde el punto de vista de los especialistas, como perfectamente evitables. Consultemos las tablas que siguen y sometámonos al test con el que concluye este capítulo. ¡Sabremos entonces lo que nos queda por mejorar!

Tabla. LAS FUENTES ALIMENTICIAS DEL CINC

ALIMENTO	CONTENIDO mg/100 g	ALIMENTO	CONTENIDO (mg/100 g)
Ostras del Atlántico	74,7	Ostras del Pacífico	9,8
Germen de trigo	16	Buey	6,2
Hígado de ternera	6,1	Cacao en polvo	5,6
Cordero cocido	4,3	Cangrejo hervido	4,3
Pavo cocido	4,1	Ternera cocida	4
Cheddar	4	Gruyère	4
Parmesano	4	Jamón cocido	4
Cerdo asado	3,4	Trigo	3,4
Avena	3,4	Cacahuates crudos	3,4
Mantequilla de cacahuete	2,9	Pollo cocido	2,4
Requesón	2,3	Yogur	2
Mariscos	2-4 (media)	Otros alimentos	<1

Tabla. COEFICIENTE DE ASIMILACIÓN DEL CINC

ALIMENTO	PORCENTAJE	ALIMENTO	PORCENTAJE
Pan blanco	30-50	Pan integral	15-20
Pan integral + productos lácteos	15 a 20	Producto lácteo	30
Pollo	35 a 40	Soja	15 a 25
Proteínas de buey	30 a 60	Proteínas de soja	30 a 40

Test. ¿CUBRIMOS NUESTRAS NECESIDADES EN CINC?

PREGUNTA	RESPUESTA	PUNTUACIÓN
1) Comemos ostras:	— Menos de una vez/mes — De una a tres veces/mes — Cada semana	0 1 2
2) Consumimos hígado:	— Menos de una vez/mes — De una a tres veces/mes — Cada semana	0 1 2
3) Comemos buey o ternera:	— Raramente — De una a tres veces/semana — Con mayor frecuencia	0 1 2
4) Comemos cerdo y cordero: incluido el jamón:	— Menos de dos veces/mes — De una a dos veces/semana — Con mayor frecuencia	0 1 2
5) Consumimos carne de ave de corral:	— Menos de una vez/semana — Una vez por semana — Con mayor frecuencia	0 1 2
6) Comemos yogures:	— Menos de cuatro por semana — Uno por día — Dos por día y más	0 1 2
7) Consumimos queso y requesón:	— Menos de un día cada dos — Una vez al día — Dos veces al día y más	0 1 2
8) Añadimos germen de trigo a nuestras comidas:	— Raramente — Un día de cada dos — Todos los días	0 1 2
9) Consumimos cereales completos:	— De vez en cuando — De dos a cuatro veces por semana — Todos los días	0 1 2
10) Comemos soja, leguminosas y derivados: leche de soja, tofu, postres de leche de soja, etc.	— Una a dos veces/mes — Hasta 2 veces/semana — Con mayor frecuencia	0 1 2
11) Ingerimos oleaginosos (nueces, avellanas, almendras, cacahuetes, etc.):	— Menos de 100 g/mes — De 50 a 200 g/semana — Más de 200 g/semana	0 1 2
12) Consumimos cacao (y chocolate):	— Menos de 100 g/mes — Hasta 150 g/semana — Mucho más	0 1 2

13) Comemos mariscos (que no sean ostras):	— Menos de una vez/mes — De dos a cuatro veces/mes — Con mayor frecuencia	0 1 2
14) Tomamos sales de hierro (suplementación medicamentosa):	— Raramente — De una a dos veces por año — Con mayor frecuencia	2 1 0
TOTAL		

Resultados

Más de 16 puntos: Formamos parte de los deportistas que no descuidan ninguna fuente alimenticia de cinc. El riesgo de sufrir un déficit es pequeño.

De 11 a 16 puntos: Conseguir más puntos en este cuestionario sin duda nos ha parecido imposible. Sin embargo, no es más duro que los precedentes; simplemente refleja la rareza relativa de las fuentes de cinc y la necesidad, por nuestra parte, de incrementar su consumo y hacerlo con mayor frecuencia ya que no estamos exentos de sufrir un déficit.

Menos de 11 puntos: Resulta verosímil que estemos en una situación de déficit. Pidamos por tanto a nuestro médico que nos someta al test del gusto para comprobarlo. Hagamos un esfuerzo y consumamos más carnes animales o bien acrecentemos nuestra ingestión de productos lácteos y de leguminosas. No olvidemos tampoco el germe de trigo. Y volvamos a repetir el test dentro de algún tiempo, procurando mejorar nuestra puntuación pero sin hacer trampas.

El cromo (Cr)

El cromo presenta un interés real para los deportistas debido a su acción fisiológica principal: «potencia» (dicho de otro modo, «refuerza») la acción de la insulina. Recordemos lo que hemos dicho acerca de esta hormona en el capítulo dedicado a los glucídicos: gracias a ella, éstos penetran en los tejidos y la síntesis del glucógeno hepático se pone en marcha. Asimismo favorece la entrada de los aminoácidos (fenómeno importante para la reconstrucción de las células, en particular las musculares) y bloquea la movilización de las reservas de grasas. El cromo, que se une a esta hormona, regulariza su acción: si faltase, situación al parecer frecuente entre los deportistas, la eficacia de la insulina disminuiría y harían su aparición ciertos riesgos de «derrapaje» y con ello se produciría una entrada excesiva de glucídicos en el tejido adiposo, dando lugar a la formación de grasas de reserva o a variaciones más importantes de la glucemia y a una menor renovación de las proteínas; el resultado sería que el conjunto de la función metabólica se vería alterado.

¿Cuáles son nuestras necesidades? Las aportaciones juzgadas como suficientes y quizás revisables al alza en el futuro se sitúan entre 50 y 200 µg/día. ¿Dónde cabe encontrarlo? Las mejores fuentes se hallan constituidas por las setas, la levadura de cerveza (sobre todo la que ha sido enriquecida con este elemento), las ostras, las manzanas, las ciruelas, los cereales completos, el hígado y el pan integral. La absorción de este elemento varía apreciablemente, observándose la tasa más elevada en el caso del cromo unido «orgánicamente», como por ejemplo en la levadura de cerveza y en el hígado.

Una parte del cromo ingerido nos llega a través de la preparación de los alimentos, pudiendo los utensilios de cocina utilizados para tal fin liberar una ínfima cantidad que ingerimos de inmediato.

El consumo en cantidad abundante de productos muy refinados (azúcares simples, cereales muy depurados) da lugar a una eliminación acrecentada del cromo a través de la orina: una ración muy rica en azúcares simples multiplica por tres estas pérdidas de Cr. Esta reacción puede plantear un problema considerando lo que nos enseñan las encuestas sobre alimentación: de ellas se deriva, en efecto, que en los países occidentales más del 90 % de las personas no cubren adecuadamente sus necesidades de Cr. Más grave todavía, las cifras de aportación recomendadas deben ser objeto, sin duda alguna, de una revisión al alza entre los deportistas, lo cual nos lleva a pensar que una proporción verdaderamente elevada de ellos lo absorbe en forma excesivamente reducida.

Un 90 % de las raciones carecen de cromo. Además, las necesidades son superiores entre los deportistas.

¿Cuáles son las razones que dan lugar a que estas necesidades se acrecienten? En respuesta al esfuerzo, la tasa sanguínea de Cr se eleva, lo cual se traduce en una movilización acrecentada de este elemento. Ahora bien, si se considera que menos de un 5 % del cromo que llega a los riñones es reabsorbido, una parte esencial del proporcionado por los tejidos es eliminada, en un espacio de tiempo muy corto, a través de la orina. Su contenido en ésta puede, como consecuencia de ello, cuaduplicarse después de una sesión de entrenamiento, incluso en el caso de que sea corta. En total se considera que al final de una jornada, las pérdidas de este oligoelemento a través de la orina se han dobrado. ¿Existe una adaptación? Segundo parece un deportista elimina, durante los días de reposo, menos Cr a través de la orina que una persona sedentaria.

La combinación entrenamiento-ración rica en azúcares simples (por ejemplo, en bebidas complementarias para ingerir durante el esfuerzo) puede ocasionar déficits en cromo.

Por lo que se refiere a las pérdidas sudorales, la influencia del ejercicio constituye un factor sin evaluar pero no se excluye que, al igual que ocurre con otros nutrientes, el esfuerzo eleve la eliminación de Cr a través del sudor.

La estructura de la ración determina igualmente la importancia de las pérdidas fecales; una alimentación rica en fibras reduce la retención de Cr (fenómeno ya evocado anteriormente) mientras que la asimilación del hierro y del cinc interfiere la suya.

¿Consiste entonces la solución en suplementar?

Corregir de este modo una carencia de aportación en nuestra alimentación es algo que se puede considerar, incluso teniendo en cuenta que la eficacia de los preparados farmacéuticos se presenta dudosa a este respecto. En cambio, unos retoques en la dieta pueden resultar mucho más eficaces:

- Añadir cotidianamente levadura de cerveza a nuestros alimentos. Algunas lo contienen en una tasa muy elevada. En menor grado tenemos que el germen de trigo también lo proporciona en cantidad apreciable (10 g aportan 6 µg, o sea cerca de un 10 % de las necesidades diarias).

- Disminuir el consumo de glucidos simples y acrecentar el de los complejos que son más ricos en Cr.

- Comer hígado (si nos gusta) una vez por semana.

- No olvidar la ración diaria de fruta ni tampoco la de pan integral que puede representar la mitad del total del consumido todos los días.

Estas pocas y sencillas medidas deberían ser suficientes para evitarnos acudir a la suplementación, a la cual algunos recurren ante el resultado alcanzado en estudios recientes. En efecto, diversos trabajos han considerado el influjo de una sal de cromo (el picolinato de cromo) no para corregir un eventual déficit nutricional, sino más bien para determinar un posible efecto ergógeno de este compuesto. Tales trabajos han llevado a conclusiones contradictorias y los más recientes no han confirmado la reducción de la adiposidad y el incremento de la masa muscular tal como se subrayaba en los primeros. Aun cuando *a priori* son plausibles, los efectos beneficiosos de esta sustancia todavía quedan sin demostrar.

El cobre (Cu)

Se trata de un nutriente muy importante que ejerce una gran variedad de acciones fisiológicas, sobre todo en el metabolismo del hierro, la formación del tejido conjuntivo, en el funcionamiento cerebral, en el metabolismo de los lípidos y también en la lucha contra los «radica-

les libres», estos derivados nocivos que se forman cada vez que una cantidad insuficiente de O₂ llega a los tejidos (véase más adelante). Entra así a formar parte de la estructura de una enzima conocida, en términos abreviados, como «SOD», la cual degrada estos agentes. Su actividad refleja de un modo directo el estado de las reservas de cobre: en el caso de un déficit, esta actividad se reduce, lo cual significa que una carencia de Cu favorece el desarrollo de las lesiones causadas por los radicales libres.

Se estiman las necesidades en cobre entre 2 y 3 mg/día, cabiendo el que las pérdidas sudorales, en modo alguno despreciables, hagan necesario unas aportaciones superiores. Las mejores fuentes de este elemento figuran en la tabla que sigue a continuación, donde no aparecen los productos lácteos, la carne de buey o de cordero y el pan blanco ya que lo proporcionan en muy reducida cantidad.

De acuerdo con los escasos estudios efectuados sobre este tema parece que son numerosas las personas que no cubren las aportaciones recomendadas. Esto se explica, en parte, por ciertas elecciones en cuestión de alimentación. Los contenidos usuales en nuestra alimentación de cinc, de hierro y de azúcares simples reducen la asimilación del Cu. Entre los glucidos, la fructosa constituye una excepción ya que, al igual que ocurre con el Zn, el Fe, el Mg o el Cr, aumenta el porcentaje de cobre efectivamente retenido en los tejidos.

La dificultad para cubrir las necesidades por una parte y la existencia de pérdidas sudorales acrecentadas entre los deportistas por otra podrían incitar la suplementación. Ésta se hace desaconsejable, sin embargo, debido al carácter tóxico del cobre aportado en dosis elevadas. La reforma de los hábitos alimenticios constituye, por tanto, la única solución aplicable.

- Comamos hígado una vez por semana.
- Consumamos mariscos con la misma frecuencia.
- Reintroduzcamos las leguminosas en nuestra ración (por lo menos 250 g por semana).
- No descuidemos el trigo, la soja, el alfajor, las patatas, las avellanas y el cacao, todos ellos buenas fuentes complementarias de cobre.
- Limitemos nuestra ingestión de azúcares «rápidos», con excepción de la fructosa que mejora la retención de este mineral.

Tabla. FUENTES DE COBRE

ALIMENTO	CONTENIDO (mg/100 g)	ALIMENTO	CONTENIDO (mg/100 g)
Hígado de ternera y de carnero	15	Conchas St Jacques	10
Cacao	3,5	Ostras, mejillones	4,9
Crustáceos, huevos de pescado	1	Gambas	2
Avellanas	1	Trigo, avena	2
		Soja, leguminosas	1
		Patatas	1

El selenio (Se)

De un modo parecido al Zn, las vitaminas C y E y la provitamina A, el selenio (Se) juega un papel de antioxidante. En otras palabras, captura los radicales libres que se forman en nuestros tejidos en múltiples ocasiones (véase el capítulo siguiente). Actúa sobre todo en el seno de una estructura enzimática específica y en conjunción con la vitamina E. Se cree que su déficit favorece la aparición de cánceres y afecta al funcionamiento de los músculos mientras que, en sentido inverso, la ingestión de levaduras enriquecidas con Se mejora la respuesta inmunitaria e impide los efectos secundarios consecutivos a la formación de radicales libres.

¿En cuánto se evalúan las necesidades? Se las sitúa entre 50 y 200 µg/día, lo cual una alimentación «normal» tiende a aportar sin dificultad. Las mejores fuentes vienen representadas por los mariscos, los riñones, el hígado y el germe de trigo, el cual, en algunos casos y por añadidura, es enriquecido con selenio. Las leguminosas y los cereales pueden asimismo constituir buenas fuentes si el suelo en que han crecido contiene un nivel elevado de este mineral, lo cual no siempre es así, sobre todo en diversos países de Asia.

El ejercicio acrecienta la formación de radicales libres y, en este sentido, cabe considerar la posibilidad de una aportación suplementaria de Se. Sin embargo, teniendo en cuenta la toxicidad que concurre en dosis elevadas de este elemento, conviene no hacerlo con contenidos que correspondan al doble de las aportaciones recomendadas. El consumo diario de germe de trigo y de levadura de cerveza (ya evocada en diversas ocasiones anteriores) así como la ingestión semanal de hígado o de mariscos protegerán eficazmente contra los radicales libres formados durante un ejercicio.

El manganeso (Mn)

Este oligoelemento presenta ciertas analogías, en sus funciones, con el magnesio ya que como él interviene como «ayuda» de nume-

rosas enzimas, pudiendo, en situaciones límite, sustituir a este mineral en algunas de ellas. Participa igualmente en la estructura del tejido óseo y su déficit ocasiona una fragilización acrecentada del mismo.

Muchos especialistas consideran que las necesidades, estimadas en 3 mg/día, no aumentan en el caso de los deportistas ya que las pérdidas sudorales o urinarias no evolucionan, durante el esfuerzo, de una forma tangible. Esta aportación representa 1/4 del contenido del organismo en Mn, lo cual significa que la renovación se efectúa con rapidez, por lo menos por lo que respecta a la fracción movilizable. Esto explica que el porcentaje de Mn retenido no dependa de la dosis aportada por los alimentos ya que siempre penetra gran cantidad del mismo en el organismo.

No obstante, teniendo en cuenta su efecto sobre el metabolismo y la aceleración de éste durante el ejercicio, cabe considerar que es necesario elevar las aportaciones entre los adeptos a los deportes de resistencia.

¿Dónde se puede encontrar? La parte esencial del Mn de la ración proviene de las verduras, del pan, de los cereales y del té. Debe tenerse en cuenta, de todos modos, que el liberado por este último, unido a los taninos, cabe encontrarlo sobre todo en las deposiciones.

Los vegetarianos ingieren, en general, mucho más manganeso que los omnívoros. No sólo comen una mayor cantidad de cereales completos o de leguminosas (donde abunda), sino que además las «variantes» de alimentos convencionales de que disponen, como los otros derivados de la soja y las lasañas vegetales, lo contienen en grado más elevado que los productos estándar.

Algunos componentes de la ración influyen sobre su asimilación, mientras que la regulación de las reservas corporales se efectúa esencialmente a través de la modulación de las pérdidas fecales. La orina y el sudor cuentan poco dentro del conjunto.

- La vitamina C, el calcio y el fósforo reducen su asimilación.
- El salvado la mejora (se trata sin duda alguna del único mineral que se encuentra en este caso).
- La fructosa actúa de un modo igual.
- La absorción del hierro no hemínico (es decir, el de los vegetales o el aportado por los medicamentos) compite con la del manganeso.

Como en el caso del magnesio, tenemos que los cereales completos, las leguminosas y las verduras deberán figurar en cantidad suficiente en la alimentación para cubrir ampliamente las necesidades ¡sin duda acrecentadas en el deportista!

LOS RADICALES LIBRES Y LOS ANTIOXIDANTES

El oxígeno, que permite el mantenimiento de la vida en nuestro organismo, contribuye asimismo, paradójicamente, a acelerar el envejecimiento y la aparición de diversas lesiones y patologías. Esto cabe explicarlo por la entrada en acción de una clase de sustancias particulares y esencialmente nocivas: los radicales libres, generados por el oxígeno.

Cuando existe una «deuda» de oxígeno

Durante la actividad física, el consumo de oxígeno se acrecienta. En una persona que se entrena con regularidad, la capacidad de las enzimas para desencadenar reacciones en presencia de este O₂ (reacciones que reciben el nombre de «oxidaciones») se eleva progresivamente con el hábito de la práctica deportiva. En todos los casos un 98 % del oxígeno captado sirve para este fin. Queda un 2 % que puede parecer despreciable cuantitativamente pero que sin embargo constituye un peligro real. Muy reactivo, este gas puede separar ciertos componentes de las moléculas, las cuales, al verse desestabilizadas, adquieren una mayor capacidad para reaccionar con sus vecinas y destruirlas. Se da el nombre de «radicales libres» a estas moléculas modificadas y nefastas²¹.

Los lípidos que componen las membranas (es decir, la zona que mantiene un contacto con la parte externa de las células) constituyen el blanco principal, sobre todo los ácidos grasos esenciales que se transforman entonces en grasas «malas», desprovistas de toda propiedad fisiológica (véase el capítulo dedicado a los lípidos). Estas reacciones en cadena se multiplican y se propagan con gran rapidez. Las consecuencias de estas alteraciones van desde el envejecimiento prematuro al cáncer pasando por las lesiones musculares y tendinosas así como la destrucción de los glóbulos rojos, tres fenómenos que afectan en grado mayor a los deportistas.

La fabricación de radicales libres se acrecienta desde el momento en que existe una deuda de O₂ o con motivo de un esfuerzo intenso, sinónimo de falta de abastecimiento de oxígeno en determinados tejidos. En estas circunstancias, este gas parece escapar con mayor facilidad al control de nuestras células.

Unos agentes muy especiales

Además de la acción deletérea de una pequeña fracción del oxígeno que reciben, hay otros agentes que favorecen la aparición de radicales libres en nuestras células:

²¹ Los radicales libres no presentan sólo aspectos negativos; su gran reactividad y su poder destructor los convierten en agentes importantes del sistema inmunitario.

- La realización de esfuerzos que necesitan contracciones excéntricas viene acompañada de la aparición acrecentada de lesiones musculares, en parte atribuibles a la formación de radicales libres. Incluso teniendo en cuenta que estas destrucciones de fibras se producen en condiciones casi exclusivamente aeróbicas y que hay otras causas que también contribuyen a ello, se piensa que un déficit parcial y local de O_2 de determinadas células explica este proceso.

- La sujeción a circunstancias nocivas propias de nuestro entorno: Así tenemos que nuestros tejidos pagan su tributo a las radiaciones (rayos X o ultravioletas), a las radiografías, a la exposición al humo del tabaco o al ozono. Los automóviles o ciertos aparatos eléctricos, como las fotocopiadoras, las liberan y pasan a la atmósfera.

- La exposición a ciertos gases: Los componentes de los escapes de los automóviles, como el dióxido de nitrógeno (NO_2), los disolventes orgánicos, los anestésicos²², las mezclas de gases ricos en oxígeno (como los que se utilizan en la inmersión o para la reanimación) y los pesticidas pueden, al degradarse, liberar radicales libres que entrarán en contacto con órganos sensibles, como el hígado o los riñones.

Se comprende que la realización de un esfuerzo intenso en una atmósfera polucionada exponga, durante cortos períodos, a unas concentraciones de elementos contaminantes que serán tanto más elevadas y nefastas cuanto mayor sea la ventilación pulmonar dado que se inhala un volumen mucho más considerable de aire que en estado de reposo.

- El abuso de hierro: De modo igual a lo que ocurre con el oxígeno, principal responsable de la aparición de radicales libres en nuestros tejidos, el hierro no ejerce únicamente efectos beneficiosos sobre nuestra salud. La ingestión excesiva de este metal particularmente reactivo desencadena la formación de radicales libres. Habitualmente, las reservas de hierro entre quienes practican deportes de resistencia se sitúan a un nivel más bien bajo, sobre todo en el caso de carreras a pie. Y son precisamente estos temores a sufrir un déficit los que conducen a un cierto número de ellos, ya sea por decisión propia o siguiendo el consejo de un médico, aingerir sales de hierro como paliativo o preventivo. En ausencia de un

²² Lo que hace necesaria la ingestión acrecentada de nutrientes antioxidantes antes y después de una intervención quirúrgica, sobre todo teniendo en cuenta que ésta ocasiona inevitablemente daños en los tejidos y los convierte en objetivo preferente de los radicales libres.

déficit, esta práctica da lugar a una formación acrecentada de radicales libres, los cuales emprenderán entonces un ataque a nivel de los tendones y de las articulaciones y ello traerá como resultado unas lesiones que durante mucho tiempo han sido consideradas inexplicables y que han sido causadas simplemente ¡por haber abusado del hierro!

- La toma de otro ergógeno, la coenzima Q10: Ésta interviene en los procesos oxidativos de suministro de energía y, debido a ello, algunos investigadores han manifestado la hipótesis de que proporcionando una cantidad acrecentada de este producto cabría mejorar el nivel de rendimiento. Ahora bien, los resultados no sólo son poco convincentes, sino que además este compuesto posee una reactividad en presencia de O_2 que es mucho más importante que la del hierro. Su ingestión como medio curativo, tal como preconizan sus adeptos, viene acompañada por tanto de un estímulo en la formación de radicales libres con todas las consecuencias que de ello se derivan.

Existen los antioxidantes

Nuestras células disponen afortunadamente de medios de defensa relativamente eficaces contra los daños causados por los radicales libres. Cuando su producción se realiza a un ritmo apreciablemente lento (descanso, esfuerzo moderado, atmósfera sana, edad poco avanzada), diversas enzimas y otros elementos (presentes en los tejidos y suministrados por nuestra alimentación) los capturan y bloquean sus efectos antes de que hayan tenido tiempo de propagarse. Estos agentes que cooperan con las enzimas de limpieza reciben el nombre de «antioxidantes», el cual se explica por su acción dirigida contra los efectos secundarios del oxígeno. Se trata del selenio (Se), del cinc (Zn), de las vitaminas C y E y de la provitamina A. Estos nutrientes pueden asumir otras funciones fisiológicas, circunstancia que ha llevado a definir las aportaciones recomendadas. La cuestión que se ha planteado después de que haya surgido un elevado interés por los antioxidantes es la siguiente: ¿Su acción de antirradicales libres se observa para dosis del orden de las aportaciones diarias recomendadas o, por el contrario, es preciso aumentarlas de modo que se tenga la seguridad de que se producirá el efecto deseado?

No existe duda alguna sobre el hecho de que la práctica de los deportes de resistencia eleva las necesidades con relación a estas cinco sustancias, sobre todo si durante el entrenamiento el atleta se encuentra expuesto a otros factores de riesgo: polución (urbana o del automóvil), radiaciones (ultravioleta debido a la altitud, etc.), o también que lleve a cabo una suplementación de hierro para corregir un

déficit de compuestos férricos. Igualmente es posible que, debido a la actividad profesional, se deba hacer frente a factores de riesgo: promiscuidad con fumadores, viajes aéreos frecuentes.

Si se realizan varias sesiones de entrenamiento durante la semana y además se está expuesto a otros factores de riesgo, debería incrementarse la ingestión de nutrientes antioxidantes.

¡Atención! El abuso de ciertos antioxidantes (selenio y vitamina E) puede resultar tóxico. Por esta razón se recomienda no aportar más del doble de la cantidad considerada como necesidad diaria. Deberá preferirse el recurrir a alimentos ricos en diferentes nutrientes antioxidantes antes que optar por preparados farmacéuticos promovidos para luchar contra los radicales libres ya que con frecuencia cuentan con una dosificación excesivamente fuerte y no siempre respetan las interacciones entre estos cinco compuestos que son susceptibles de afectar la asimilación y su actividad.

He aquí las dosis de antioxidantes que conviene que estén presentes en la ración de los deportistas:

NUTRIENTE	APORTACIONES RECOMENDADAS	APORTACIONES ANTIOXIDANTES
Vitamina C	80/100 mg/día	160
Vitamina E	10/12 mg/día	15-20
Selenio	50-70 µg/día	100
Cinc	15 mg/día	15-25 mg/día

En la práctica: algunas medidas simples

- Añadir cotidianamente germen de trigo (rico en vitamina E, Zn y Se) y levadura de cerveza (rica en Se). Los deportistas profesionales, sobre todo cuando se desplazan a otro lugar, no omiten nunca el llevar una cantidad de ambos para poder añadirlos a ciertos platos.
- Utilizar una o dos veces por semana un aceite rico en vitamina E: aceite de oliva o de germen de trigo.
- Comer hígado una vez por semana (por su riqueza en vitamina E y cinc).
- No despreciamos las aves de corral y los mariscos (ricos en Zn) y consumamos un producto lácteo en cada comida (riqueza en Zn).
- Comamos todos los días alimentos ricos en vitamina C y cítricos pero también frutas exóticas, ananás, espárragos, fruta y verduras en general. Tampoco nos conviene olvidar las grosellas (por ejemplo, su

zumo) o el cinorrodón (tapaculo), fruto del escaramujo silvestre que cuenta con un porcentaje muy elevado de esta vitamina. Existe asimismo como producto congelado para quienes no están seguros de disponer de fruta fresca en toda ocasión (por ejemplo durante un viaje o asistiendo a un cursillo de formación) o que no comen lo suficiente.

• Si no conseguimos seguir estas indicaciones, por ejemplo si hemos decidido seguir un régimen vegetariano, no vacilemos en pedir a un especialista que nos prescriba, llegado el caso, un preparado a base de antioxidantes.

¿SON NECESARIAS MÁS VITAMINAS?

Las vitaminas, elementos esenciales que se hallan presentes en cantidad muy reducida en nuestro organismo, participan en la mayoría de los procesos fisiológicos fundamentales. Existen dos categorías:

- Las solubles en agua (y los líquidos orgánicos) o vitaminas hidrosolubles. Son nueve.
- Las insolubles en agua pero solubles en los lípidos y que por este motivo se les da el nombre de liposolubles. Son cuatro.

La época de las enfermedades graves por carencia ya es cosa del pasado en nuestro entorno (salvo alguna excepción) pero esto no constituye obstáculo para que el mundo de la medicina y del deporte muestre el más vivo interés hacia estos nutrientes y ello por dos razones:

• La dificultad creciente de nuestros contemporáneos para asegurar las «aportaciones recomendadas» como consecuencia de la evolución experimentada por nuestra alimentación, trastorno éste que afecta tanto a los sistemas de producción, de almacenamiento y de distribución como a las elecciones aplicadas por lo que se refiere al régimen de comidas. La proliferación de los establecimientos conocidos como «fast-food» y de los productos precocinados juega un papel nefasto en este cambio.

• Estas sustancias se cree que tienen un efecto ergógeno²³. En efecto, de los trece compuestos que actualmente figuran relacionados como vitaminas, la mayoría de las cuales vienen clasificadas como «hidrosolubles», y la vitamina E que tiene carácter de liposoluble, participan en las reacciones que aseguran en nuestras células la producción de energía. Algunas operan de forma un tanto análoga al

²³ Que mejora las aptitudes físicas.

magnesio como cofactores mientras que otras lo hacen de una manera muy diferente.

La cobertura de las necesidades

A partir del instante en que se ha querido «planificar» la alimentación se ha procedido a establecer un listado, producto por producto, de los contenidos porcentuales con que cada nutriente forma parte de ella. Esto ha desembocado en la elaboración de la «tabla de composición de los alimentos» y a la que se refieren los dieteticistas cuando tratan de evaluar la riqueza de una ración en vitaminas. Aun cuando son puestas al día de un modo regular, estas compilaciones traducen mal el contenido porcentual real en vitaminas de las raciones. El que ello sea así responde a dos motivos:

- El almacenamiento, la exposición a la luz y la preparación excesivamente anticipada de los alimentos (por ejemplo, unas zanahorias que han sido ralladas la víspera) pueden reducir sensiblemente la cantidad de vitaminas presentes en nuestro plato.

- La evolución de los sistemas de cultivo, con un desarrollo frecuentemente acelerado de las verduras y hortalizas comestibles o también la utilización de un exceso de abonos que modifican la composición nutricional de los productos, modulan asimismo y en grado elevado este contenido. Dos muestras de una misma planta, según sea su procedencia, pueden resultar, debido a ello, muy diferentes. Para complicar la situación tenemos que no todas las vitaminas reaccionan de la misma manera ante estos diferentes agentes y no son deteriorados por los mismos factores (véase la tabla de página 148).

Por otra parte cabe señalar que se han producido cambios en nuestra alimentación. Los más flagrantes son el acortamiento de la duración de las comidas tomadas durante la jornada laboral y el recurso acrecentado a sistemas de restauración rápida, es decir, fast-food, bollería, flanes, pizzas ingeridas mientras se llevan a cabo las compras del mediodía, etc., o valerse de platos preparados y de alimentos que son resultado de un proceso industrial en nuestro hogar. Así tenemos que el pan blanco, las pastas alimenticias y el arroz blanco han venido a sustituir las variedades de tipo integral, que las leguminosas han iniciado un descenso en su consumo que no se detiene a pesar de las advertencias de los nutricionistas y que las diversas variedades de verduras también han experimentado una reducción como componente de la ración a pesar del auge alcanzado por los congelados y la presencia mantenida de las conservas, productos éstos que si se preparan de modo adecuado restituyen una buena parte del valor de los ingredientes.

Todas estas modificaciones van en el sentido de un empobrecimiento en vitaminas de nuestra ración.

Asimismo cabe señalar que la reducción de las aportaciones calóricas y el abuso de alimentos de débil «densidad nutricional», ricos en azúcar y en grasas ocultas, que «atiborran» y hartan sin por ello nutrir, tampoco constituyen evoluciones que estén orientadas hacia la buena dirección. Las comidas ofrecidas por los establecimientos fast-food simbolizan todos estos defectos y es un hecho cierto que tanto por lo que se refiere a las vitaminas y los minerales como al equilibrio entre glucidos y prótidos, su ingestión de modo regular se revela francamente negativa.

La ingestión de comidas en los establecimientos fast-food debe tener carácter ocasional para el deportista cuidadoso de su alimentación.

- Los sistemas de cocción afectan igualmente y en grado elevado el contenido en vitaminas de los alimentos. A este respecto cabe decir que es mejor una precocción rápida a 100 °C que una cocción más prolongada a 65 °C.

¿Por qué motivo el someter los alimentos a una temperatura más elevada aparece, paradójicamente, menos destructor para las vitaminas sensibles al calor?

Como todos los nutrientes, las vitaminas son compuestos muy sensibles a la acción de las enzimas. Ahora bien, el calentamiento a 60-65 °C activa la acción de las que las atacan mientras que el precalentamiento a 100 °C las inactiva. Como todas las proteínas, tales enzimas son sensibles al calor y reaccionan de manera similar a la clara de huevo que coagula en contacto con el agua hirviendo. Algunas vitaminas, sin embargo, se alteran espontáneamente bajo la acción del calor y sin que en ello intervengan enzimas. Por consiguiente tenemos que toda exposición a una temperatura elevada se revela nefasta.

Es preciso que una parte de los alimentos que se ingieren cotidianamente no esté cocida.

Otras vitaminas son sensibles a la acidez, a la alcalinidad (su contrario), a la exposición al oxígeno y a la luz, lo cual justifica el que deba procurarse diversificar al máximo la alimentación.

Tabla. VITAMINAS Y FACTORES DE FRAGILIZACIÓN

VITAMINA	AGENTE DESTRUCTOR
A	Luz (U.V.), oxidantes, calor, ácido
B ₁	Calor, humedad, alcalinidad
B ₂	Calor, acidez, alcalinidad
B ₅	Calor, acidez, alcalinidad
B ₆	Luz
B ₇	Acidez y alcalinidad
B ₈	Luz, oxidantes, acidez, alcalinidad
B ₉	Luz, acidez, alcalinidad
B ₁₂	Calor, oxidación
C	Luz, oxidantes, acidez
D	Luz, oxidantes
E	Luz, oxidantes, alcohol
K	Poco frágil
PP	

¿Cuáles son los alimentos que aportan la cantidad máxima de cada vitamina?

VITAMINA	FUENTES	NECESIDADES
A	Hígado, huevos, leche, mantequilla, vegetales.	2,6 mg (mujeres) 3,3 mg (hombres) ver texto.
B ₁	Levadura, germen de trigo, despojos, cerdo, castañas, cereales completos, cacao.	ver texto.
B ₂	Levadura, germen de trigo, hígado, leche, oleaginosos.	ver texto.
B ₅	Despojos, carne, pescado, huevos.	ver texto.
B ₆	cereales, levadura, verduras.	ver texto.
B ₇	Levadura, nueces, salmón, caballa, germen de trigo, soja, cereales, cacao.	ver texto.
B ₈	Hígado, riñones, levadura, yemas de huevo, oleaginosos.	100-200 µg/día
B ₉	<i>Flora intestinal:</i> Verduras, hortalizas, hígado, nueces, huevos.	400 µg/día
B ₁₂	Únicamente productos animales.	2-3 µg/día
C	Fruta y verduras frescas, perejil, frutos exóticos, cítricos, agavanzos.	80-100 mg/día
D	Yemas de huevo, leche, mantequilla levadura, quesos, aceite de hígado de pescado, pescados grasos.	10 µg/día
	Acción de la luz sobre su precursor, la «provitamina D».	
E	Aceites vegetales, germen de trigo, coco fresco, hígado, mantequilla, cacao, cereales completos.	15 mg/día

K	Harina de pescado, hígado de cerdo, té ruso, espinacas, coles, leche, huevos.	2-4 µg/día
PP	Levadura de cerveza, hígado, cacahuates, conejo, atún, salmón, almendras, germen de trigo, arroz integral, arenques, sardinas, soja, harina integral.	18 mg/día

Una tabla que aparece más adelante en el texto nos ayudará a determinar si corremos el riesgo de una carencia de vitaminas.

Las vitaminas y el nivel de rendimiento

Ya hemos tenido ocasión de ver, al principio de este libro, que cuando un deportista bien entrenado pasa de la situación de reposo a la de actividad sus necesidades energéticas se multiplican por 15 a 20 y algunas veces más cuando se realizan esfuerzos muy intensos. Para satisfacer esta demanda, el metabolismo debe funcionar a un nivel superior. ¿Implica tal hecho que existen necesidades acrecentadas en vitaminas en los atletas?

Vitaminas vitales

Mucho antes de que se llevaran a cabo los trabajos científicos de primeros de siglo, que han permitido aislar y caracterizar químicamente las vitaminas, su función y la necesidad de su presencia, ya habían sido presentadas en múltiples ocasiones. Las manifestaciones de sus carencias ya habían atraído la atención, desde mediados del siglo XIX, de las autoridades médicas y gracias a ello se conocía muy bien el beriberi y el escorbuto, enfermedades provocadas por carencia vitaminica.

¿Cómo se definen las vitaminas? Se trata de sustancias que el organismo no puede elaborar y que utiliza en pequeña cantidad para llevar a cabo funciones específicas en las células. Este término, creado en 1912 por el fisiólogo Funk, comporta el prefijo «vit» que significa que la sustancia considerada es vital.

Contrariamente a lo que muchos creen, influidos por el hostigamiento publicitario de fabricantes del ramo, las vitaminas no aportan por sí mismas ninguna caloría pero su papel preponderante en el buen desarrollo de los procesos fisiológicos explica el atractivo que ejercen sobre el público.

¿Existen diferencias claras entre las dos familias de vitaminas?

Las liposolubles, en número de cuatro (A, D, E, K) pueden almacenarse en el tejido adiposo, el cual hace las veces de receptáculo casi ilimitado, incluso entre los más delgados. Por este motivo no constituye una medida útil el ingerirlas cotidianamente.

No hay necesidad de ingerir todos los días vitaminas liposolubles.

En cambio, las vitaminas hidrosolubles (C, B₁, B₂, B₅, B₆, B₈, B₉, B₁₂, PP) no pueden, por así decir, ser almacenadas ya que el excedente de la ración diaria resulta eliminado a través de la orina.

Existen otros compuestos a los que algunas veces se les da el nombre erróneo de vitaminas, como la B₁₅ (o ácido pangámico) o la carnitina, pero el primero no produce ningún efecto fisiológico demostrado mientras que nuestros tejidos fabrican la segunda en cantidad suficiente. Su aportación, por tanto, resulta inútil. Los americanos añaden algunas veces a esta lista productos tales como la inosina o la colina pero cabe señalar que para ellos se dispone de capacidades de síntesis suficientes. No se trata, por consiguiente, de vitaminas.

LAS VITAMINAS EN EL INTERIOR DE LAS CÉLULAS

Las vitaminas influyen en el desarrollo de buen número de reacciones que se producen en nuestros tejidos: por ejemplo, las vitaminas B₁ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₆ (piridoxina), PP (niacina o niicotinamida), B₅ (ácido pantoténico), B₉ (biotina) y la vitamina C (ácido ascórbico) contribuyen al suministro de energía a nivel de las mitocondrias, verdaderas centrales energéticas de la célula. El ácido fólico (B₉) y la B₁₂ (cianocobalamina) participan en la síntesis del ADN, el cual constituye los cromosomas, y en el desarrollo de los glóbulos rojos, encargados de transportar el oxígeno hacia los tejidos. Su déficit se traduce, con el paso del tiempo, en la instalación de una anemia llamada «perniciosa». Además tenemos que la B₁₂ participa también en los procesos mitocondriales, al igual que la vitamina E, la única en este caso entre las liposolubles. En fin, las vitaminas C y E poseen propiedades antioxidantes, lo cual puede significar un gran interés en la lucha contra ciertos elementos tóxicos fabricados por nuestras células en presencia de oxígeno: los radicales libres.

El conocimiento de las múltiples funciones de las vitaminas ha conducido a una amplia utilización en los medios deportivos con el objetivo de «estimular» las reacciones enzimáticas. ¿Es ello necesario? ¿Existe el riesgo de exponerse en caso contrario a una carencia?

La noción de déficit deriva de la de «aportaciones cotidianas recomendadas» ya evocada a propósito de los minerales. Recordemos que se las define como las cantidades que aseguran el equilibrio nutricional de grupos de personas pero no presume nada en el caso de quienes escapan a la norma, como los deportistas precisamente. Al-

gunos sugieren que éstos presentan unas necesidades superiores respecto a varias vitaminas y que para ellos la noción de «aportaciones cotidianas recomendadas» (ACR) es obsoleta. ¿Qué argumentos aportan a tal fin?

Es preciso considerar los diferentes elementos que pueden acrecentar las necesidades: un aumento de las pérdidas vitamínicas a través del sudor o de la orina parece poco verosímil, al igual que ocurre con las pérdidas fecales, y ello a pesar de una aceleración sensible del tránsito intestinal en quienes se entrena de forma regular.

El aumento aparente de las necesidades vitamínicas del deportista podría ser más bien el resultado de fenómenos celulares en relación con la aceleración de las reacciones. Volveremos sobre este punto un poco más adelante.

La aceleración del metabolismo durante el esfuerzo puede conducir a un aumento de las necesidades en ciertas vitaminas.

Sin embargo, nada nos viene a demostrar actualmente que la suplementación vitamínica, es decir, el suministro de cantidades netamente superiores a las necesidades, influya sobre los procesos energéticos ni que esta práctica esté justificada. Según todas las apariencias la aportación acrecentada de vitaminas en las personas carentes de déficit no ejerce efecto alguno, salvo en algunos casos.

Aportar un exceso de vitaminas a una persona sin carencia no sirve para nada.

De hecho, mientras que en otros tiempos algunos trabajos han aceptado sin más el efecto positivo una u otra vitamina sobre el nivel de rendimiento, después se ha puesto en duda la calidad y el alcance real de los mismos. Además, en muchos casos, la mayoría de las personas objeto de un seguimiento no estaban sometidas a un entrenamiento muy intenso, de modo que las conclusiones derivadas de estas experiencias, sobre todo por lo que se refiere al interés real de las suplementaciones, difícilmente se pueden extrapolar a los atletas de alto nivel. Sobre todo no permiten afirmar que todo el mundo puede salir beneficiado de una aportación masiva complementaria de vitaminas.

Una aportación masiva de una o varias vitaminas no influye sobre el nivel de rendimiento.

De todos modos es preciso controlar las aportaciones en unos casos más que en otros debido a las especificidades de acción y de necesidades elevadas que puedan hacer temer una carencia.

En el caso de determinadas vitaminas, las necesidades aumentan para el deportista.

¿De cuáles se trata? Considerémoslas una tras otra.

La tiamina (B₁)

Esta vitamina interviene esencialmente como coenzima y su acción se sitúa a nivel de la transformación del ácido pirúvico, producto final de la degradación de los glucidos. Se trata de una etapa importante que explica la proporcionalidad entre las aportaciones recomendadas en B₁ y el contenido en azúcares de la ración. Estas ACR son de 0,5 mg/1.000 kcal pero no deben situarse por debajo de 1 mg ya que puede hacer necesaria la suplementación entre las personas sometidas a un régimen restrictivo. El problema se plantea igualmente en el caso de los deportistas que consumen mucho azúcar refinado o bebidas energéticas, como ocurre con los ciclistas profesionales. En efecto, en este caso la aportación de vitaminas ya no aparece suficiente para las dosis elevadas de azúcares que se ingieren.

La cobertura de las necesidades en B₁ se revela algunas veces difícil. El recurrir a alimentos enriquecidos puede resultar necesario en ciertos casos.

Pero, para resumir la opinión de los especialistas, si las ACR de los deportistas (que sin duda serán objeto de revisión al alza próximamente) se hallan cubiertas, no sirve de nada suplementar con la B₁.

Al igual que ocurre con las otras vitaminas, la estimación de las aportaciones debe tomar en consideración los sistemas de preparación, de almacenamiento y de cocción de los alimentos ya que algunos fragilizan en grado elevado las vitaminas y por ello ejercen una influencia nefasta (véase la tabla de página 148).

La riboflavina (B₂)

Interviene bajo dos formas diferentes de coenzima en la degradación de los ácidos grasos y en muchos otros procesos en los que se utilizan ciertos aminoácidos. Las principales fuentes cabe hallarlas en los productos lácteos y las carnes animales así como en el hígado, la levadura de cerveza y el germen de trigo. Se preconiza que las ACR sean proporcionales a la riqueza energética de la ración, o sea 0,6 mg/1.000 kcal.

Son muchos los trabajos que se han centrado sobre las necesidades de esta vitamina para el deportista. ¿Cuál es la conclusión alcanzada? Pues la de que en efecto aumentan, por una razón que todavía no ha podido elucidarse, y ello lleva a pensar que quienes no disponen de un margen de seguridad suficiente (es decir, cuya ali-

mentación es excesivamente pobre en vitamina B₂ o hipocalórica) corren el riesgo de ver su capacidad alterada y, como consecuencia de tal circunstancia, también su forma física. Para estas personas, la suplementación puede presentar un interés. El test que sigue a continuación nos ayudará a estimar nuestras posibilidades de figurar entre los «expuestos» a una aportación demasiado débil de vitaminas.

Test. ¿CORREMOS EL RIESGO DE UNA CARENCIA DE VITAMINAS?

PREGUNTA	VALORACIÓN	PUNTUACIÓN
1) Comemos verduras y hortalizas: — Menos de dos veces por semana — Una vez al día — En cada comida	0 1 2	
2) Ingerimos productos lácteos: — Menos de una vez/día — De una a dos veces al día — Tres veces al día y más	0 1 2	
3) Comemos hígado: — Nunca — Una vez al mes — Cada semana — Con mayor frecuencia	0 1 2 3	
4) Añadimos a determinados alimentos levadura y germen de trigo: — Nunca — De vez en cuando — Todos los días	0 1 2	
5) Añadimos zumo de limón y perejil: — Nunca — De vez en cuando — Con frecuencia	0 1 2	
6) Preparamos nuestros alimentos crudos: — Con mucha antelación — El mismo día — En el último momento	0 1 2	
7) Hervimos nuestras verduras y hortalizas: — Con frecuencia — Una vez de cada dos aproximadamente — Raramente	0 1 2	
8) Las cocemos al vapor: — Raramente — De vez en cuando — Con frecuencia	0 1 2	

9) Comemos pescados grasos (caballa, salmón, atún, etc.): — Menos de una vez/semana — Una vez por semana — Más de una vez/semana	0 1 2	
10) Comemos carne: — Raramente o nunca — De dos a cuatro veces/semana — Más de cuatro veces/semana	0 1 2	
11) Comemos cereales completos (incluido el pan): — Raramente — Con frecuencia — Todos los días	0 1 2	
12) Comemos huevos: — De ninguno a dos por semana — De tres a cinco — Más de cinco	0 1 2	
13) Vamos al fast-food: — Más de una vez por semana — Una vez por semana — Raramente o nunca	0 1 2	
14) Consumimos productos de bollería: — Todos los días — De una a tres veces por semana — Raramente	0 1 2	
15) Comemos chocolate: — Más de 100 g/semana — De 50 a 100 g/semana — Menos de 50 g/semana	2 1 0	
16) Comemos fruta fresca: — De una a cinco por semana — Una por día — Más de una por día	0 1 2	
17) Consumimos alimentos enriquecidos con vitaminas: — Nunca — De vez en cuando — Varias veces por semana	0 1 2	
Establezcamos nuestro total	Puntuación:	

Resultados

25 puntos y más: No debemos sentir temor alguno, *a priori*, de carecer de vitaminas.

Entre 17 y 24 puntos: Puede muy bien ocurrir, según sea el volumen de entrenamiento que llevemos a cabo, que nos encontremos en una situación de déficit respecto a una o varias vitaminas. Profundicemos nuestro estudio con la ayuda de un nutricionista para modificar ciertos aspectos de nuestra alimentación.

Menos de 17 puntos: Debemos reconsiderar seriamente nuestra forma de alimentarnos.

La niacina (B₃ o PP)

Esta vitamina existe en nuestra ración bajo dos formas: ácido nicotínico y nicotinamida, constituyentes de dos coenzimas, implicados en numerosas reacciones de oxidación, es decir, aquellas en que se produce un intercambio de oxígeno entre los reactivos. Interviene a la vez en el metabolismo de los glucídios, los lípidos y los prótidos. La obtenemos de nuestros alimentos pero también puede formarse a partir de un aminoácido esencial, el triptófano (Trp). Debido a este hecho, los alimentos ricos a la vez en niacina y en Trp constituyen buenas fuentes. Entre ellos cabe citar, por ejemplo, las levaduras, las leguminosas, el hígado, las carnes y los pescados. Como en el caso de otras vitaminas, se estima que las necesidades de niacina se encuentran directamente vinculadas a las aportaciones calóricas, 6,6 mg/1.000 kcal o sea de 13 a 19 mg/día para un adulto medio.

¿Influye sobre el rendimiento? Sí, pero no en el sentido deseado; a dosis elevadas, del orden de las dos o tres veces las aportaciones recomendadas, el ácido nicotínico bloquea la utilización de las grasas y acelera por tanto el agotamiento de las reservas de glucógeno. Tranquilicémonos, sin embargo, ya que ello no se observa más que con la administración de megadosis farmacéuticas. Con una alimentación «normal», la suplementación no aparece como algo necesario para el deportista.

La piridoxina (B₆)

Las necesidades en vitamina B₆ dependen estrechamente de las aportaciones proteicas. Así tenemos que aumentan cuando se consumen raciones ricas en prótidos, como es el caso en los deportes de fuerza o con motivo de un ciclo de musculación.

Un trabajo de musculación y una ración rica en prótidos acrecientan las necesidades de vitamina B₆.

La B₆ participa asimismo en la utilización de los glucídicos. De hecho, una de las enzimas implicadas en la degradación del glucógeno contiene esta vitamina. Existen por tanto, para ella, múltiples formas de influir sobre la actividad muscular. Este vínculo estrecho con el metabolismo protídico explica el que se impongan unos contenidos mínimos en B₆ en los alimentos dietéticos, encaminados a favorecer el esfuerzo, que son ricos en protídicos.

Se sabe cuáles son las mejores fuentes: la levadura de cerveza, el germen de trigo, las carnes animales, las leguminosas, la soja y sus derivados (artículos todos ellos ricos en protídicos), el arroz con cáscara, el cacao y los plátanos. Lo recomendado son 2 mg/día para las mujeres y 2,2 para los hombres sedentarios.

En el caso de los deportistas las cifras son superiores ya que el ejercicio modifica sensiblemente las necesidades de piridoxina. Existe una demanda acrecentada a nivel del tejido muscular, sobre todo cuando la alimentación es pobre en glucídicos, situación ésta que estimula la utilización de los aminoácidos y la degradación de las proteínas.

La vitamina B₆ mejora asimismo la retención del Mg, lo cual hace obligatoria su presencia en los alimentos enriquecidos con este mineral.

¿Mejora la B₆ el rendimiento? Los resultados son claros a este respecto: El ejercicio aumenta las necesidades de B₆ pero la suplementación no se revelará eficaz más que en caso de carencia, lo cual es una situación que se presenta con frecuencia. ¿Cómo se debe proceder entonces? El recurrir a alimentos enriquecidos parece ser la mejor solución, al igual que ocurre con las otras vitaminas. Contrariamente a lo que cabe observar con los preparados medicamentosos, la asimilación de las vitaminas presentes en los alimentos enriquecidos se muestra por lo menos equivalente a la de las sustancias naturalmente existentes en cualquiera de ellos.

La cianocobalamina (B₁₂)

No se encuentra más que en los alimentos de origen animal. En otros tiempos se creyó que las algas también la proporcionaban pero los derivados con que cuentan no poseen ninguna acción vitamínica. Por consiguiente resulta necesario consumir cotidianamente productos lácteos y un mínimo de huevos o de carnes animales. La vitamina B₁₂ interviene en una multitud de procesos metabólicos pero el interés hacia ella deriva sobre todo de su papel en la formación de los glóbulos rojos. ¿Podría esta vitamina estimular su síntesis y como consecuencia de ello acrecentar la oxigenación de los tejidos? Las experiencias intentadas con esta sustancia no han proporcionado resultados válidos. Una alimentación equilibrada parece por tanto ser

suficiente de acuerdo con el estado actual de nuestros conocimientos.

La biotina (B₇ o H), el ácido fólico (B₉) y el ácido pantoténico

Estas tres vitaminas tienen en común el que no aumente la necesidad de las mismas entre los deportistas. Su suplementación, por consiguiente, constituye una aberración.

El ácido pantoténico interviene bajo forma de coenzima A en el metabolismo de los lípidos. Presente en la mayoría de alimentos, sus déficits son muy raros y sus necesidades, que se sitúan entre 4 y 7 mg/día, quedan ampliamente cubiertas.

La biotina interviene como coenzima en numerosas reacciones, de las cuales hay una, muy importante, que permite la neoglucogénesis (es decir, la formación de glucosa a partir de sustancias no glucídicas). Cabe pensar por tanto, *a priori*, que su función es capital en los deportes de resistencia pero no parece ser útil el proporcionarla a través de una suplementación. Además, sus carencias son muy raras ya que además de las aportaciones alimenticias existe una síntesis desarrollada por la flora intestinal. Sólo la ingestión de huevos crudos en cantidad excesiva, como en el caso de quienes practican el culturismo, puede afectar la salud. De hecho, la clara cruda contiene una proteína, la avidina, que fija la biotina y hace que se elimine a través de las deposiciones. La cocción convierte esta proteína en inactiva. Las mejores fuentes de B₇ son el hígado, las sardinas, los oleaginosos, las yemas de huevo, el pollo y las leguminosas. De 100 a 200 µg/día son suficientes.

El ácido fólico interviene como coenzima en el metabolismo de dos aminoácidos y participa en las divisiones celulares, lo cual explica el que su déficit (frecuente en las mujeres embarazadas) pueda dar lugar a una anemia. En ausencia de una carencia severa, un consumo regular de verduras, hortalizas y fruta fresca impide el que pueda darse este problema entre los atletas. Se estima que las ACR deben situarse entre 400 y 800 µg/día.

La vitamina C

Se trata probablemente de la vitamina más abundantemente estudiada en medicina deportiva. La diversidad de acciones que desarrolla lo explica; así tenemos que ejerce una acción antioxidante, es decir, preserva los tejidos contra ciertos efectos nefastos del oxígeno y protege la vitamina E, otro antioxidante, de la destrucción. Interviene en muchas reacciones, como la síntesis del colágeno, de la carnitina o también de algunas hormonas y de diversos neurotransmisores.

Favorece asimismo la aclimatación al calor y la asimilación del hierro en los intestinos, circunstancia de la que deriva el interés de rociar con un poco de zumo de limón el pescado.

El zumo de limón o de perejil aplicado sobre nuestras proteínas animales eleva sensiblemente la retención del hierro. ¡La vitamina C y el hierro forman una buena pareja!

La vitamina C, contrariamente a lo que se ha venido creyendo durante mucho tiempo, no mejora los rendimientos de quienes no sufren carencias. Tampoco constituye un elemento antifatiga ni un excitante. Su ingestión (en dosis «fisiológicas») no perturba el sueño.

La diversidad de fuentes de vitamina C (véase la tabla de página 148), cuyas necesidades se estiman en 80 mg/día, hace que sea rara la aparición de un déficit.

Las vitaminas liposolubles (A, D, E, K)

Entre ellas, sólo la vitamina E y quizás en menor grado el betacaroteno (provitamina A) presentan un interés específico para el deportista y ello debido a su acción antioxidante. Aparte de tal circunstancia, la vitamina E protege los glóbulos rojos contra la destrucción (la hemólisis), sobre todo en puntos de elevada altitud en que su aportación se revela beneficiosa.

Diversos trabajos llevados a cabo durante los años 70 y 80 han dejado creer que la aportación de vitamina E podría mejorar las aptitudes físicas pero un análisis crítico de estas experiencias así como estudios recientes han venido a contradecir estas conclusiones. Contrariamente a lo que algunos datos han sugerido, esta vitamina no ejerce efecto alguno sobre el nivel de rendimiento. En cambio, la aportación de vitamina E protege dos clases de tejidos durante el ejercicio:

- Aquellos para los cuales la aportación de O₂ se restringe en grado elevado (riñones, tubo digestivo).
- Las fibras musculares lesionadas como resultado de contracciones excéntricas²⁴.

La aportación de vitamina E reduce las microrrupturas causadas por este estrés mecánico y por la isquemia (privación de O₂). Los descubrimientos sobre esta sustancia y sobre todo su papel en puntos de

elevada altitud y su efecto antioxidante, deberían incitar a incrementar sensiblemente sus ACR.

¿QUÉ INDICACIONES?

Ciertos deportes practicados a alto nivel requieren una ingestión importante de glucidos refinados. Esto empobrece la ración e impone la toma de complementos vitamínicos. Los de carácter nutricional (levadura, germen de trigo), los alimentos naturalmente ricos en vitaminas (hígado, huevos, cereales completos, productos lácteos, fruta y verdura fresca, etc.) o enriquecidos, con frecuencia resuelven muy bien la cuestión. Si por el contrario se opta por preparados farmacéuticos, conviene que la aportación no supere de una a dos veces las ACR. En caso contrario se produciría una perturbación de las interacciones entre los nutrientes. La ingestión en dosis elevadas de mezclas de vitaminas no mejora los niveles de rendimiento y en modo alguno se halla exenta de peligro. Es conocido el efecto tóxico de las sobredosis de vitaminas liposolubles, subsiguiente a su capacidad para formar reservas, pero conviene señalar que las hidrosolubles también pueden revelarse nocivas. Éste es el caso de las PP, C, B₁, B₆, B₉ y B₅.

Ejemplo

La vitamina C puede ocasionar la formación de cálculos urinarios y afectar la asimilación del cobre. El exceso de B₆, por su parte, puede provocar neuropatías.

Si es posible considerar la suplementación de vitaminas ello se debe a que la alimentación no permite de forma evidente cubrir las necesidades, circunstancia ésta que cabe observar en situaciones de «riesgo» (regímenes hipocalóricos, desequilibrados, exposición acentuada a los radicales libres). De todos modos debe ser comedida, limitada y, sobre todo, no aplicarla de un modo crónico ni tampoco ciegamente.

¡Las mejores fuentes de vitaminas son nuestros alimentos!

Antes de adquirir comprimidos polivitamínicos ¡probemos a mejorar nuestra puntuación en el test!

²⁴ Movimientos durante los cuales el músculo se contrae y se estira a un mismo tiempo, por ejemplo cuando se corre en descenso.

Las fibras

Se da el nombre de «fibras alimenticias» a sustancias que resisten el ataque de los jugos gástricos y debido a ello no se difunden por el organismo como lo hacen los otros nutrientes. Al final de su tránsito por los intestinos se evacuan a través de las deposiciones ya que se trata, junto con el agua, del componente cuantitativamente más importante. Sin embargo, pese a que su presencia se halla estrictamente localizada en el tubo digestivo, ejercen múltiples funciones fisiológicas.

Se conocen de diversas clases pero todas ellas tienen en común que provienen del reino vegetal. ¿Cuáles son estas clases de fibras?

- Los cereales, el salvado, las verduras y hortalizas contienen celulosa, hemicelulosa y lignina. La pectina abunda en la fruta mientras que los alginatos (obtenidos de las algas y que sirven de emulsificadores en la agroalimentación) o los gelificantes también forman parte de ella. Aparte la lignina, las fibras se componen de cadenas de glúcidios, cuya arquitectura particular hace que escapen a los procesos digestivos.

Sus efectos fisiológicos derivan de su persistencia en los intestinos y de su facilidad en retener el agua o diversos nutrientes y, de este modo, obstaculizar o retrasar la asimilación.

- Favorecen el tránsito intestinal debido al hecho de que se hinchan en contacto con el agua, lo cual proporciona más peso a las deposiciones. Por contra, un régimen pobre en fibras (situación que es frecuente hoy en día en los países desarrollados) expone a sufrir estreñimiento.

- Atenúan el pico glucémico de numerosos productos ricos en azúcar, lo cual los dota de un índice débil. Debido a tal circunstancia, los

alimentos ricos en fibras exponen poco al riesgo de adquirir peso. Las leguminosas, los cereales completos y también los alimentos dietéticos con gran presencia de alginatos o gelificantes se sitúan entre los «azúcares lentos».

• Reducen la tasa de colesterol sanguíneo e intervienen sobre todo en la captación de una parte del que se halla presente en la ración para eliminarlo a través de las deposiciones. Diversos son los efectos que parecen contribuir a esta caída del nivel de colesterol sanguíneo así como a la de otros parámetros lipídicos. El viejo consejo consistente en estimular el consumo de dos manzanas al día para «alejar al médico» tendría pues un fundamento científico. Esta acción sobre la digestión de las grasas y la «captura» de residuos tóxicos (como las grasas «trans») explican que el consumo de fibras pueda prevenir la aparición de numerosas afecciones, entre ellas el cáncer intestinal y la hipercolesterolemia, factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares.

• Reducen el aporte calórico de la ración debido a que una parte de los nutrientes, en especial los lípidos, resulta capturada en su red y eliminada más bien que asimilada. Se estima que dentro del marco de un régimen rico en fibras (es decir, que proporciona 25 g/día) son cerca de 200 kcal las que son así desviadas y ello con gran beneficio para quienes desean perder peso.

• Sacian. Considerado su volumen y su facilidad para fijar agua e hincharse, las fibras permiten reducir la cantidad de alimentos ingeridos en cada comida, de los cuales además capturarán determinados elementos estructurales. El efecto sobre el apetito parece duradero, circunstancia ésta que hace de los alimentos ricos en fibras (verduras, fruta, leguminosas, cereales completos) una preciosa ayuda en los regímenes dietéticos.

Los alimentos ricos en fibras facilitan la pérdida de peso y su control.

Efecto nefasto que deriva de esta fácil desviación: La ingestión de una ración elevada de fibras, sobre todo si se pasa sin transición desde una alimentación que cuenta con pocas a otra con elevada presencia de ellas, da lugar a una retención menor de los minerales. El porcentaje efectivamente asimilado disminuye, lo cual puede dar lugar, en ciertos casos, a que se plantea un problema, sobre todo por lo que se refiere al cinc, al cobre y al hierro. Además, este efecto se produce igualmente con relación a los minerales existentes en los otros alimentos ingeridos al mismo tiempo (por ejemplo, el hierro de la carne o el calcio del queso). Debido a este hecho, la influencia de una porción dada de alimento rico en fibras puede variar según sean las condiciones concurrentes.

Por otra parte tenemos que en ciertos casos, como en el de los vegetarianos, se produce una adaptación gradual y la asimilación va mejorando progresivamente.

Según sea el mineral considerado se puede llegar a conclusiones diferentes. Tomemos, por ejemplo, el caso del magnesio: algunos alimentos ricos en fibras, como los cereales completos o las leguminosas, lo contienen en grado tal que el organismo siempre retiene una mayor cantidad que en el caso de una ración de igual peso de alimentos refinados (arroz sin cáscara, pastas alimenticias blancas, etcétera).

La presencia de fibras resulta nefasta para ciertos minerales y positiva para otros.

Ejemplo

Volvamos al caso del magnesio. Su presencia en el pan blanco es de 25 mg/100 g. En el pan integral llega a 90 mg/100 g con una absorción del 70 % contra el 90 % para el pan blanco. Calculemos la cantidad de este mineral que se incorpora a nuestro organismo en las dos condiciones:

$$\begin{aligned} \text{— pan blanco: } 25 \times 90 \% &= 22,5 \text{ mg} \\ \text{— pan integral: } 90 \times 70 \% &= 63 \text{ mg.} \end{aligned}$$

Se aprecian, por consiguiente, las ventajas que el deportista puede obtener del consumo de pan integral.

Otro inconveniente es la presencia de residuos en los intestinos. Las fibras, y en particular el salvado, pueden irritarlos, sobre todo cuando se acaba de adoptar una alimentación más rica en elementos como el balasto (grava machacada). Por otra parte también conviene considerar que una parte de las fibras puede fermentar en el colon, lo cual da lugar a la formación de gases que pueden distender el intestino y provocar dolores. Por este motivo se recomienda incrementar progresivamente la ración de fibras y no abusar de alimentos enriquecidos con salvado.

Este efecto sobre el tránsito intestinal puede verse amplificado en los corredores debido a la onda de choque generada por cada uno de los impactos del pie sobre el suelo y eventualmente agravado por el estrés que precede a una competición, el cual puede acelerar el paso de los alimentos a través del tubo digestivo. Una comida que incluya fibras puede por otra parte constituir una de las causas de los trastornos digestivos que se presentan durante las pruebas entre los atletas o quienes practican el triatlón. Sería preciso, para evitarlos, adoptar de un modo más o menos riguroso según fuese la impor-

tancia de los trastornos, un régimen de los llamados «sin residuos copiosos» al objeto de limitar a un mínimo estricto la cantidad de desperdicios presentes en el tubo digestivo en el momento de la prueba.

RÉGIMEN SIN RESIDUOS

La elección propuesta para elaborar los menús no es muy amplia.

Entre los cereales queda permitido el consumo de pastas alimenticias, galletas, arroz, palomitas de maíz, pan blanco y harinas.

Las confituras (sin presencia de fruta troceada), las gelatinas, las compotas, la fructosa, la miel y las bebidas energéticas pueden ingerirse sin problema alguno.

Los yogures, el requesón de 0, 10 o 20 % de materia grasa, el queso magro, los plátanos, el zumo de frutas, las verduras frescas y pobres en celulosa cocidas, como las zanahorias, la remolacha roja, las puntas de espárrago, los cogollos de alcachofa, los calabacines sin pepitas, servidos bajo forma de puré o muy cocidos pueden amenizar los menús.

Las carnes magras, las aves de corral, los pescados blancos, los huevos, el hígado, los mariscos cocidos y los derivados de la soja (leche de soja para los vegetarianos) constituirán las fuentes de proteínas de estas comidas.

¿SE INGIEREN FIBRAS EN CANTIDAD SUFICIENTE?

Los nutricionistas estiman que los efectos beneficiosos de estos compuestos alimenticios se ponen de manifiesto cuando la ración las proporciona en cantidad aproximada de 25 g/día, la cual nuestros abuelos la encontraban con facilidad en sus comidas. Hoy en día, la evolución de nuestros gustos y de nuestras preferencias ha hecho que todo vaya de modo diferente: se estima que nuestro consumo medio no supera los 15 g/día. Es cierto que la actividad física de los deportistas contribuye a acelerar el tránsito intestinal, a reducir su tasa de colesterol y a regularizar su glucemia. Con todo no se trata de reducir su ingestión de fibras, salvo cuando falte poco para competir en (como ya hemos tenido ocasión de ver) una «carrera a pie». Si no es así, la regla que establece que se deberían ingerir 25 g de fibras todos los días resulta de total aplicación. ¿Nos ajustamos nosotros a ella? El test que sigue a continuación debería ayudarnos a responder a esta pregunta.

Test. ¿CONSUMIMOS LAS SUFICIENTES FIBRAS?

PREGUNTA	BAREMO	PUNTUACIÓN
1) Comemos manzanas crudas: — Una vez al día — De dos a cinco veces/semana — Como máximo una vez/semana	2 1 0	
2) Comemos otras frutas: — Más de una vez/día — De dos a cinco veces/semana — Con menor frecuencia	2 1 0	
3) Consumimos verduras: — Más de una vez/día — Una vez al día — Con menor frecuencia	2 1 0	
4) Comemos legumbres: — Más de una vez/semana — De dos a tres veces/mes — Con menor frecuencia	2 1 0	
5) Comemos pan integral o de salvado: — Todos los días — De dos a cuatro veces/semana — Menos de una vez/semana	2 1 0	
6) Consumimos salvado o productos enriquecidos con él: — Una vez/día — De dos a cinco veces/semana — Con menor frecuencia	2 1 0	
7) Nos saltamos una comida (desayuno, comida o cena): — Raramente — Una vez/semana — Con mayor frecuencia	2 1 0	
8) Comemos ensalada: — Una vez al día por lo menos — De dos a cuatro veces/semana — Con menor frecuencia	2 1 0	
9) Ingerimos cereales completos: — Todos los días — De dos a cuatro veces/semana — Con menor frecuencia	2 1 0	
10) Comemos pan: — Más de 100 g/día — De 50 a 100 g/día — Menos de 50 g/día	2 1 0	
TOTAL		

Resultado

14 puntos y más: Ingerimos la cantidad suficiente de fibras. No debemos tener problemas de tránsito intestinal. Si practicamos las carreras a pie, reduzcamos un poco nuestro consumo de verduras durante las 48 horas previas a la celebración de una prueba.

De 8 a 13 puntos: Como una gran mayoría, no siempre ingerimos la cantidad suficiente de fibras. Acudamos con mayor frecuencia a las verduras o procedamos a enriquecer nuestra ración con salvado, por ejemplo espolvoreándolo sobre nuestras ensaladas o pastas alimenticias.

Menos de 8 puntos: ¿Comemos fruta y verduras? Las pastas alimenticias y los quesos no son suficientes para hacer de nosotros un atleta de alto rendimiento. ¡Pensemos en ello!

Tabla. FUENTES DE FIBRAS

ALIMENTO	CONTENIDO (por 100 g)	ALIMENTO	CONTENIDO (por 100 g)
LEGUMBRES			
Espárrago cocido	4,2	Brócoli	4
Espinacas	4	Milamores	4
Acederas	4	Guisantes	4
Judías verdes	3	Puerros	3
Salsifís	3	Berenjenas	2
Remolacha	2	Coliflor	2
Coles	2	Zanahorias	2
Champiñones	2	Endivias	2
Nabos	2		
FRUTA FRESCA			
Albaricoques	3	Higos secos	4
Manzanas	2	Peras	2
Higos frescos	2	Otros vegetales	1 a 2
CEREALES			
Granos de cebada	5,7	Pan de salvado	2
Pan integral	1,5	Pan blanco	0,5
Pan de centeno	4	Pastas alimenticias	
		integrales	2
Granos de maíz	2	Corn flakes	0,6
Arroz	0,2-0,6	Arroz integral	2
Maízena	0,7	Leguminosas (*)	2-4
(*) Peso cocido			
DIVERSOS			
Frutos secos	3 a 10	Almendras	2

La lectura de esta tabla nos ayudará ciertamente a reequilibrar nuestra ración e ingerir la cantidad suficiente de fibras. Constataremos que las posibilidades de elección se mueven en el sentido de lo que venimos proponiendo desde el comienzo de este libro, es decir, la revalorización de las verduras y de los cereales completos, los cuales, por otra parte, son grandes suministradores de glúcidos, vitaminas y minerales.

Los ergógenos

Los científicos dan el nombre de «ergógenos» a sustancias que se hallan o no presentes en nuestros alimentos y que se supone que ejercen un influjo sobre el nivel de rendimiento. No intervienen como nutrientes sino más bien como medicamentos o «dopantes» dotados de ciertos efectos a dosis algunas veces muy diferentes de aquellas en que se las ingiere habitualmente.

Digámoslo ya de entrada, los resultados no se hallan en general a la altura de lo esperado y el «producto milagroso», susceptible de transformar en una joya pura un vulgar guijarro, no existe más que en la imaginación de algunos.

Ya hemos hecho mención del bicarbonato, de los fosfatos o de la creatina, cuyo efecto ergógeno se traduce en una mejora del poder «tampón». No volveremos sobre este punto y nos limitaremos a evocar rápidamente la cafeína, la carnitina, la coenzima Q10 y el ginseng, principales productos sometidos a ensayo y consumidos en el momento actual.

LA CAFEÍNA

Los deportistas, al igual que el resto de la población, la utilizan tanto por el placer que procura el consumo de bebidas que la contienen como por los efectos fisiológicos que de ella se derivan. La cafeína, principio activo del café, del té y de otros diversos productos (véase recuadro), ejerce en efecto una multitud de acciones, algunas de las cuales le han valido conferirle categoría de «ergógeno»:

FUENTES DE CAFEÍNA

- El café «robusta» constituye la fuente más rica, a razón de alrededor 120 mg/taza, o sea 20 mg/g (una taza se prepara por término medio a partir de 6 g de café).
- El arábigo contiene dos veces menos, o sea de 30 a 60 mg/taza, gama de cifras comparable a la del té.

- El té: la tasa varía de 30 a 60 mg/taza, según se trate de té negro o verde. En esta bebida, la acción de la cafeína (llamada aquí teína) se reduce debido a los taninos, compuestos que le prestan su color y su sabor acre característicos. Estos constituyentes inasimilables obstaculizan el paso de la cafeína a la sangre, de igual modo a como también lo hacen respecto a diversos minerales. Así vemos que se llevan consigo una parte de los mismos que pasan a las deposiciones y reducen la amplitud del pico máximo de cafeína en la sangre al mismo tiempo que retrasan su aparición. Esto explica el que a dosis igual de cafeína, el té produzca unos efectos excitantes netos menores que el café.

- El cacao proporciona de 10 a 15 mg/taza, según sea su origen, es decir, alrededor de 2 a 3 mg/g.

- Las bebidas de cola contienen de 50 a 80 mg/litro. Esto las convierte en una fuente importante de cafeína entre los más jóvenes y justifica la aparición en el mercado de una variante «descocainada».

- El té y el café descafeinados no han de contener más de un 1 % de cafeína en su extracto seco.

En Francia, un 80 % de la cafeína ingerida proviene del café.

¿Qué es lo que ocurre con la cafeína una vez ingerida?

Solamente pocos minutos después de su consumo se difunde en la sangre y llega a todos los tejidos y órganos para distribuirse, al cabo de una hora, por el conjunto de la masa magra. Los efectos cerebrales (estado de vigilia, atención más acusada) cabe observarlos a partir de la primera hora después de la ingestión mientras que las acciones metabólicas (véase más adelante) aparecen después de 3-4 horas y una vez que la cafeína ha penetrado en el interior de las células.

Son necesarias menos de tres horas para desembarazarse de la mitad, siendo la cantidad superior en el caso de los atletas ya que el deporte contribuye a estimular los procesos hepáticos de depuración. El hábito de consumirla habitualmente desemboca en el mismo resultado, efectuándose entonces la eliminación con mayor rapidez y manifestándose los efectos de un modo menos sensible. Así tenemos que entre los aficionados al café no todos sufren de insomnio si lo beben por la noche, contrariamente a lo que ocurre en quienes sólo lo beben con carácter ocasional o en pequeña cantidad.

Una vez ha penetrado en los tejidos ¿cuáles son los efectos que ejerce?

Se le reconocen varias acciones:

- La más conocida y la más apetecida es el efecto estimulante sobre el sistema nervioso, lo cual permite por ejemplo mantener un es-

tado de vigilia prolongado que es buscado por los estudiantes o por aquellos que trabajan de noche. Antes de una prueba matinal, la ingestión de cafeína puede resultar beneficiosa para quienes emergen del sueño con dificultad (véase recuadro).

- La cafeína es un diurético. Con dosis del orden de 200 mg de cafeína (dos tazas consecutivas de robusta), una persona correctamente hidratada puede ver cómo se incrementan sus pérdidas hídricas a través de la orina. Esto lleva a desaconsejar el abusar de la cafeína antes de una prueba. El té, que contiene otras dos sustancias diuréticas, produce unos efectos todavía más acentuados.

- Posee efectos vasodilatadores (modifica el diámetro de los vasos sanguíneos). Debido a tal circunstancia mejora la irrigación del corazón y del tejido muscular, y relaja la musculatura de la caja torácica, con lo que la respiración²⁵ resulta más fácil.

- Posee efecto analgésico. Además entra en la composición de numerosas especialidades farmacéuticas destinadas a luchar contra el dolor.

- Estimula las secreciones gástricas; sin embargo, no se desaconseja a los ulcerosos ya que este efecto no viene acompañado de lesiones de la pared del estómago. Por contra, es mejor evitar el abuso de cafeína antes de una prueba (véase el capítulo dedicado a los trastornos digestivos) para limitar la función digestiva durante el esfuerzo.

- Otro efecto nefasto es que el té acidifica, lo cual lleva a desaconsejar el abusar de él en ciertas condiciones (heridas, recuperación, carencia de hierro), y reduce la asimilación de diversos minerales. Se debe procurar, por tanto, no beber más de 500 ml/día repartidos en varias veces.

CAFEÍNA Y SUEÑO

Con frecuencia se ha acusado a la cafeína de provocar noches en blanco si se toma demasiado tarde durante la jornada. De hecho, los resultados dependen del consumo habitual de cada uno.

- Si se es un gran consumidor de cafeína (cuyo abuso, o sea más de 600 mg/día, puede crear una forma de dependencia menor conocida como cafeinismo), beberla antes de irse a la cama no causará ningún efecto.

- Si habitualmente se ingiere en pequeña cantidad o incluso nula, beberla de forma repentina al final de la jornada (después de

²⁵ Desde un punto de vista riguroso debería emplearse el término «ventilación» dado que el de «respiración» queda reservado a los procesos metabólicos que se desarrollan en presencia de oxígeno.

las cinco de la tarde) podrá retrasar el dormir y alterar la calidad del sueño.

• Si se pertenece al grupo de los ex grandes cafeinómanos y se vuelve a consumirla de forma súbita, se experimenta una gran fatiga y se corre el riesgo de sufrir dolores de cabeza que pueden precisar de 48 horas para desaparecer.

Un efecto ergógeno discutido

El principal efecto de la cafeína y por el cual los adeptos a los deportes de resistencia lo ingieren antes de una prueba es su capacidad para estimular el consumo de grasas y elevar el metabolismo propio del estado de reposo.

El efecto activador que ejerce con relación a dicho metabolismo es, en parte, resultado del estímulo de la liberación de adrenalina. Sin embargo, no debe esperarse un adelgazamiento simplemente por ingerir grandes cantidades de cafeína. Como máximo lo que hacen posible las bebidas que la contienen es beber más.

En cambio su influjo sobre el metabolismo de las grasas, observado en el momento del esfuerzo, ha hecho pensar en otras épocas que el ingerir cafeína retardaría el agotamiento del glucógeno al incrementar la cantidad de lípidos metabolizados. De hecho, muchos de los estudios que subrayaban este efecto de ahorro de «super» presentan errores metodológicos o de aproximación, de modo que ha sido preciso revisar esta opinión ante el resultado de trabajos más recientes y más fiables. ¿Qué es lo que aprendemos en ellos?

En el caso de una persona bien entrenada, consumidora de un nivel elevado de glucidos y habituada a ingerir todos los días té o café, el influjo de la cafeína se manifiesta de un modo ciertamente débil. Además, las condiciones del esfuerzo en que se muestra eficaz (y sólo para algunos) son bien precisas: es después de una hora de actividad a una intensidad comprendida entre 75 y el 80 % del VO_2 max, cuando el menor cambio de ritmo puede traducirse en una modificación sensible de la «mezcla» consumida por el tejido muscular. A celdencias más elevadas, o por el contrario inferiores, la cafeína deja de influir sobre la composición del «carburante» del músculo. Otro caso en que aparece eficaz es en la altitud.

Para las carreras en terreno de montaña, el esquí de fondo o cualquier otra actividad llevada a cabo a más de 1.800 m, la ingestión de cafeína antes de la prueba²⁰ puede ser útil.

²⁰ En las dosis usuales, la cafeína ingerida no expone a que el control antidopaje sea positivo ya que la tasa urinaria límite de 12 $\mu\text{g}/\text{ml}$ requiere beber más de un litro de café en diez minutos (situación ésta totalmente imposible).

Para los esfuerzos máximos de carácter breve, llevados a cabo por personas muy entrenadas, la cafeína presenta otro tipo de efecto ergógeno: estimula la acción de la adrenalina y del calcio, los cuales en este tipo de esfuerzo favorecen la utilización del glucógeno. El rechazo de este factor limitativo da lugar a que los niveles de rendimiento mejoren.

¿Entonces, qué es lo que hay que hacer?

Si figuramos entre los consumidores habituales de cafeína no renunciamos para nada a nuestro hábito pero procurando, sin embargo, no abusar del café o del té para no provocar trastornos digestivos ni tampoco una diuresis exagerada durante la celebración de la prueba o un poco antes de iniciarse ésta.

Si no la consumimos de modo habitual y es nuestra intención tomarla para estimular nuestro estado psíquico o influir sobre el metabolismo, asegúremos, con un entrenamiento previo, que toleramos bien su ingestión.

Para conseguir unos efectos psicoestimulantes máximos debemos ingerir la cafeína como máximo una hora antes de iniciar el esfuerzo. En cambio, si lo que buscamos es el efecto metabólico, la absorción deberá efectuarse tres horas antes para con ello alcanzar una eficacia total.

Sabiendo esto, relativizaremos mejor la ayuda que nos procura el café tomado una hora antes de iniciarse una maratón y comprendemos asimismo que se hayan encontrado efectos beneficiosos en la ingestión de un descafeinado.

LA CARNITINA

No se trata, al revés de lo que ocurre con la cafeína, de una sustancia cuyo consumo sea tan buscado y ritualizado en nuestra sociedad; no se ingieren ciertamente gélulas de L-carnitina de un modo igual a como se bebe un café en el bar de la esquina. Con todo, si hay un producto que haya conseguido adquirir rápida popularidad en los medios deportivos, éste no es otro que la carnitina. Presentada a un mismo tiempo como «quemadora de grasas», ergógeno y sustancia indispensable para el organismo, de hecho se ha quedado muy por debajo de cuanto prometía.

Presente en el organismo

Hecho importante que con frecuencia se olvida es que la síntesis de la L-carnitina se efectúa en el organismo a partir de dos aminoácidos esenciales, la lisina y la metionina, que son proporcionados por nuestros alimentos. Diversas vitaminas intervienen en esta síntesis así como el hierro. Nuestros tejidos la elaboran cotidianamente en

cantidad que varía entre 16 y 20 g e incluso más en el caso de raciones ricas en prótidos, lo cual en todos los casos es ampliamente suficiente. Nuestros alimentos, en particular las carnes animales, aportan asimismo y de un modo directo L-carnitina. Pero incluso en presencia de una alimentación que la excluya totalmente, nuestros tejidos cubren nuestras necesidades. No se trata, por consiguiente, de un nutriente esencial como todavía se quiere hacer creer. Si nuestra alimentación resultase ocasionalmente deficitaria en L-carnitina, las pérdidas a través de la orina (principal vía de eliminación aunque débil) se reducirían de inmediato, dando lugar a que toda carencia resultase imposible.

Es cierto que en determinadas circunstancias, como después de una carrera, las pérdidas a través de la orina se elevan pero esto no cambia en nada el estado de las reservas.

¿Qué funciones ejerce?

Se la conoce sobre todo por su intervención en la oxidación de los ácidos grasos por parte de las células. Esta operación se desarrolla en el seno de una estructura bien precisa de éstas, lo cual impone la entrada en acción de receptores o elementos de transporte particulares. Un sistema enzimático complejo que utiliza la L-carnitina constituye la base de todo el proceso. Teniendo en cuenta esta situación ha surgido la ingenua pregunta de si una aportación acrecentada podría favorecer la degradación de los lípidos presentes en el organismo y aumentar su transferencia hacia su punto de utilización. Esta esperanza se ha revelado vana y ningún estudio ha podido demostrar de forma clara tal efecto. ¿Debemos sorprendernos de que sea así? Esta hipótesis equivalía a afirmar, de forma gráfica, que abriendo un mayor número de puertas en una sala de espectáculos sería posible admitir un número más elevado de personas. Esto, en todo caso, habría hecho de la L-carnitina un «quemador de grasas» eficaz, cosa que no es y sin embargo es el motivo por el cual se sugiere su consumo a los deportistas, arguyendo que permite desbarazarse de los kilos superfluos y economizar el glucógeno durante una carrera.

La única excepción quizá quepa encontrarla en la hipoxia (a causa de la altitud). En estas condiciones, la utilización de glúcidios se encuentra normalmente acrecentada. La ingestión de L-carnitina, durante la realización de esfuerzos intensos, podría frenar este consumo prematuro del glucógeno, extremo que conviene vigilar en este caso concreto.

La L-carnitina no tiene carácter de quemador de grasas. No se sufre ninguna carencia de ella y, por consiguiente, su aportación en dosis elevadas no sirve para nada.

Por contra tenemos que trabajos recientes señalan una posible mejora de la irrigación del corazón como consecuencia de la ingestión de L-carnitina. Se trata de un descubrimiento reciente que, por consiguiente, precisa confirmación. Pero si se demostrase que es exacto, la acción ergogénica de este compuesto no tendría nada que ver con el efecto metabólico que se le atribuye.

LA COENZIMA Q10 (Co Q10)

Entre los productos prohibidos como consecuencia de una encuesta llevada a cabo por la Secretaría de Consumo²⁷ y debido a no ser de conformidad a la legislación actual, figuran los que incluyen la coenzima Q10. ¿De qué se trata? Promovida al rango de ergógeno por varios especialistas americanos, esta sustancia figura entre los lípidos pero su localización y su cometido son muy específicos. Se encuentra en un pequeño compartimiento de la célula, la mitocondria, que es su central energética. La coenzima Q10 interviene en las últimas reacciones que utilizan el oxígeno para proporcionar energía. Esta sucesión de etapas finales recibe el nombre de cadena respiratoria. La coenzima Q10 no se encuentra en nuestros alimentos pero, en cambio, se puede administrar bajo forma de preparado medicamentoso, lo cual es práctica corriente para tratar determinadas dolencias cardíacas. Estos buenos resultados han dado origen a la idea de probar este producto en los deportistas. En realidad no provoca ninguna mejora en el nivel de rendimiento y, en cambio, puede reaccionar de modo muy acusado en presencia de O₂ y dar origen a radicales libres, compuestos dotados de un fuerte poder devastador, sobre todo con relación a los ácidos grasos esenciales. No resulta por tanto apropiado ni beneficioso hacer uso de este falso ergógeno, al revés de lo que hace un cierto número de adeptos a los deportes de resistencia.

GINSENG Y ELEUTEROCOCO

Desde hace mucho tiempo, los atletas de la antigua Unión Soviética, inspirándose en los viejos principios de la medicina china, han venido utilizando los extractos de una raíz, el eleuterococo, emparentada con el ginseng. En Extremo Oriente se considera a ambas plantas como estimulantes y reequilibradoras. En Occidente se ha admitido, poco a poco, que los extractos de este vegetal constituyan un poderoso ergógeno desprovisto de toxicidad. Sin embargo, no ha sido hasta fecha reciente que sólidos trabajos científicos han demostrado el buen fundamento de las virtudes atribuidas *a priori*. Sometido a prueba en el transcurso de un ciclo invernal de entrenamiento (que

incluía la musculación), el eleuterococo, suministrado a razón de 1.800 mg durante tres semanas, se vio acompañado, comparativamente con un placebo, de un incremento de fuerza significativo.

Otra aplicación posible se encuentra en las pruebas de fondo y semifondo, respecto a las cuales este vegetal parece que mejora la recuperación. Existe la impresión de que el eleuterococo, y sin duda alguna también el ginseng, con principios activos muy próximos entre sí, constituyen una especie de «armonizador» de las funciones hormonales, sobre todo de las implicadas en la respuesta al estrés. En fase de recuperación de un deportista fatigado, con motivo de un ciclo de competiciones muy próximas una de otra o tras un viaje que ha supuesto cruzar varios husos horarios, el consumo de extractos vegetales puede ayudar a restablecer un buen estado general. En este sentido cabe hablar de ergógenos.

DIVERSOS

Otras sustancias han sido propuestas como «productos milagrosos» en el curso de estos últimos años y algunas más lo serán durante los próximos pero ello sólo será posible mientras haya deportistas que sigan creyendo que un único producto puede por sí solo resolver todos los problemas de forma y ahorrarles una reflexión difícil sobre su alimentación. ¿Cuáles son los compuestos que se pueden desmitificar? Citemos a tal fin el polen, la inosina y la «pseudovitamina B₁₅», todos ellos totalmente superfluos, o también los esteroideos vegetales, evocados por algunos fabricantes como una alternativa al dopaje, aun cuando sólo sea en un sentido simbólico. Seamos claros sobre este punto: la primera preocupación del deportista ha de ser su entrenamiento y sobre la misma línea deben situarse su alimentación y su recuperación. Buscar a cualquier precio un ergógeno y atiborrarse de gélulas de todo género (actitud cada vez más frecuente al otro lado del Atlántico) equivale a poner la cadera delante de los bueyes y a manifestar una auténtica pereza intelectual.

Concebir una ración equilibrada

Hemos visto que las diferentes categorías de alimentos presentan unas características y composiciones nutricionales distintas que cabe que hagan difícil las grandes líneas de lo que debe constituir una ración equilibrada. En otras palabras, nos parece ciertamente imposible decir qué cantidad de carne de ave de corral, de lentejas o de verduras convendría comer a lo largo de una semana para poder disponer de una ración equilibrada. Tranquilicémonos, pues el determinarlo resulta difícil para todos; cada deportista constituye un caso particular y, por consiguiente, las indicaciones expresadas en cifras que siguen a continuación, si bien tienen una validez general, también es posible adaptarlas a cada caso específico.

Por contra, se sabe cuáles son los imperativos que una alimentación equilibrada debe satisfacer y es sobre este punto que debemos centrar nuestra atención. Debe, ante todo:

- Cubrir las necesidades en aminoácidos esenciales y proteínas.
- No superar el 25 % de energía bajo forma de lípidos pero satisfacer las aportaciones recomendadas en ácidos grasos esenciales.
- Proporcionar una cantidad de glúcidos que esté de acuerdo con las necesidades fisiológicas y el trabajo desarrollado.
- No contener un exceso de glúcidos de índice elevado que favorezcan almacenamiento en el tejido adiposo y reduzcan la densidad nutricional de la ración.
- Hacer frente a las necesidades en vitaminas, minerales y oligoelementos.
- Proporcionar agua y fibras en cantidad suficiente.
- Estimular una buena recuperación.
- Impedir toda privación y sensación crónica de hambre.

Hemos visto, en el capítulo dedicado a las proteínas, que sus diferentes fuentes presentan ventajas e inconvenientes distintos pero que determinadas elecciones podían favorecer la consecución de un

buen equilibrio alimenticio. A este respecto la diversidad parece algo normal (cada semana se debe comer algo de carne de ave de corral, de ternera, de pescado, de mariscos). Los omnívoros, al igual que los vegetarianos, pueden organizar una ración equilibrada pero los segundos han de prestar a ello una mayor atención para protegerse contra ciertos riesgos de carencia (sobre todo respecto al hierro) y las repercusiones manifiestas sobre las capacidades físicas. Este peligro proviene, en su caso, de la mayor monotonía que concurre en su dieta.

Ahora bien, ¿cuál debería ser, en la práctica, una alimentación «óptima»? A este fin cabe sugerir dos tablas indicativas de raciones para una semana y un consumo energético estándar de 2.800 kcal. Una de ellas ofrece una distribución para una persona omnívora (pág. 179) y la otra corresponde a un modelo vegetariano (pág. 180).

En el modelo omnívoro se constata que:

- La relación porcentual proteínas de origen animal/proteínas vegetales se halla próxima a la unidad, lo cual significa que la distribución entre fuentes de hierro asimilable, de calcio, de magnesio, y alimentos glucido-protídicos (leguminosas, cereales) es óptima.
- Los lípidos de origen vegetal y marino representan un 60 % del total de grasas, lo cual garantiza un buen equilibrio entre las diferentes familias de ácidos grasos.
- Los glucídicos «simples» de índice elevado liberan un 6,4 % de las calorías, proporción que cabría reducir todavía más sustituyendo la confitura de fructosa por otra «clásica». Este porcentaje se revela correcto, sobre todo al recordar que la ingestión de este producto se efectúa por la mañana y durante una comida en la que abundan los azúcares «lentos», hecho este que viene a reducir el impacto sobre la glucemia.
- El hierro de origen animal representa una fracción importante de la aportación de compuestos ferruginosos, lo cual viene a limitar el riesgo de carencia.
- Las aportaciones de cinc, vitaminas y oligoelementos, no mencionadas aquí, cubren igualmente las necesidades de estos diferentes nutrientes.

EL MODELO VEGETARIANO

Hay muchos vegetarianos entre los adeptos a los deportes de resistencia y en particular entre los de alto nivel. La identificación juega fuertemente en el reclutamiento de nuevos adeptos, y muchos deportistas cuyo nivel de rendimiento es menor adoptan el modo alimenticio de los ídolos que jamás alcanzarán. Ahora bien, con frecuencia se omite formularse la pregunta de si un atleta accede al

Tabla. CONSTITUCIÓN DE UNA RACIÓN OMNÍVORA EQUILIBRADA

ALIMENTOS	CANTIDADES		PRÓTIDOS (g)	LÍPIDOS (g)	GLÚCIDOS (g)	Ca mg	Mg mg	Fe mg
	SEMANA	DÍA						
Leche 1/2		200 ml	7	3,5	9	250	30	0
Yogur		1 g	3,4	1,5	4	200	15	0,4
Rieguesón		150 g	12	2,5	5,8	200	30	0,4
Quesos (media)		40 g	10	10		200	20	0,4
Agua	1,5 l				15			
Huevos	Dos veces	14 g	1,8	1,6				1 0,4
Pescado	Dos veces	40 g	7,2	2,2				8 0,8
Mariscos		30 g	4,5	0,3	0,6	40	12	0,7
Hígado	Una vez	20 g	4	0,6				3 2,1
Buey, ternera	Una vez	20 g	4	2				4 0,6
Aves corral	Una vez	20 g	4,4	1,3				5 0,4
Pan integral		200 g	16		100		180	4
Arroz, pastas (cocidos)		100 g	7,1	0,5	42			12 0,9
Patatas		150 g	3		27			17 0,8
Leguminosas (cocidas)	200 g	30 g	2,4	0,1	5,7			6 2,1
Soja (derivados)	350 g	50 g	4	0,5	3	50	50	4
Levadura		10 g	4,3	0,3	3,7			23 0,3
Germen de trigo		10 g	2,9	1,0	4,7			25 0,6
Harina (integral)		20 g	3,6	0,3	18			38 0,6
Plátanos	Uno/día	1,4	0,5		24			35 0,3
Verduras		600 g	6	1,5	33	100	4	
Fruta fresca		500 g	1,5	1,5	60			40 1,5
Frutos secos		30 g	0,6		19,6			18
Fructosa		30 g			30			
Miel-confitura		30 g			23,1			
Oleaginosos		15 g	2,25	9	2,25			22 0,2
Aceite		20 ml			20			
Mantequilla		10 g			8,3			
Margarina		10 g			8,3			
Total (origen animal)			58,3	31,7	415,5	940	730	25,5
Total (origen vegetal)			+56,05	+46				
Total calórico			453,4	694,4	1.662,0			
Total calórico (%)			16,1 %	24,7 %	59,2 %			

APORTACIONES CALÓRICAS: 2.810 kcal/día

Nota explicativa de las cifras en negrita: **Prótidos**: de origen animal; **lípidos**: de origen vegetal o marino; **glúcidos**: «rápidos» (muy insulinosecretores); **hierro**: hemínico.

Tabla. ALIMENTOS QUE ENTRAN EN LA ELABORACIÓN DE UN RÉGIMEN VEGETARIANO EQUILIBRADO

ALIMENTOS	CANTIDAD	AUMENTO	PRÓTIDOS	LÍPIDOS	GLÚCIDOS	Ca	Mg	Fe
Lácteos			32,4	17,5	18,8	850	95	1,2
Huevos	5 sem.	+ 3/sem.	4,5	4			4	1
Pan integral	200 g		16		100		180	4
Arroz	150 g		3		30		45	0
Pastas alim.	150 g		7,6	0,75	63		18	1,5
Patatas	150 g		3		27		17	0,8
Leguminosas	50 g		4	0,2	8,8		10	3,5
Harina integ.	30 g	+ 50 g/sem.	3,1	0,4	21,3		44	0,75
Soja	75 g	+150-200 g/ semana	6	0,75	4	75	75	4,5
Germen de trigo (*)	15 g	+ 10 g/día	10,7	2	14,1		72	1,3
Levadura de cerveza								
Plátanos	100 g		1,4	0,5	24		35	0,3
Verduras	600 g		6	1,5	33		100	4
Fruta	500 g		1,5	1,5	60		40	1,5
Frutos secos	30 g		0,6		19,6		18	
Miel-confitura	30 g				23,1			
Fructosa	30 g				30			
Oleaginosos	25 g	+ 10 g/día	4	15	4		44	0,4
Acete	25 g			25				
Mantequilla	10 g				8,2			
Margarina	10 g				8,2			
Algas	10 g/día	+ 10 g/día	0,8	0,3			10	0,2
Agua	1,5 l						15	
TOTAL	2.920 kcal		418,4 kcal.	698,4 kcal.	1.802,8 kcal.	935	787	24,75
Prótidos animales/Prótidos vegetales: 0,55 (36,9/67,7)								
Lípidos vegetales/Lípidos totales: 72,3% (56,1/77,6 g)								
Glúcidos «simples»/Calorías totales: <10%								

nivel máximo como resultado de ser vegetariano o si, por el contrario, son sus resultados y su ambición deportiva los que le han llevado a suprimir la carne de sus comidas. Precisamente lo que caracteriza al campeón es, a menudo, una «mentalidad» inquebrantable, una fuerza de convicción y una determinación incontestables, y también muchas veces un afán de perfección, todo lo cual le conduce evidentemente a preguntarse qué es lo que debe comer al mismo tiempo que desarrolla un entrenamiento cada vez más metódico a medida que va progresando. Puede entonces convertirse en vegetariano por convicción y conseguir de estos diferentes cambios un be-

neficio seguro. De ello a la conclusión de que el vegetarianismo constituye una de las llaves del éxito hay un gran paso que algunos dan con seguridad mientras que numerosos fracasos importantes incitan a templar este entusiasmo que asimismo y con frecuencia, responde a razones inconscientes. El lado «asceta» de este régimen se halla vinculado ciertamente al mito del campeón espartano que prevalece sobre todo en los medios en que se practica el triatlón. ¿Se trata de un puro azar si a ello se consagran los llamados «hombres de hierro» (Ironmen) de entre los cuales los mejores precisamente han optado por el vegetarianismo cuando ya llevaban varios años dedicados a la práctica del deporte intensivo?

Lejos de nosotros la idea de negar todo interés a esta forma de alimentación; su impacto sobre la tasa de colesterol, su influjo sobre la prevención de ciertas enfermedades propias de la civilización (vinculado todo ello a sus contenidos elevados de vitaminas, minerales y fibras), su riqueza en glúcidos, su relativa pobreza en grasas, la ausencia de alimentos refinados con «calorías superfluas», supone un conjunto de importantes ventajas. Pero por otro lado tenemos que la asimilación muy variable de ciertos minerales expone a riesgos acusados de sufrir un déficit de hierro, cinc o cobre, e incluso de vitamina B₁₂.

Además, se sabe que la tasa sanguínea de testosterona, la hormona masculina que regula los procesos anabólicos y prefigura las aptitudes de recuperación a largo plazo de una persona, se sitúa a un nivel más bajo en el caso de quienes prescinden de toda clase de carne animal. En el caso de intervenir una carga de entrenamiento muy elevada (como ocurre precisamente en el triatlón), el riesgo de sufrir una fatiga crónica puede revelarse muy fuerte.

Cualquier atleta vegetariano, sobre todo si lo es desde fecha reciente, debe someterse a un control médico regular (a través de análisis de sangre adecuados) y a un proceso de adaptación de sus planes de trabajo y de régimen. Sin esto, corre el riesgo de «encajar» peor su trabajo físico que un omnívoro, siempre en el bien entendido que éste coma de forma equilibrada. A este respecto señalaremos que esta probabilidad es mayor entre los vegetarianos.

El vegetarianismo no es ni mejor ni peor que el omnivorismo pero con excesiva frecuencia el debate sólo se ha limitado a considerar la relación con el rendimiento mientras que la preocupación higienista del vegetarianismo es muy anterior al deporte.

El aspecto principal, según nuestro parecer, es el de encaminar a la persona hacia un estado de nutrición óptima, ayudándola a alcanzar un equilibrio psicológico mejor. Un omnivorismo sano, poco car-

nívoro, como todo el mundo se ha mostrado de acuerdo a estimular, puede de modo igual que el vegetarianismo ayudar a conseguirlo.

La tabla ofrecida anteriormente constituye un ejemplo de régimen vegetariano equilibrado, siempre teniendo en cuenta que deberá procederse a una verificación periódica del nivel de compuestos ferruginosos.

ESTRUCTURAR LAS COMIDAS

Saber lo que debe comerse a lo largo de una semana no es suficiente para elaborar la ración de modo conveniente. Precisa además tener una idea de la forma en que deberán distribuirse y reunir los alimentos. Volumen de las comidas, composición, asociaciones alimenticias beneficiosas o nefastas son tan importantes como la estructura nutricional de la ración para el equilibrio de una persona.

A este respecto señalaremos que cada vez que los procesos digestivos se ven perturbados, debe considerarse la posibilidad de que la asimilación haya disminuido, por lo menos respecto a determinados nutrientes. Existen ciertas reglas, algunas veces juzgadas empíricas, que sin embargo mejoran el bienestar digestivo en una proporción notable de personas:

- Evitemos comer fruta cruda al final de las comidas (ya que esto favorece su fermentación). Ingerirla un poco antes de empezar a comer, como merienda o después de un entrenamiento, constituyen prácticas muy juiciosas que han hecho reducir apreciablemente los riesgos de hinchazón intestinal por presencia de gases y los trastornos digestivos.

- Evitemos la ingestión de alimentos ácidos en presencia de proteínas o de alimentos prótido-lipídicos. Las enzimas que llevan a cabo la labor de digerir los prótidos y los lípidos ven, en tal caso, disminuir su eficacia. El ejemplo más conocido es el de la salsa de tomate, la cual, añadida a un plato de carne o de pastas alimenticias, ocasiona náuseas o pesadez de estómago, situación ésta que no se produce comiendo el mismo plato pero sin la salsa.

- Evitemos la mezcla de café (o té) con leche. Las proteínas de ésta, en presencia de la cafeína, provoca la formación de grumos inasimilables y es fuente de náuseas.

- Cuando consumamos un plato de carne y una fécula (arroz, pastas alimenticias, etc.), optemos por la carne en primer lugar. Su digestión se produce en el estómago, en un medio ácido, mientras que los glúcidos requieren un entorno alcalino. Ingiriendo en primer lugar el alimento proteico, se le somete a la acción de los jugos gástricos en la parte baja del estómago, mientras que los cereales tomados a continuación permanecen en la parte superior, donde se prolonga la

acción de las enzimas salivares alcalinas. La presencia de un poco de lípidos (aceites, queso) mejora todavía más la digestión de la comida. Cuanto precede nos hace comprender por qué una pizza se revela tan difícil de digerir.

- Los azúcares reducen el volumen de los jugos gástricos emitidos. Su asociación con las proteínas debe ser por tanto limitada (por ejemplo, la combinación hamburguesa-bebida de cola es poco provechosa).

- La combinación lípidos-azúcar-almidón se digiere bastante mal. Por esta razón se recomienda pan y mantequilla o miel (o confitura) y no pan y mantequilla y confitura.

ORGANIZACIÓN DE LAS COMIDAS

Para consumir los alimentos indicados en las tablas precedentes, para conceder un lugar comparable a cada comida y, en fin, para respetar las reglas de bienestar digestivo enunciadas anteriormente, resulta aconsejable ajustarse al reparto siguiente:

Mañana

- Una fruta fresca cruda o exprimida y después una bebida caliente.
- Un producto lácteo (yogur, requesón o leche) y cereales, algunos frutos secos.
- Pan (blanco o integral) además de una porción de algún producto azucarado o de cuerpo graso.

Comida

- Ensalada o verduras cocidas²⁸ con un poco de aceite y zumo de limón o un poco de vinagre.
- Un producto animal que no sea lácteo o una leguminosa (sobre todo entre los vegetarianos) (a menos que se prefiera tomar la carne o el pescado por la noche).
- Un producto farináceo (en este caso, después del producto animal) o una verdura y pan.
- Un producto lácteo (poco graso si el producto animal contiene un nivel elevado de lípidos). La ración será más copiosa si no se ingiere un alimento de origen animal rico en hierro durante esta comida.

Merienda

- Fruta fresca, yogur, cereales.

²⁸ Antes de una prueba, consultar los menús propuestos (véase el capítulo dedicado a los trastornos digestivos).

Noche

- Potaje o ensalada, preparado igual que al mediodía.
- Leguminosas (calientes o en ensalada) y cereales.
- Una o dos veces por semana: plato a base de huevo.
- Una o dos veces: pequeña porción de pescado graso (atún) o de mariscos.
- Pan (menos que al mediodía).
- Un producto lácteo (queso u otro producto, según sea la composición de la comida del mediodía).
- Eventualmente, postre o fruta cocida.

Los alimentos no mencionados en estas indicaciones (mantequilla, germen de trigo, levadura de cerveza, harina, ciertos frutos secos u oleaginosos, azúcares simples) pueden servir para la elaboración de platos complejos (flanes, tartas, gratinados, flanes de verdura, etc.) según los deseos y las posibilidades de cada uno.

De igual modo uno puede, de vez en cuando, concederse un pequeño extra, es decir una comida que se aparte de estas grandes líneas, para así experimentar un pequeño gozo ¡sin que ello perjudique la forma!

El equilibrio ácido-base

La consecución de un buen equilibrio alimenticio no consiste solamente en asegurar una aportación energética y nutricional óptima. Debe asimismo respetar el estado de acidez del organismo. ¿De qué se trata?

Durante las reacciones metabólicas, diferentes productos pueden liberar una sustancia particular, muy reactiva, que los convierte en ácidos. Entre ellos se encuentran el vinagre y el ácido clorhídrico, los cuales poseen un potencial de «ataque» hacia los otros compuestos.

Otros constituyentes fijan este ácido y lo neutralizan. Se habla entonces de base, portadora de un carácter alcalino. Se trata, por ejemplo, del bicarbonato o de la sosa. Pueden también reaccionar con diferentes constituyentes. La neutralidad corresponde a un equilibrio entre las dos tendencias.

En condiciones normales nuestro organismo es ligeramente alcalino. Este estado se muestra propicio para el buen desarrollo de los procesos fisiológicos si bien diversas circunstancias amenazan con transformarlo en un medio ácido. Tal situación se traduce en unas perturbaciones de las funciones fisiológicas que afectan, por ejemplo, la labor de las enzimas o la actividad de ciertas vitaminas.

¿Cuándo se puede modificar este equilibrio? Pues bajo el efecto del esfuerzo físico o de una alimentación excesivamente rica en productos que acidifican el organismo.

Existen en nuestro cuerpo diferentes agentes que actúan para combatir la acidez. Ciertos componentes de la sangre, las proteínas, la hemoglobina (otra proteína que posee hierro y transporta el O₂ hacia los tejidos), los fosfatos y sobre todo los bicarbonatos vienen a compensar el ácido. Respecto a ellos se dice que son compuestos «tampón».

Debe tenerse en cuenta, además, que nuestra alimentación puede suministrar un excedente de ácidos o de bases, lo cual cabe que influya sobre el equilibrio de los tejidos, el funcionamiento muscular y finalmente en los niveles de rendimiento.

La acción de estos «tampones» no siempre se demuestra suficiente, sobre todo cuando la producción de ácido excede las capacidades de los tejidos para neutralizarlo²⁹. Esta elevación puede sobrevenir de forma aguda, como después de un esfuerzo muy intenso, o por el contrario de un modo crónico en relación, por ejemplo, con una mala alimentación.

Una acidificación inmediata conduce, en el tejido muscular, a un bloqueo de la actividad de las enzimas responsables del suministro de energía. Asimismo impide el desarrollo normal de la contracción muscular. Lleva, por consiguiente, a la interrupción del ejercicio o a un descenso notorio de la cadencia. De modo inverso tenemos que retrasar la llegada a un punto «crítico» de acidez se traduciría por una mejora de los niveles de rendimiento. Buen número de investigadores dedican su atención a este tema y reflexionan ya sea sobre el contenido de la ración ya sea sobre el entrenamiento o también sobre la ayuda potencial de ciertos ergógenos alcalinizantes.

Una acidez crónica de los tejidos y sobre todo de la sangre viene acompañada de un depósito de ciertos desperdicios presentes en los líquidos del organismo. Una alimentación demasiado ácida puede así conducir a la aparición de tendinitis y cálculos renales, en particular si esta acidez coincide con un estado de deshidratación.

EL PAPEL DE LOS ALIMENTOS

Existen numerosos compuestos susceptibles de liberar ácido. Cabe citar, por ejemplo, el ácido láctico (producido por el tejido muscular durante el esfuerzo), el ácido úrico (desperdicio metabólico), el ácido benzoico (aditivo alimenticio), el ácido fosfórico (contenido en las bebidas con cola), el ácido oxálico de las espinacas o también el ácido fítico de los cereales completos. Por otra parte tenemos que si un alimento contiene una tasa elevada de proteínas presenta, en general, una marcada tendencia hacia la acidez. En sentido contrario existen otros alimentos, por lo común los que son ricos en calcio, magnesio o potasio, que liberan un volumen sustancial de bases que neutralizan los ácidos excedentarios que se hayan podido formar. Se aprecia, por consiguiente, que valiéndose de elecciones alimenticias específicas resulta posible ayudar a nuestro organismo a recobrar su equilibrio ácido-base.

²⁹ Un entrenamiento que comprenda sesiones «fraccionadas», alternando secuencias cortas muy rápidas y períodos de recuperación de duración inferior o igual al tiempo de trabajo, desarrolla la tolerancia al ácido, tanto por lo que se refiere al plano metabólico como al del psiquismo. De hecho se sabe que la acidez da lugar a que se perciba de forma más penosa el esfuerzo y que el acostumbrarse a este tipo de trabajo mejora la tolerancia al mismo.

Esquemáticamente, los productos alcalinos se sitúan en el reino vegetal y en los derivados de la leche (véase la tabla). Los alimentos de carácter ácido se encuentran sobre todo en las carnes animales, los cereales y los huevos. Algunas verduras son asimismo portadoras de residuos ácidos (como las espinacas) así como el té, cuyo abuso, al liberar en grado acusado ácido oxálico y purinas en la sangre, puede favorecer la acidificación.

Tabla. ALIMENTOS ALCALINIZANTES Y ACIDIFICANTES

ALIMENTOS MUY ALCALINIZANTES

Albaricoque, zanahoria, leche, naranja (*), pasas, lechuga, tomate.

ALIMENTOS MEDIANAMENTE ALCALINIZANTES

Espárrago, plátano, col, alubia, pera, manzana, patata, uva, compota, bebidas con gas (salvo las que contienen cola), oleaginosos, leguminosas.

ALIMENTOS MUY ACIDIFICANTES

Cereales, quesos, pescado, carne, ave de corral, bebidas conteniendo cola, matices.

ALIMENTOS POCO ACIDIFICANTES

Mantequilla, chocolate, pan, huevos, té.

(*) Un sabor ácido no significa necesariamente que el alimento que lo posee sea ácido.

Por otra parte conviene señalar que el abuso de azúcares simples y de alcohol favorece igualmente la acidificación del organismo a través de una elevación de la tasa de ácido úrico, derivado éste cuya presencia se incrementa también en los regímenes hipercárnicos, como el llamado Atkins. Ello se debe a su degradación rápida, la cual perturba el metabolismo e interrumpe la inhibición de la síntesis de ácido úrico implicada en la génesis de la gota y que a nivel renal frene la eliminación de otros ácidos. Cuando su tasa sanguínea es elevada, como es el caso después de un esfuerzo, estos otros ácidos amenazan de inmediato con depositarse en las articulaciones.

¿Qué consecuencias se atribuyen a un régimen demasiado ácido?

- Unos riesgos acrecentados de lesión: La acidificación de la sangre, sobre todo si ello se produce con frecuencia (repetición de competiciones y de sesiones duras) o de un modo duradero (régimen acidificante), favorece el depósito de desperdicios y fragiliza el tejido muscular, al cual no le gusta la acidez. De hecho impide el buen desarrollo de la contracción.

- Una pérdida de minerales más importante: Un líquido demasiado ácido, a nivel renal, conduce a una expoliación acrecentada de los

minerales. El calcio, por ejemplo, ve doblar su ritmo de eliminación cuando se ingiere una ración en presencia de un exceso de carne. Ésta, debido sobre todo a su riqueza en proteínas, en derivados hidrogenados, en fósforo y en azufre, acidifica sensiblemente el organismo. La práctica de comidas hipercárnica, complementadas con vino, expone a unos riesgos acrecentados de lesión como han tenido ocasión de comprobar muchos adeptos a los deportes de equipo. También pueden producirse depósitos a nivel renal, sobre todo en quienes se hallan deshidratados, ya que en este caso la solubilización de los desperdicios todavía experimenta mayores dificultades y la cantidad de los de carácter metabólico que precipitan se ve incrementada.

• **Unos niveles de rendimiento menores:** Comparativamente a un régimen hiperglucídico y poco carnívoro (bastante próximo al denominado lactovegetariano), una alimentación excesivamente rica en carnes animales contribuye a una acidificación que es notable incluso en estado de reposo. Cuando se trate de llevar a cabo un esfuerzo intenso, la saturación ácida de los tejidos (ácido láctico en este caso), desarrollada consecutivamente al ejercicio, hará su aparición mucho más pronto.

Después de un régimen en el que prevalezca un exceso de carne, los rendimientos alcanzados durante esfuerzos breves e intensos experimentan un brusco descenso.

Los vegetales con tendencia ligeramente acidificante, como los cereales, no producen este efecto. *El aspecto esencial del efecto acidificante de una ración proviene de la presencia de carnes animales.*

Debido a tal circunstancia, alcalinizar su alimentación puede resultar beneficioso para el deportista. ¿En qué ocasiones?

• **Antes de una competición:** Una alimentación rica en azúcares lentos y comprendiendo porciones reducidas de carne (y ello durante tres días) prepara para una mejor tolerancia a la acidez causada por el esfuerzo. Asimismo dota al tejido muscular y a la sangre de una cantidad superior de tampones. La saturación de los tejidos en ácido se producirá de forma más tardía durante el ejercicio. Esto significa, a todos los efectos, que la velocidad máxima podrá ser mantenida durante más tiempo.

• **Durante la recuperación:** La realización de una prueba deja el organismo, a un mismo tiempo, más o menos deshidratado, saturado de desperdicios y empobrecido en glucógeno. Volveremos más adelante sobre las bases de la ración llamada «de recuperación» pero debe, durante 24 horas, ser netamente alcalinizante. ¿Existe el me-

nú ideal para después de una carrera? Debe incluir alimentos que sean a la vez glucídicos, si es posible ricos en potasio, y alcalinizantes: ensalada de zanahorias y lentejas, puré de patatas, compota y galletas secas o tarta y agua con gas constituyen un menú que responde a estos criterios.

• **En caso de lesión en los tendones:** Una hidratación acrecentada y el respeto a un régimen alcalinizante permiten una recuperación más rápida de ciertas patologías tendinosas. La reducción de las porciones de carne entre quienes son grandes consumidores de la misma debe encararse de modo definitivo para evitar toda recaída.

La ingestión de productos alcalinizantes, independientemente de la alimentación, ¿puede jugar algún papel? Desde hace años se utiliza el bicarbonato para ayudar al tejido muscular a combatir esta acidez. Ha sido probado, sobre todo, antes del comienzo de esfuerzos de duración comprendida entre tres y seis minutos, como los 1.500 m en atletismo. Aun cuando puede mejorar los cronos en estas condiciones, viene acompañado de efectos secundarios muy importantes. Provoca una diarrea que es sinónimo de abandono o renuncia. Se trata, por consiguiente, de una práctica desaconsejable.

La toma de bicarbonato antes de un esfuerzo breve y violento es desaconsejable debido a los efectos secundarios a que da lugar.

Otro sistema de alcalinización estudiado en el laboratorio es el de la toma de creatina. Muy próxima al ATP, el cual ayuda a reconstituir cuando tienen lugar unos esfuerzos muy breves (velocidad), el fosfato de creatina se forma en nuestro organismo a partir de aminoácidos y de derivados fosforados. Cabe encontrarlo también en las carnes animales. Normalmente, una ración suficiente de proteínas asegura la presencia de una tasa correcta en el tejido muscular.

LA INFLUENCIA DEL EJERCICIO FÍSICO

Para los esfuerzos de más de diez minutos, los factores que se encuentran en el origen de la fatiga pueden ser la falta de glucógeno, la hipoglucemia, la hipertermia y la deshidratación. El predominio de una u otra de estas causas depende de las circunstancias, duración e intensidad del esfuerzo, estado previo de la nutrición, temperatura externa, ingesta de una bebida durante el ejercicio, etc. Para las carreras más breves e intensas, la fatiga se explica por la acidez presente en el tejido muscular. Nos hemos venido refiriendo, desde el principio de este libro, a lípidos, glucídicos y prótidos como suministradores de energía. En realidad cabe de-

cir que no la liberan de un modo directo. El conjunto de reacciones que se desarrollan durante el proceso de degradación da lugar a la liberación de una especie de molécula particular, única depositaria de la energía. Se trata del ATP (adenosin trifosfato). En estado de reposo o con motivo de una carrera llevada a cabo a ritmo moderado, el consumo es escaso. Nuestra reserva de ATP se mantiene estable. A medida que la demanda energética se incrementa (es decir, cuando interviene una «elevación» de nuestro tren de vida), los azúcares, como ya hemos tenido ocasión de ver, se convierten en el carburante principal que queman nuestras células para reconstituir el ATP que es el suministrador de energía.

Con motivo de unos ejercicios breves pero muy intensos es necesario enfrentarse con un gran consumo durante un plazo corto: los procesos energéticos aerobios (es decir, que se desarrollan en presencia de oxígeno) ya no son suficientes para equilibrar las salidas. Es preciso encontrar otras fuentes. A modo de comparación diremos que nos será necesario pedir prestado, por cuestiones de demora que os dejan, durante algún tiempo, en déficit (en descubierto). ¿Qué es lo que ocurre entonces en nuestros tejidos? Algunas fibras musculares (las «rápidas») llegan a formar nuevo ATP en ausencia de oxígeno. Se dice entonces que trabajan de modo anaerobio. Ahora bien, la formación de este ATP se mantiene por debajo de la velocidad de degradación y, debido a ello, las reservas disminuyen.

¿Quién aportará este ATP necesario y consumido a un ritmo elevado? De forma simplificada diremos que serán los glucidos, los únicos compuestos que nuestras fibras rápidas saben utilizar en ausencia de oxígeno. Se trata, sin embargo, de una forma de consumo «lujosa» y durante la cual la glucosa no es degradada de manera total (por falta de tiempo). Como consecuencia de ello queda un remanente de «ácido láctico», el cual se acumula y da lugar a que se modifique el equilibrio ácido-base de la célula. Por otra parte tenemos que las reservas de ATP, al haber descendido a su nivel más bajo, otro «desperdicio», verdaderamente tóxico, comienza a acumularse. Se trata del amoníaco.

Algunos estudios sugieren que tomando durante seis días (a razón de 5 g de creatina/día) este producto llevaría a un nivel «supranormal» las reservas de creatina del tejido muscular. Esto representa un «plus» para los sprinters pero también para los adeptos del sprint largo y del semifondo (es decir, para las distancias en atletismo comprendidas entre 200 y 1.500 m). ¿Por qué? Cuando el fosfato de creatina se degrada, consume moléculas del ácido y actúa, por consiguiente, como un tampón. Sea como fuere, la sal de creatina so-

metida a prueba con motivo de esta experiencia no se halla todavía disponible en muchos mercados.

En resumen

La tendencia natural del organismo a encontrarse en situación alcalina debe ser preservada al máximo en aquellas personas exentas de patología renal y, sobre todo, antes de una prueba o una sesión dura así como en fase de recuperación. Antes de una competición, esto supondrá pasar por la adopción de un régimen hiperglucídico y poco rico en carnes animales. En fase de recuperación debe preconizarse una ración de tipo «lactovegetariana», pobre en azúcares simples y en alcohol. La misma regla es válida en ciertas patologías pero sólo bajo indicación médica.

La toma de ergógenos alcalinizantes, si bien se presenta como medida seductora sobre el papel, cuenta con ciertos inconvenientes, plantea un problema de ética y de todos modos sólo va dirigida a la élite. Por consiguiente, no entra en la estrategia nutricional del deportista corriente.

Peso de forma, sueños y realidades

Hemos visto que el elemento determinante en la adquisición de peso es una tendencia acrecentada a almacenar y a formar grasas. Prevenir este fenómeno o corregir sus efectos constituyen, por tanto, los objetivos de todo régimen. Pero muchos de quienes los siguen se pierden por el camino al depositar su confianza en lo que son simples engaños. Y la verdad es que son muchos los que existen, como nos lo recuerda lo que sigue a continuación.

LOS ALIMENTOS DE BAJO CONTENIDO EN AZÚCAR: UN BLUFF

Muchas personas, incluidas algunas presentes en los ámbitos deportivos, recurren únicamente a sustituir el azúcar por edulcorantes para deshacerse de los kilos superfluos. Han escogido un mal camino para ello pues esta simple medida no es suficiente. Veamos por qué.

La primera paradoja subrayada por los especialistas, es que el azúcar es un edulcorante ya que, «por definición, este término engloba todas las sustancias que tienen sabor azucarado, ya sean de origen natural (como la sacarosa) o sintético». Sin embargo, en el habla corriente, la palabra «edulcorante» designa únicamente los «falsos azúcares».

La evolución reciente en su utilización, que en otros tiempos se hallaba restringida a las patologías que justificaban el valerse de ellas, es la de que hoy en día son objeto de recomendación por motivos de salud pública dado que se dirigen también a una población que no está enferma con el sólo objeto de ayudarla a encontrar o a conservar la línea. Este afán con relación al aspecto físico, de estar delgado reduciendo los esfuerzos para conseguirlo, ha llevado a esta derivación y a la sobrevaloración de estos compuestos químicos.

¿Son útiles para los deportistas?

Jamás se ha demostrado que la toma de edulcorantes hiciera posible una pérdida de peso más importante que en el caso de prescindir

dir de ellos. Incluso sus más fervientes partidarios deben reconocer «que no engordan», lo cual significa, en términos velados, que no ayudan a adelgazar, constatación ésta que en modo alguno es un comunicado de victoria.

Buscar la pérdida de peso no preocupándose más que de los glúcidos constituye de todos modos una aberración: ¿qué interés puede tener para un deportista en periodo de entrenamiento el suprimir algunos glúcidos de su ración con ánimo de adelgazar? Parece mucho más juicioso hacer que concentre sus esfuerzos sobre el control de los lípidos y la limitación calórica antes que aplicarlos a la privación de un carburante esencial para el tejido muscular. Es solamente para aquel que tenía la costumbre de añadir azúcar a sus bebidas o a sus postres, y ello en cantidad abusiva, que la toma de un edulcorante fuerte le puede ayudar a soportar el régimen. Se trata, en este caso, de un elemento de ayuda pero, en ningún caso, de un sustitutivo del régimen.

Es más razonable el «deshabituarse» de forma progresiva del gusto azucarado, si en efecto la situación es de «adicción», y combatir cualquier ligera sensación de hambre con alimentos glucídicos de índice débil, como la fruta, el pan integral o los yogures endulzados con fructosa. Los edulcorantes, por consiguiente y en general, se presentan como algo totalmente superfluo.

El respeto hacia un buen equilibrio alimenticio, en el que se ha limitado la parte de azúcares de índice elevado y la de las grasas, se ha suprimido el alcohol, se ha evitado el picar entre comidas y donde no se ha escamoteado el desayuno, se nos presenta como una medida mucho más positiva y menos costosa que la adquisición de edulcorantes fuertes.

LOS REGÍMENES ENGAÑOSOS

Para resolver el problema de los kilos superfluos de los que no consiguen desembarazarse, muchos deportistas recurren todavía hoy a regímenes extravagantes que debemos denunciar aquí por su ausencia de fundamento científico.

La promesa de una pérdida rápida de peso constituye su rasgo común, apoyado con frecuencia en el testimonio de personalidades o, por el contrario, de anónimos que son servidos como ejemplos a las «futuras víctimas». A pesar de su gran diversidad, cabe agrupar estos regímenes engañosos en tres grandes familias sobre la base de los alimentos permitidos o de los supuestos mecanismos de acción.

- Los regímenes desproporcionados: Descansan sobre una modificación profunda de la estructura de la ración, con exclusión o reducción drástica de los lípidos o de los glúcidos. Entre ellos cabe citar el

régimen de Atkins, el más conocido de todos ellos. Valoriza los alimentos lipídicos y protídicos, sobre todo las carnes y la charcutería, y rechaza las fuentes de hidratos de carbono. Se le reconocen varios defectos:

- Se observan unas pérdidas minerales acrecentadas a través de la orina, lo cual plantea buen número de problemas si se tiene en cuenta que sus aportaciones se sitúan, las más de las veces, a un nivel inferior a las necesidades, sobre todo en el caso de los deportistas.
- La acidificación consecutiva a la adopción de este régimen frena la eliminación del ácido úrico, lo cual puede favorecer el depósito de desperdicios a nivel de los tendones y ocasionar dolores y lesiones.
- En fin, ciertos derivados formados a partir de los ácidos grasos, los cuerpos cetónicos, reducen la irrigación del cerebro, circunstancia que afecta la concentración y la capacidad intelectual.

El nivel 1 del régimen Montignac se halla emparentado con el de Atkins. No es aconsejable ninguno de los dos para los adeptos a los deportes de resistencia, incluso después de la primera fase del conocido como régimen disociado escandinavo (ver más adelante).

Los regímenes llamados de Scarsdale, de Cambridge, de la Clínica Mayo, del Dr. Stillman o también el «Antoine» presentan asimismo múltiples defectos, motivo por el cual los deportistas deben evitarlos de un modo absoluto.

- Los exclusivos: Se apoyan sobre un solo alimento o grupo de ellos. Así tenemos, por ejemplo, el «régimen pamplemusa» (especie de naranja) o el «régimen lecitina». Ambos proponen unos programas muy restrictivos que explican las «propiedades milagrosas» de tal o cual alimento que podría provocar la fusión específicamente de los lípidos. Nada de esto es cierto. Se trata simplemente de regímenes particularmente inadecuados para los deportistas, sobre todo debido a su desequilibrio, y también porque vienen a reforzar la idea según la cual existen sustancias «milagrosas» que queman las grasas de modo parecido a la carnitina que es la última que ha aparecido (véase el capítulo sobre «ergógenos»). Tales productos no existen y los regímenes que se articulan en torno a ellos no son más que una pura fantasía.

- Los regímenes basados en combinaciones específicas: Descansan sobre la preconización de algunas raras combinaciones de alimentos autorizados y el rechazo de una gran mayoría de otros. Cada uno de ellos se apoya sobre uniones diferentes, justificadas por argumentos que carecen de fundamento. Estos programas de carácter monótono no enseñan evidentemente cómo adquirir unos hábitos alimenticios coherentes y por añadidura adolecen de déficits, por ejemplo con relación a las proteínas o el hierro. Entre estos régime-

nes cabe situar el de Harren o «régimen de los plátanos», el cual sólo autoriza a ingerir, además de 6 unidades de esta fruta, 6 vasos de leche para una aportación diaria de aproximadamente 1.000 kcal, según el tamaño de los plátanos y la altura de los vasos. También es posible encontrar en este grupo el «régimen de Beverly Hills», totalmente absurdo, y que quienes lo han concebido señalan que es la parte de la comida que no se digiere la que hace engordar y que frutas tales como la papaya o el ananás, que recomiendan ingerir en cantidad elevada, ayudan a adelgazar.

En fin, recordemos rápidamente el «régimen Montignac», el cual no entra en las categorías precedentes pero ignora, en el caso del deportista, el interés que encierran los azúcares de índice elevado (sobre todo durante un esfuerzo o en fase de recuperación) y recomienda cereales completos o leguminosas justo antes de las pruebas, circunstancia ésta que expone a unos riesgos acrecentados de trastornos digestivos (véase el capítulo dedicado a este tema). Digamos asimismo que en él se atribuye un lugar excesivamente destacado al chocolate, alimento glúcido-lipídico que ciertamente no favorece la pérdida de peso. No responde, por consiguiente, a las exigencias muy particulares de la dietética deportiva, ámbito por otra parte extraño al autor de este régimen como él mismo confiesa.

LA SAUNA, LOS DIURÉTICOS Y EL AFÁN DE ADELGAZAR

Incluso al más alto nivel cabe todavía encontrar corredores o atletas que, deseosos de eliminar un excedente de peso, se entrena llevando puestas varias prendas de vestir, se entregan a sesiones interminables de sauna o se hacen recetar diuréticos. Todos estos planteamientos tienen en común acelerar la deshidratación, fenómeno que perjudica el estado de forma y la salud del deportista. La sudoración o las pérdidas urinarias voluminosas a que dan lugar no reducen en nada el excedente adiposo y en cambio añaden al problema de un sobrepeso (que afecta los músculos, los tendones y las articulaciones) el de un déficit hídrico todavía más perjudicial. El atleta que desea adelgazar debe, por consiguiente, abandonar de forma absoluta estas prácticas propias de otros tiempos.

EL AYUNO

Para movilizar las reservas adiposas, algunos piensan que es suficiente no aportar nada que el organismo pueda destinar a incrementar las reservas. Como consecuencia de ello nos encontramos con deportistas que ocasionalmente se someten a ayunos de 24 horas

(algunas veces más) para reducir su consumo calórico y de este modo conseguir adelgazar. Es cierto que durante el tiempo en que se aplica esta abstinencia alimenticia la persona pierde peso debido a la movilización de una parte de las grasas de reserva que servirán para cubrir la parte esencial de las necesidades en estado de reposo. Pero esta evolución ponderal afecta también al agua, de la cual una parte, proveniente de las células, se elimina a través de la orina junto con algunos minerales. Más preocupante es todavía el hecho de que afecta al tejido magro. Es un hecho sabido que la contribución de las proteínas se acrecienta a medida que el ayuno se prolonga. Una fracción de las existentes en el tejido muscular se moviliza en tales circunstancias, lo cual expone a que se produzca un vaciado en dicho tejido.

Tenemos además otro problema que no es otro que el del agotamiento rápido de las reservas de glucógeno del hígado (dotado, como hemos visto anteriormente, de una breve autonomía), lo cual expone, al menor esfuerzo algo sostenido, a la aparición de la hipoglucemia.

Las capacidades de concentración y de alerta también se ven afectadas por esta restricción. El ayuno y el deporte forman, por tanto, una mala pareja.

En fin, esta privación constituye un estrés que da lugar a que el organismo reaccione. ¿De qué modo? Diversos procesos hormonales se ponen en marcha con el propósito de economizar reservas. Por una parte tenemos que los consumos disminuyen, sobre todo los propios del estado de reposo y el «extracalor» de las comidas ulteriores vinculado a la asimilación de los nutrientes. Por otra se observa que aumenta la capacidad de almacenamiento, de modo que, con relación a una misma comida, una persona que haya ayunado almacenará mayor cantidad de lípidos cuando vuelve a comer. Como consecuencia de un efecto de «rebote», quien haya ayunado recuperará su peso e incluso es posible que a ello añada un pequeño excedente. Este proceso se parece mucho al que se observa con motivo de los regímenes adelgazantes a largo plazo (véase al principio del libro).

Saltarse una comida o ayunar no constituye, por tanto, un sistema adecuado para adelgazar.

Entonces ¿qué es lo que hay que hacer?

Ya hemos hecho mención de ello en varias ocasiones; el objetivo de un régimen eficaz consiste en invertir la tendencia del organismo a almacenar, favoreciendo la movilización de las reservas de grasas.

Debe igualmente poseer otras características:

- Estar médicaamente sano.
- Dar lugar a un déficit energético que no haga perder más de 800 g por semana.
- Cubrir las aportaciones recomendadas en proteínas, vitaminas, minerales, oligoelementos y ácidos grasos esenciales.
- Adaptarse a los hábitos y gustos alimenticios de cada uno.
- Estimular la consecución de unos hábitos alimenticios sanos, sin exponer a una reanudación ponderal.
- Que sea fácil de seguir.

Es de todo punto evidente, por tanto, que los atletas deseosos de adelgazar deben poder contar con unos medios personalizados que les permitan seguir con sus sesiones de entrenamiento. Recurrir a un especialista en este punto es medida irreemplazable.

El objetivo de un buen régimen es el de crear un déficit en lípidos, de modo que sean más los que se quemen que los que pasen a reserva.

La práctica de actividades deportivas de resistencia favorece esta movilización de los lípidos. Hemos visto que son las sesiones prolongadas y llevadas a cabo con una intensidad moderada o débil las que en este sentido se revelan como más eficaces. Pero si hay falta de tiempo para una sesión larga, se nos ofrecen otros dos medios para conseguir el mismo objetivo:

1) Correr (o nadar, o pedalear) por la mañana en ayunas. Cuando se inicia el ejercicio, después de una noche de ayuno «fisiológico», es decir, sin provocar la puesta en marcha de los procesos de economía descritos anteriormente, uno se encuentra metabólicamente en la misma situación que en la segunda hora de carrera de una maratón. A intensidad igual, comparativamente con un esfuerzo realizado entre 2 y 3 horas después de una comida, quemamos una mayor cantidad de lípidos. Además, el desayuno que sigue es, en general, la comida del día más rica en glucídicos y la que permite con mayor facilidad limitar las aportaciones de grasas. Debido a este hecho se favorece un déficit interesante en lípidos y sin restricción drástica.

2) Fraccionar la sesión en dos. Este consejo puede parecer paradójico ya que se sabe que la contribución de las grasas al suministro de energía crece con la duración del esfuerzo. Como consecuencia de ello, en dos veces 30 minutos de actividad se consumen menos lí-

pidos que en una sola vez de 60 minutos. Ahora bien, el efecto buscado se refiere al consumo de energía postejerercicio y a este respecto cabe señalar que se observa un aumento sensible después de cada sesión y que este suplemento de calorías quemadas proviene de los lípidos. Se aprecia pues que el consumo de grasas se eleva en estado de reposo.

¿Se debe restringir por tanto la ingestión de lípidos?

Las reservas de lípidos y glucídicos no cuentan, como hemos visto, con una medida común. A pesar de su pequeñez, las de glucógeno contribuyen en elevado grado al suministro de energía y pueden, debido a tal circunstancia, disminuir con gran rapidez y en cantidad muy apreciable como en el caso de esfuerzos intensos o de larga duración. Las reservas hepáticas determinan el valor de la glucemia. Ahora bien, desde el momento en que ésta experimenta un gran descenso, se estimula la sensación de hambre, como mecanismo de compensación rápido.

RESTRINGIR LOS LÍPIDOS EN LAS COMIDAS FUERA DE CASA

La concepción de un programa de adelgazamiento tolera un mínimo de cuerpos grasos en la alimentación cotidiana, mínimo que algunas veces, obligado por las circunstancias, uno ha de superar.

Con motivo de comidas fuera de casa, algunos «reflejos» simples permiten desviarse lo menos posible de un programa dietético. Así se puede, por ejemplo:

- Dejar el excedente de vinagreta (o de salsa en el caso de comida caliente) en el borde del plato, junto con las hojas de lechuga o las verduras colocadas en el fondo que han desempeñado el papel de elemento absorbente.
- Evitar los platos de carne excesivamente grasos, y cuando ello no sea posible, dejar los trozos más ricos en lípidos.
- Evitar el alcohol, el queso (pedir requesón o abstenerse de cualquier lácteo compensándolo por la tarde con un yogur o un vaso de leche) y los pasteles con exceso visible de grasas. Si optamos por una tarta, dejemos el borde de la pasta ya que, en general, es la más rica en mantequilla.
- Comamos lentamente y evitemos repetir.
- Si debemos desviarnos, no por ello es preciso que lo hagamos de un modo absoluto y aceptar aquello que podemos muy bien evitar. Por ejemplo, si se nos sirve en un mismo plato carne de cerdo y patatas fritas, el comernos la carne grasa no nos obliga a hacer lo propio con todas las patatas ¡ni tampoco pedir un

postre que nos resulte contraproducente dado su contenido en lípidos!

• Si comemos siempre en el mismo lugar, intentemos conocer por anticipado los menús al objeto de poder prever «un repliegue estratégico» en los días en que los platos sugeridos no nos convienen verdaderamente.

Y en caso de una desviación ¿cómo repararla?

Si nos vemos obligados a consumir un exceso de lípidos en una sola comida, podemos compensarlo en la siguiente y eventualmente el próximo día de modo que la eficacia del régimen no se vea afectada. Por ejemplo, pedir una ensalada sin sazonar y añadirle un poco de zumo de limón, o bien en casa prepararnos una salsa al yogur (*) o incluso elegir entre los «menús light» que cada vez son más frecuentes en los «self services» o en las cafeterías. Igualmente se puede suprimir la mantequilla al día siguiente y contentarse con una cena frugal (fruta, pan, pescado, yogur) para regresar, de 24 a 36 horas más tarde, al programa nutricional propuesto.

(*) Existen diferentes variantes de esta salsa. Se mezcla con ella algunos lácteos combinados con diferentes especias para acompañar los entrantes o el pescado.

Otra característica: Si se reducen las aportaciones de glúcidos, su oxidación disminuye e, inversamente, un régimen rico en azúcares provoca un sobreconsumo por parte de las células.

Una disminución de las aportaciones de glúcidos provoca una adaptación inmediata del metabolismo.

En sentido inverso tenemos que las reservas adiposas presentan un volumen y constituyen un potencial de reserva de energía muy superiores. Sin embargo, cabe reducirlas o acrecentarlas de modo sensible (véase el capítulo dedicado a los lípidos). Cuando se cuenta con un peso y una adiposidad estables, las entradas de lípidos (alimentación y síntesis) se equilibran con las salidas (oxidación y almacenamiento). Si se reduce de forma súbita el contenido de la ración en grasas, las salidas no disminuyen de forma inmediata. El consumo de lípidos por parte de las células se mantiene a un nivel elevado, lo cual provoca una caída de las reservas adiposas hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio.

El consumo de grasas permanece insensible, a corto plazo, a toda modificación del contenido en lípidos de la ración.

Esto explica la eficacia inicial de los regímenes bien concebidos. No obstante, una vez alcanzado este nuevo equilibrio, incluso con una alimentación pobre en grasas no se consigue incrementar el consumo, salvo, con carácter ocasional, cuando interviene un entrenamiento duro o se excluyen de la alimentación, en grado todavía mayor, los lípidos. La eficacia de un régimen se ve limitada en el tiempo y es mejor no tener demasiados kilos que perder.

Para llevar a buen término este esfuerzo se aconseja adoptar un régimen en el que los lípidos no aporten más de un 20 % de la energía, lo que puede plantear algunos problemas prácticos (véase el recuadro de páginas 199-200).

¿Cabe apoyarse en la utilización de alimentos cuyo contenido en lípidos sea muy reducido? Si los edulcorantes constituyen un señuelo muy imperfecto que no engaña por mucho tiempo el deseo de comer (debido al papel preponderante de la glucemia y la insulina en este impulso), los alimentos de muy bajo contenido en lípidos suponen un medio muy eficaz para conseguir el éxito en la aplicación de un régimen. La ausencia de grasas o un contenido reducido no da origen a una reacción compensatoria ulterior.

Cuando se proporciona un falso azúcar al organismo, éste compensa la toma calórica en el curso de las comidas siguientes, lo cual no es el caso con los alimentos de bajo contenido en grasas.

¿Existe alguna categoría de alimentos a los que particularmente quepa temer?

• En el marco de un régimen, los glúcidos de índice elevado deben evitarse al máximo posible. ¿Por qué? Hemos visto que es la insulina la que ordena la puesta en reserva y que cuanto menos se eleva después de la ingestión de alimentos, menos se favorece la lipogénesis.

Debe limitarse la ingestión de productos azucarados cuando se sigue un régimen pero no durante los entrenamientos.

De hecho, durante un ejercicio, la ingestión de bebidas glucídicas mejora el nivel de resistencia y la rehidratación.

Los alimentos glucido-lípidicos, es decir, los que son a la vez ricos en azúcar y en grasas, quedan fuera de lugar en un régimen. ¿Por qué? Pues porque incluyen, con carácter simultáneo, los elementos que elevan la tasa de insulina (los azúcares de índice elevado) y los que ayudarán a incrementar las reservas presentes en el tejido adiposo (los lípidos). ¿De qué alimentos se trata? De los fla-

nes, de los barquillos, de las pizzas³⁰, de los buñuelos, de la pastelería industrial, de la mayoría de galletas secas, de la bollería y de los bizcochos recubiertos de chocolate. Es preciso excluirlos de un modo absoluto cuando se sigue un régimen encaminado a la pérdida de peso.

¿Cuáles son los alimentos a los que se debe dar preferencia?

• Las fuentes de proteínas pobres en lípidos deben estar presentes por lo menos una vez al día en el menú (en el caso de carnes animales), privilegiando las de fuerte densidad nutricional (hígado, mariscos). Deben evitarse las carnes grasas, la charcutería, los platos con presencia de salsas, las frituras y los buñuelos, y limitar la ingestión de huevos. El buey, la ternera, el conejo, los riñones, la charcutería pobre en grasas y confeccionada a base de carne de ave de corral (o de pescado) y el jamón sin grasa pueden, en cambio, figurar sin problema en el menú.

• Los productos lácteos deberán estar presentes en cada comida. El déficit energético que sigue a un régimen expone, ciertamente, a una utilización acrecentada de las proteínas. Una aportación suficiente de aminoácidos previene contra la movilización de las estructuras de nuestros tejidos. Se escogerá, para este fin, los yogures y el requesón, la leche descremada o semidescremada, lo cual permitirá, de una a tres veces por semana según sea el grado de severidad del régimen, consumir de 30 a 40 g de queso «normal» sin que ello suponga ingerir un exceso de lípidos.

• Los cereales y las leguminosas, así como la fructosa (glúcidos de índice débil), deben permanecer en nuestra ración debido a las necesidades en glucógeno de nuestro tejido muscular y de nuestro hígado. Sólo deberá procurarse reducir un poco las porciones ingeridas. Igualmente se podrá consumir un glúcido «rápido» por la mañana, el cual extendido sobre una rebanada de pan se convierte en un «azúcar lento» y por ello poco propicio a contribuir a un aumento de peso.

• Fruta y verduras completarán las comidas, a las que cuidaremos de añadir por lo menos una cucharada de aceite al día.

• Otra fuente de lípidos que conviene conservar es la del pescado azul, rico en ácidos grasos esenciales. Deberán incluirse en el menú dos veces por semana.

• Procede asimismo asociar a las comidas algunos complementos nutricionales (levadura, germen de trigo) que garantizarán la cobertura de las necesidades en diversos micronutrientes.

• Ocasionalmente, por ejemplo dos o tres veces por semana al mediodía, al regresar de una sesión de entrenamiento o entre dos citas de negocios, se pueden utilizar sustitutivos de comida de tipo semiliquido cuya composición equilibrada ayude a adelgazar sin que se produzcan carencias y, naturalmente, siempre y cuando se hagan otras dos comidas reales e incluso tres en el curso de la jornada, lo cual, como ya hemos señalado, aumenta las posibilidades de adelgazar para una misma ración calórica diaria.

Una vez alcanzado el peso deseado, pasar progresivamente a una alimentación más energética no planteará problema alguno, y ello siempre y cuando se respeten las mismas prioridades (carnes magras, pescado, mariscos, productos lácteos poco grasos, cereales, leguminosas y verduras), se limite la ingestión de lípidos y se mantenga un nivel de actividad suficiente. De este modo se reencontrará, poco a poco, la ración estándar equilibrada que tolera algunas desviaciones que son bien acogidas.

³⁰ Todo depende de los componentes. Las anchoas, las verduras, los mariscos y la mozzarella (queso poco graso) aportan pocos lípidos y, en este caso, la pizza puede figurar en el menú siempre con la condición de que no contenga un exceso de aceite, aspecto difícil de comprobar en un restaurante pero fácil de controlar en casa o leyéndolo en los envases de las que se expenden congeladas. En este último caso deberá elegirse una variedad que indique menos de 8 g /100 g.

Deportes de resistencia y trastornos digestivos

El auge adquirido por las grandes manifestaciones deportivas populares ha llevado a numerosas personas más o menos entrenadas a participar en competiciones, algunas de las cuales son de larga duración. Como consecuencia de este auge, y sobre todo en el ámbito de las carreras a pie, aparecen numerosos casos de trastornos digestivos. Afectan, según las cifras, de un 30 a un 50 % de los participantes. Son muchos los factores que contribuyen a ello pero el más importante es, sin duda alguna, la deshidratación. Se añade, a estas diferentes causas y en el caso de las carreras, la especificidad propia de este deporte, el cual comporta una onda de choque que en modo alguno se halla desprovista de efectos sobre el tubo digestivo.

DURANTE EL EJERCICIO LA SANGRE SE REDISTRIBUYE

El ejercicio físico provoca unas necesidades energéticas acrecentadas a nivel muscular, lo cual se traduce en una redistribución de la sangre entre los tejidos. Los músculos son los que la reciben en mayor proporción mientras que es mucho menor la cantidad que llega al tubo digestivo. Así se sabe que un esfuerzo igual a un 70 % del máximo reduce de un 60 a un 70 % la irrigación abdominal y que a velocidad máxima, el flujo sanguíneo hacia el tubo digestivo no es superior al 20 % de su nivel inicial. Debido a este hecho y de un modo inevitable tenemos que la aportación de sangre a las vísceras puede reducirse hasta llegar a un nivel crítico, sobre todo si se asocian otros factores a esta situación, tales como la hipertermia, la deshidratación, la hipoglucemia o una combinación de todos ellos. Es posible, sin embargo, preaverse contra estos efectos. Veamos pues de qué modo se pueden limitar los riesgos de sufrir trastornos digestivos.

Primera causa: La deshidratación

La deshidratación puede alterar la distribución y la circulación de los líquidos del organismo. Ciertos tejidos ven descender su contenido

do en agua mientras que el volumen de sangre que circula también disminuye. El cerebro y el corazón se mantienen en una situación prioritaria al paso que el tejido muscular manifiesta una demanda acrecentada de O_2 . Así tenemos que la aportación de sangre a las extremidades, a los tejidos periféricos como la piel, y el flujo intestinal se reducen hasta llegar casi a cero. Si este déficit de agua se produce durante un esfuerzo, generador por sí mismo de una disminución de la irrigación del tubo digestivo, se comprende bien que la deshidratación agrave el efecto del ejercicio.

La deshidratación durante el esfuerzo acentúa la disminución de la irrigación del tubo digestivo.

Es el conjunto de sus funciones (asimilación del agua, de los glucidos y de los minerales por ejemplo) el que se pone en cuestión. También puede dar lugar a lesiones, sobre todo en el caso de las carreras a pie en que la onda de choque que nace con cada impacto se propaga y acrecienta la fragilización de este tejido. Esto explica el que los atletas se encuentren más expuestos a estos trastornos que los adeptos a otros deportes de resistencia en los que la ausencia de esta onda de choque no agrava la deshidratación.

Por otra parte tenemos que la irrigación disminuida de las vísceras puede prolongarse durante más de una hora después de haber finalizado el esfuerzo, lo cual permite comprender que en este periodo, puedan producirse náuseas, diarrea o vómitos.

Segunda causa: La ingestión de bebidas hipertónicas

Diversos estudios han puesto de manifiesto que cuando el flujo sanguíneo se reduce a nivel del tubo digestivo, lo cual ocurre durante un esfuerzo, se asimilan peor los glucidos, sobre todo si su osmolaridad es excesivamente fuerte. En este caso el fenómeno se magnifica (véase al capítulo dedicado al agua) y deja un líquido glucídico hipertónico en el tubo digestivo. Se produce entonces una secreción de fluido en el intestino hasta que la bebida que se halla presente ha sido suficientemente diluida. Este aflujo de agua de las células hacia el tubo digestivo agrava su deshidratación y altera todavía más el desarrollo de los procesos intestinales, llegando a provocar una diarrea.

Ahora bien, resulta frecuente el que quienes practican deportes de resistencia, persuadidos de que no es preciso beber, esperan demasiado tiempo antes de sucumbir a su sed. Sin embargo, dado que no comienzan a reabastecerse más que a partir de un punto en el que la deshidratación se encuentra en fase avanzada, las células intestinales ya no pueden asimilar de modo correcto estas bebidas. Esto explica el que la ingestión de las bebidas de carácter energético hayan

sido cuestionadas por los deportistas, con mucha frecuencia de modo equivocado.

Si se comienza a beber desde la fase de calentamiento y a intervalos regulares, el riesgo de sufrir trastornos digestivos disminuye pero a condición de que no se tomen bebidas hipertónicas.

Tercera causa: La ingestión de alimentos ricos en fibras la víspera y el día de la prueba

La práctica de deportes de resistencia acelera el tránsito digestivo, propiedad ésta que comparten las fibras (véase el capítulo dedicado a ellas). Si a tal circunstancia se añade el estrés que precede a la carrera, sobre todo en el caso de los principiantes, el tiempo de paso de los alimentos puede reducirse en grado tal que se vea acompañado de diarrea pero también de una mala asimilación de muchos de los nutrientes. Por otra parte tenemos que las fibras dejan, como ya hemos visto, residuos inasimilables en el tubo digestivo. En el marco de la carrera a pie, su movimiento de vaivén en los intestinos, subsiguiente a la onda de choque, puede compararse al de unos cuantos guijarros dentro de un globo de plástico. De ello se deriva el que se efectúen contactos permanentes contra las paredes mal irrigadas, las cuales, por este motivo, resultan en parte lesionadas. Se infiere, pues, que el perjuicio que tal situación conlleva puede, por consiguiente, agravarse y es debido a tal circunstancia que algunas veces se aconseja, respecto a los maratonianos o los triatletas, la adopción de un régimen llamado «sin residuos» antes de participar en una competición importante. Este sistema de alimentación consiste en evitar todos aquellos productos que pueden dejar algún resto (cereales completos, verduras y fruta cruda) o bien ocasionar problemas de absorción, como la leche o el pan tierno (véase el capítulo «antes de una prueba») ¿Cuánto tiempo es preciso someterse a este régimen apreciablemente estricto? Convendría seguirlo durante un tiempo equivalente a la duración del tránsito, de modo que los restos de las comidas presentes en los intestinos (o en el estómago) en el momento de la salida sean lo menos voluminosos posible. Una prescripción de 36 a 48 horas es por tanto suficiente, indicándose más adelante las peculiaridades prácticas de este modelo.

Cuarta causa: El consumo de lípidos durante la comida que precede a la competición

Los lípidos piden un plazo de asimilación y de digestión en general superior al que media entre la última comida y el comienzo de las pruebas, plazo que quienes compiten y los nutricionistas fijan por lo común en tres horas. Si se consumen, aun cuando sólo sea en can-

tidad mínima (es decir, una pequeña porción de mantequilla) durante las cinco horas que preceden a la salida, los riesgos de sufrir trastornos digestivos aumentan. Las últimas comidas «clásicas» con queso rallado (si se trata de aderezar un plato de pastas alimenticias para una prueba que se disputa por la tarde o por la noche), mantequilla, crema de almendra, jamón o huevo, que todavía se recomiendan en muchos manuales, darán lugar, con toda seguridad, a reflujos gástricos, náuseas, hinchazones abdominales e incluso diarreas, ya que el tubo digestivo se encuentra privado de sangre de forma súbita en el momento de digerir las grasas. Este problema se manifiesta sobre todo antes de realizar un esfuerzo muy intenso.

Los alimentos muy ricos en proteínas, cuya ingestión estimula la liberación del jugo gástrico ácido, también deben ser evitados. Además conviene recordar que en su gran mayoría se trata de alimentos acidificantes.

Las grasas deben ser excluidas de la última comida. Las únicas proteínas aceptables son las de los cereales y productos lácteos.

Éstas pueden provenir, por ejemplo, de preparados a base de aminoácidos, semiliquidos, lo cual ofrece la ventaja de facilitar el trabajo de digestión.

Los sustitutos de comidas semiliquidas pobres en grasas reducen notablemente los riesgos de sufrir trastornos digestivos durante una carrera.

Quinta causa: Abusar de la cafeína, de la vitamina C, o de cualquier otro ergógeno poco antes de la salida

El consumo de café, acto que con frecuencia se lleva a cabo con el propósito de situarse en un estado de vigilia óptimo y estimular la movilización de grasas no sólo tiene ventajas sino también inconvenientes. Su ingestión, sobre todo por parte de quienes no son consumidores habituales o que no lo prueban en absoluto y que han comido poco por la mañana, estimula las secreciones gástricas, las cuales, como ya se ha dicho anteriormente, son muy ácidas. Tenemos entonces que un vaso de café está bien pero tres, por ejemplo, ya sabemos a qué darán lugar. Las bebidas ricas en vitamina C (zumo de naranja) o esta vitamina en estado puro producen un estímulo similar ¡pero no sirven para nada!

Antes de iniciar una prueba no se debe consumir más café que el habitual y se debe evitar la ingestión de cualquier ergógeno que, de todas maneras, llega demasiado tarde!

El té provoca un efecto menos acusado a nivel del estómago, lo cual no significa que se pueda abusar de él. Su presencia unida a una situación de estrés, puede resultar suficiente para desencadenar un «Hiroshima intestinal» y, además, su acción diurética puede hacer orinar con frecuencia antes del inicio de la prueba, con riesgo de perder una cantidad de agua que ulteriormente se revelará muy útil.

Sexta causa: La toma de antiinflamatorios antes de iniciar la prueba

Muchos de quienes participan en pruebas de larga distancia han adquirido la mala costumbre de ingerir medicamentos destinados a atenuar el dolor originado de lesiones musculares producidas por la repetición de las ondas de choque y por las contracciones excéntricas. Desgraciadamente, los preparados a base de aspirina irritan el estómago y pueden ocasionar pequeñas hemorragias digestivas, como lo prueba más tarde la presencia de sangre en las deposiciones. Evidentemente la deshidratación agrava todavía más este fenómeno.

No ingerir medicamentos analgésicos antes de una prueba para prevenir dolores musculares.

Séptima y última causa: La ingestión excesivamente tardía de la última comida

De todo lo anterior es preciso retener que conviene limitar al mínimo la cantidad de materia presente en el tubo digestivo en el momento de iniciar la prueba, por lo menos en el caso de las carreras a pie. Independientemente de los problemas de glucemia ya señalados, la ingestión de una comida excesivamente próxima a la hora de partir (menos de dos horas antes) aumenta las posibilidades de sufrir trastornos digestivos durante la carrera. La última ingestión de alimentos debe tener lugar, por consiguiente, por lo menos tres horas antes de la salida e incluso más si el calor es fuerte ya que éste provoca una reducción de la irrigación del tubo digestivo y prolonga, como consecuencia de ello, el tiempo necesario para la digestión.

En resumen

Reglas a seguir para evitar los trastornos digestivos durante el esfuerzo:

- 1.- Habituarse a beber durante los entrenamientos.
- 2.- No salir con un régimen elevado (las intensidades elevadas perturban más el funcionamiento digestivo).
- 3.- Consumir bebidas hipotónicas o isotónicas.

- 4.- Beber desde el principio del esfuerzo y a intervalos regulares.
- 5.- Diluir en mayor grado las bebidas en el caso de un calor fuerte ya que su asimilación es más difícil.
- 6.- Para los corredores a pie, limitar las salidas prolongadas (más de 2 horas), ya que generan problemas intestinales inevitables.
- 7.- Respetar un espacio de tiempo suficiente entre la última comida y el inicio de una prueba.
- 8.- Evitar la ingestión de lípidos y prótidos durante la última comida.
- 9.- Abstenerse de ingerir alimentos ricos en fibras.
- 10.- No aumentar el consumo de cafeína antes de la prueba y, en términos generales, no introducir demasiados cambios en los hábitos si éstos son buenos.
- 11.- Abstenerse de tomar ergógenos y antiinflamatorios.
- 12.- Acudir a los servicios para la eliminación de deposiciones y orina antes de una prueba.
- 13.- Esperar por lo menos una hora después de la llegada para consumir alimentos sólidos (salvo en el caso de hambre acuciante).
- 14.- Si los trastornos persisten o devienen crónicos, consultar un gastroenterólogo ya que es posible que estas molestias no guarden ninguna relación con la práctica deportiva.

Antes de una prueba

La proximidad de una competición provoca una ruptura en los entrenamientos y un aligeramiento de las cargas, en el curso de las cuales se pone el acento sobre la recuperación para poder alcanzar unas condiciones óptimas el día «D». Este afán de prepararse se pone de manifiesto mucho antes de las últimas horas que preceden a la competición. En menor grado tenemos que la alimentación anterior al inicio de la carrera también se modifica en función de esta proximidad. Sin embargo, el enfoque dietético de la prueba no consiste únicamente en definir el contenido de la última comida ingerida antes de partir. Al contrario, según sea la duración, la intensidad y la prioridad concedida a la competición, la misma englobará el conjunto de menús correspondientes a varios días antes de la fecha en que se va a iniciar.

¿Qué objetivos se asignan a esta alimentación?

- Asegurar la formación de reservas óptimas.
- Garantizar el perfecto estado del tejido muscular y preparar una buena recuperación.
- Evitar todo problema digestivo.
- Prevenir los déficits minerales y eliminar toda fatiga subsiguiente a la preparación.

Estos objetivos imponen la adopción de medidas dietéticas apropiadas, las cuales comienzan siete días antes de la prueba y se extienden hasta la fase de calentamiento.

Unas reservas de «super» siempre importantes

La consecución de unas reservas de «super» elevadas constituye un factor de éxito en los deportes de resistencia, tanto desde el más corto (semifondo) como al más largo esfuerzo (Tour de Francia, maratón, etc.). La autonomía de las reservas de glucógeno muscular corresponde, en el mejor de los casos y sin manipulación previa de la

alimentación ni reaprovisionamiento, a 1h 30 - 2h 00 de esfuerzo sostenido. La «carencia» que se manifiesta tras el agotamiento de estas reservas corresponde al famoso «muro» del maratoniano, contra el que se estrella al llegar a los 30 km. Si bien las comidas a base de pastas alimenticias de los corredores o los fondistas durante la víspera de una prueba ponen de manifiesto que estos deportistas no ignoran nada del papel que desempeñan los glucóidos en los ejercicios prolongados, su impacto tratándose de pruebas más breves, incluso del orden de los 10 km, es cuestión totalmente desconocida. Sin embargo, estas reservas de glucóidos se revelan importantes no tanto debido a que su agotamiento provocaría un bloqueo instantáneo, sino como consecuencia de la relación que existe entre la importancia de estas reservas y el flujo de utilización. Es el rellenado del depósito de «super» lo que determina la apertura del grifo. Quien quiere ir más deprisa que los demás y por ello debe abrir este grifo de carburante en grado máximo debe asegurarse de que dispone, para hacer frente a esfuerzos de este tipo, de unas reservas máximas. Al término de la prueba es aquel cuyas reservas habrán descendido más y cuya tasa de ácido láctico (testigo de la utilización elevada de azúcares) habrá subido también más pero, sin duda alguna, habrá conservado su velocidad de crucero un poco más de tiempo que sus adversarios.

Durante los esfuerzos prolongados, la importancia de las reservas de glucógeno determina el tiempo durante el cual se puede mantener un ritmo elevado. Tratándose de esfuerzos más breves, tales reservas condicionan la capacidad de consumir mucha energía a cada instante.

Disponer de reservas de glucógeno elevadas resulta, por consiguiente, de capital importancia.

¿Cómo conseguirlo?

Recordemos que los músculos no pueden almacenar indefinidamente los glucóidos. Existe un límite superior por lo que a esta capacidad respecta, siendo varios los factores que lo condicionan:

- El estado inicial de las reservas. Una fibra cuyo glucógeno se ha agotado presenta una avidez acrecentada con relación a los glucóidos y una tendencia máxima a conseguir su captación.
- El nivel de entrenamiento. Una persona que practique el deporte con regularidad dispone de enzimas musculares más aptas para reponer las reservas de «super» y puede conseguir que alcancen un «máximo» más elevado que en el caso de quien se halla poco entrenado.

• La alimentación. Un régimen rico en glucóidos, sobre todo si son suministrados en el curso de las primeras horas que siguen al descenso de las reservas, favorece su resintetización. Más todavía, si previamente se somete a la persona a un régimen pobre en azúcares, la reintroducción masiva ulterior permite llevar las reservas a límites superiores. Todo ocurre entonces como si se añadiesen 5 litros «gratuitos» al depósito. La duración de esta fase «hipoglucídica» parece ser relativamente poco determinante. De tres días (en el caso del régimen disociado) a doce horas, el efecto parece ser el mismo.

Después del agotamiento de las reservas de glucógeno con un ejercicio apropiado, un régimen rico en glucóidos precedido de una fase hipoglucídica de duración variable (12 a 72 horas) permite una reposición acrecentada de glucógeno antes de una prueba.

El régimen disociado escandinavo y sus variantes

¿Cómo proceder?

Inicialmente, los científicos escandinavos que observaron el efecto de la alternancia de las dietas (hipo y después hiperglucídica) propusieron un modelo que cubría siete días y al que se le dio el nombre de «régimen disociado escandinavo». En él, una estrecha conexión entre entrenamiento y alimentación permitía sobreponer los límites fisiológicos de almacenamiento de glucógeno. Con su aplicación se conseguía una reserva suplementaria del 10 %, lo cual constituía un elemento importante en el caso de esfuerzos prolongados del tipo maratón, contra reloj en el caso de las carreras ciclistas, etc.

Se distinguían tres etapas:

- 1) Un esfuerzo que agotaba el glucógeno durante el día 7.
- 2) Del día 7 al 4: un régimen hipoglucídico.
- 3) Del día 3 al 1: un régimen hiperglucídico.

Veamos en detalle el contenido de cada etapa:

EL AGOTAMIENTO DEL GLUCÓGENO

Siete días antes de la prueba. Para ello los nórdicos han propuesto la realización de un esfuerzo prolongado (de 1h 30 a 2h 00 de carrera o 5h 00 de bicicleta, por ejemplo) de modo que resulte consumido todo el glucógeno de los músculos. Se reconocen tres inconvenientes para este tipo de medidas:

- Una velocidad de trabajo que no siempre guarda relación con la de la competición próxima y, por consiguiente, un vaciado de las fibras que no es selectivo en todo momento.

- Unos efectos secundarios que no son despreciables, fatiga nerviosa, perturbación hormonal y «rompimiento» muscular (en el caso de la carrera a pie), perjudiciales todos ellos considerada la cuestión desde la óptica de la prueba.

- En el plano psicológico existe otro riesgo consistente en que, una semana antes del objetivo, se sufra ante la duda de poder cumplir con lo que exige una sesión de este tipo y, por consiguiente, experimentar vacilaciones en cuanto a las posibilidades de éxito siete días más tarde.

En el recuadro de página 216 a 218 podremos apreciar cuáles son las variantes de esfuerzo que cabe proponer para que un R.D.E. resulte eficaz.

LA FASE HIPOGLUCÍDICA

Difícil de poner en práctica, sobre todo durante tres días consecutivos como preconizaban inicialmente quienes concibieron el R.D.E., se conocen dos variantes igualmente eficaces y menos rigurosas:

- Una fase corta de doce horas (véase el recuadro). Pobre en glúcidos, no consiste no obstante en atiborrarse metódicamente de lípidos o de alimentos protídeo-lipídicos. Se trata de una fase de restricción temporal durante la cual se ingieren verduras, productos lácteos, carnes en general y de aves de corral, huevos, un poco de fruta (para evitar la hipoglucemia) durante una o dos comidas. Se evitan los glúcido-lipídicos tales como los flanes, las tartas y las crêpes saladas, aguacates, oleaginosos y buñuelos. ¿Por qué? Aun cuando ricos en grasas, estos productos aportan un exceso de glúcidos, lo cual vendría a anular el efecto «estimulador» de este régimen sobre las enzimas que fabrican el «super». Los glúcidos no deben proporcionar más de un 10 % de la energía.

- Una fase de régimen «mixto» de tres días de duración («mixto» significa un reparto del 15 % en protídos, 35 % en lípidos y 50 % en glúcidos). Puesta en práctica antes de una prueba corta o en el caso de deportistas muy entrenados permite también que consiga el éxito la fase «hiperglucídica» que sigue a continuación.

La ventaja de estas dos adaptaciones se basa en las posibilidades de elección alimenticia que resultan más fáciles de llevar a efecto.

LA FASE HIPERGLUCÍDICA

Dura un mínimo de 48 horas y un máximo de 72. Más corta no permite una reposición máxima de las existencias de «super». Con una duración superior a tres días provoca, a medida que los músculos alcanzan la saturación glucídica, la formación de lípidos de reserva.

Por otra parte tenemos que la velocidad de puesta en reserva del glucógeno decrece a medida que el volumen almacenado aumenta. Así, para formar unas reservas abundantes, la antevíspera de la prueba cuenta más que la víspera.

Para una prueba dominical son las aportaciones glucídicas del jueves y del viernes las que condicionan el nivel de rendimiento.

En una situación límite se comerá menos la víspera, sobre todo si se posee un natural «ansioso» sujeto a trastornos digestivos.

Durante esta fase deberá limitarse la ingestión de grasas bajo todas sus formas, y ello por dos razones:

- El apetito no permite, en general, satisfacer totalmente las necesidades en glúcidos de esta fase. Conviene, por tanto, respetar ciertas prioridades que, en este caso, supone privilegiar los azúcares. Éstos deben representar más del 70 % de la aportación energética de la jornada, contra un 15 % de los protídos e igual porcentaje de los lípidos. Si se ingiere una cantidad superior de grasas se corre el riesgo de que surja la sensación de saciedad antes de ingerir las cantidades requeridas de azúcares.

- A medida que las reservas de glucógeno se recomponen, los otros tejidos captan un mayor volumen de glúcidos (sobre todo el adiposo) y su oxidación se acentúa. Estos fenómenos dejan al margen las reservas corporales de grasas con lo que la restricción lipídica (muy fuerte) que supone viene a optimizar la fase hiperglucídica y limita la toma de «componente graso».

¿Qué alimentos han de ingerirse?

Se privilegian todos los glúcidos de índice bajo y se ingiere un poco más de lo habitual de azúcares de índice elevado pero siempre sin abusar. Es un hecho cierto que el azúcar, la miel, los productos de confitería, los helados y los zumos de fruta favorecen en grado apreciable la formación de glucógeno pero no aportan ni vitaminas, ni minerales ni oligoelementos.

Deberán mantenerse las aportaciones proteicas normales y ello procediendo a elegir fuentes poco grasas: productos lácteos descremados, aves de corral, pescado, mariscos.

La fruta y las verduras amenizarán los menús hasta la víspera, salvo en el caso de adopción del conocido como «régimen sin grandes residuos», el cual, entre los corredores a pie, los triatletas o los esquiadores previene contra eventuales problemas digestivos.

Las aportaciones hídricas y potásicas deben ser asimismo aumentadas (véanse los capítulos dedicados al agua y al potasio).

¡Atención! Desconfiemos de los alimentos lípido-glucídicos (crêpes, pasteles, bollería, pizzas, lasañas, la mayor parte de los bizcochos, el chocolate, los flanes, los helados, los brioches, los barquillos y las galletas) ya que aportan un exceso de grasas y, aun cuando ricos en azúcares, deben evitarse durante esta fase.

También deberá prescindirse de las carnes grasas, los huevos, los quesos, la charcutería, las aceitunas, las nueces y los oleaginosos y conservar únicamente, como fuente de lípidos, un mínimo de aceite vegetal.

¿Se pueden comer leguminosas? Con frecuencia se pone el acento, en el R.D.E., sobre las pastas alimenticias, el pan, el arroz o las patatas. Ahora bien, como ya hemos tenido ocasión de ver en el capítulo dedicado a los glucídicos, las leguminosas poseen un índice todavía más bajo y constituyen por ello, en teoría, una fuente de glucídicos igualmente eficaz. Por contra, al igual que ocurre con los cereales completos, contienen un elevado nivel de fibras que algunas veces resultan difíciles de digerir. Convendrá, por consiguiente, suspender su ingestión 48 horas antes de la prueba y sustituirlas por los «feculentos» tradicionales, es decir, pastas alimenticias, arroz, etc., y eventualmente optar por un «régimen sin grandes residuos» (véase el capítulo «trastornos digestivos»).

EL R.D.E. EN LA PRÁCTICA

De cuanto precede se deduce que cabe optar por un R.D.E. de este tipo:

- un esfuerzo previo el día 4 (por la mañana o al mediodía),
- una fase hipoglucídica el día 4,
- un régimen hiperglucídico desde el día 3 al 1, con un eventual «régimen sin grandes residuos» durante los dos últimos.

¿Qué esfuerzo conviene elegir? Es preciso llegar al agotamiento del glucógeno de las fibras implicadas, es decir, las de los músculos que trabajarán el día de la prueba. Si es posible, para respetar este estímulo específico, se llevará a cabo la sesión a un ritmo próximo al de la prueba real. Conviene igualmente no traumatizar este tejido ni tampoco «abusar» del influjo nervioso. Esto requiere ciertas precauciones, sobre todo en el caso de la carrera a pie. Veamos algunos ejemplos:

Maratón dominical

El miércoles:

a) Sesión «fraccionada» llevada a ritmo de competición. Si se prefiere un trabajo continuado se intentará efectuarlo sobre un sue-

lo poco agresivo (herba, tierra) o bien, si se está habituado a estas prácticas, se llevará a cabo una parte de la sesión en bicicleta. También es posible hacerlo bajo forma de recorrido en piscina. Estas variantes reducen la onda de choque y, por consiguiente, las lesiones musculares.

b) Régimen hipoglucídico hasta la noche. Hortalizas (sazonadas), ensalada, ave de corral o pescado, o derivados de soja (vegetarianos), verduras, yogur o requesón o queso y dos o tres tostadas (o galletas de arroz o pan ázimo).

El jueves:

En ayunas: Sesión corta para acabar de agotar el glucógeno. A partir de entonces, paso a un régimen rico en glucídicos.

Mañana: Fruta fresca y frutos secos - productos lácteos descremados - pan y cereales - miel, confitura, compota.

Mediodía: Hortalizas (espolvoreadas con levadura y germen de trigo) - ave de corral, croquetas, pescado o mariscos - leguminosas o farináceos - pan - producto lácteo descremado.

Merienda: Fruta, arroz o sémola con leche (*), bizcochos, alfajor (a elegir) - bebida con polímeros (**).

Noche: El mismo principio que para el mediodía.

El viernes y el sábado:

El mismo principio, salvo el abandono de las leguminosas, de las verduras crudas y de los cereales completos a partir del viernes, y disminución de las raciones el sábado.

Carrera ciclista profesional en línea

El miércoles:

Salida de larga duración (de cinco a seis horas) con algunas aceleraciones a ritmo de competición (**).

Cena: Hipoglucídica (véase anteriormente).

El jueves:

Inicio de la fase hiperglucídica hasta llegar al sábado.

(*) A ser posible sin huevo.

(**) Aseguran una formación óptima de glucógeno gracias a una aportación de glucídicos solubles que son mejor tolerados por aquellos cuyo apetito es de bajo nivel.

(***) Algunos la sitúan en el jueves y optan por una sobrecarga glucídica de 48 horas (jueves noche, viernes y sábado) sin fase restrictiva y con una o dos pequeñas salidas de una hora llevadas a cabo a ritmo progresivo.

Triatlon B o C

El miércoles:

Sesión de tres a cuatro horas de duración, combinando por lo menos dos disciplinas, para requerir la participación en grado máximo de músculos implicados en la prueba. Introducir secuencias a ritmo de competición.

Merienda: Hipoglucídica. Productos lácteos, avellanas, almendras, verduras.

Cena: Hipoglucídica. Ensalada - pescado o ave de corral (derivados de soja para los vegetarianos) - verduras - productos lácteos - oleaginosos.

El jueves:

Carrera en ayunas, después igual programa que para la maratón.

Triatlon A

Reducir la duración de la sesión del miércoles si se trata de una salida «mixta» o bien limitarse a un recorrido en bicicleta (de tres a cuatro horas). A continuación, el programa a aplicar es el mismo.

Carrera de esquí de fondo

El miércoles:

Salida de larga duración (de tres a cuatro horas) con series realizadas a ritmo de competición.

Merienda y cena: Hipoglucídicas.

El jueves:

Desayuno frugal: fruta - productos lácteos - dos o tres tostadas con mantequilla, almendras, avellanas.

Salida matinal de dos horas.

Después, a partir del mediodía, régimen hiperglucídico hasta el sábado.

¿Es preciso recurrir siempre a este régimen?

¿Se debe adoptar una alimentación hiperglucídica tres días antes de una prueba de semifondo o de corta duración o bien cabe contentarse con una alimentación normal? Hemos visto que es preciso procurar disponer de reservas elevadas de glucógeno. Sin embargo, adoptar de un modo integral este programa dietético es algo que se

demuestra superfluo. Limitándose a la fase hiperglucídica, las reservas de super alcanzan un nivel suficiente para esperar un grado de rendimiento óptimo. Cabe, por consiguiente, abstenerse de aplicar el breve período hipoglucídico y contentarse con una consecución máxima de glucídicos durante un período de 48 a 72 horas. La moderación respecto a los lípidos y de alimentos ricos en residuos se aplicará de igual modo que en el R.D.E. Por otra parte cabe señalar que esta forma de alimentación, francamente alcalina, favorece el conseguir unos buenos niveles de rendimiento en distancias cortas (véase el capítulo «acidez»).

Incluso para competiciones de corta duración, la adopción de un régimen hiperglucídico constituye un «plus».

La última comida y la ración de espera

Los consejos que preceden conciernen a los menús que se extienden hasta la víspera de la prueba que, como acostumbra a ser frecuente en los deportes en cuestión, tendrá lugar por la mañana. Queda por indicar el caso de la última comida antes de la prueba. Dicha comida debe, a un mismo tiempo:

- Evitar la hipoglucemias y, por tanto, aportar unos glucídicos que estimulen poco la secreción de insulina para reponer el glucógeno hepático. Recordemos que una noche de ayuno reduce el nivel a la mitad.
- Prevenir todo problema de orden digestivo durante la carrera.
- Eventualmente proporcionar aminoácidos que vendrán a proteger el «rompimiento» muscular.

La prevención de todo problema de orden digestivo impone ciertas condiciones imperativas. Deben excluirse los lípidos y las fibras en la última comida y, por otra parte, respetar un plazo suficiente entre dicha comida y el inicio de la prueba. Este plazo, considerado correcto si su duración es de tres horas, puede ser prolongado en el caso de personas ansiosas o también reducido a 2h 30 o incluso 2h 15 antes de unos esfuerzos dilatados, con inicio a primera hora de la mañana, y respecto a los cuales la intensidad inicial se mantendrá poco elevada. El ejemplo tipo de esta situación lo tenemos en una etapa larga del Tour de Francia que se desarrolla sobre terreno llano. Evidentemente no se puede imponer a los corredores el que se levanten a las 5h 00 de la mañana para que ingieran una comida copiosa si se tiene en cuenta que durante las dos primeras horas se rodará a 30 km/h y ello permitirá hacer la digestión con toda

tranquilidad. Además, la ausencia de ondas de choque en diversas disciplinas como el ciclismo, el esquí de fondo y el patinaje, permite lanzarse estando en fase final de la digestión, lo cual no permite en modo alguno la carrera a pie... hasta llegar al maratón por lo menos.

En cambio, la elección de un plazo reducido se revela nefasto ya que, por una parte, favorece la aparición de trastornos digestivos y, por otra, conduce a perturbaciones de la glucemia que son perjudiciales cuando se trata de esfuerzos dilatados en el tiempo (véase el capítulo «glúcidos»).

¿Qué es lo que cabe decir de un plazo prolongado? Esperar más de cinco horas entre la última comida y el momento de la partida puede, algunas veces, resultar necesario, por ejemplo cuando se trata de pruebas que tienen lugar por la tarde o por la noche, o bien con motivo de competiciones que incluyen una serie de pruebas. En estas situaciones, el desayuno adquiere gran importancia así como la ración de espera. Pero, de un modo general, cabe señalar que una espera prolongada (más de cinco horas) o evidentemente una partida en ayunas afectan las posibilidades del nivel de rendimiento.

De un modo general tenemos que un plazo de tres a cinco horas entre la última comida y el inicio de la competición constituye la solución más lógica.

Estas consideraciones sirven de guía para la composición de la última comida:

- O bien se tratará de un sustituto de comida semilíquido (hábito muy en boga en el ámbito del atletismo), compuesto de fructosa, aminoácidos y eventualmente glucidos complejos.

- O bien se optará por una comida más «clásica» que incluirá un producto lácteo descremado, un farináceo y un azúcar simple. En el recuadro de la página siguiente cabe encontrar algunas ideas sobre menús.

Entre esta última comida y el momento de la salida, las personas que sufren ansiedad o temen tener hambre pueden adoptar la «ración de espera», bebida a base de fructosa que no perturba la glucemia y que deberá ingerirse cada veinte minutos aproximadamente. Por contra, antes de un esfuerzo breve y de intensidad máxima, la toma de glucosa es cuestión que cabe considerar al no constituir un problema la elevación del nivel de insulínemia.

IDEAS DE ÚLTIMA COMIDA

Clásica: Yogur desnatado - corn flakes o müesli sin oleaginosas, o copos de cereales - pan de miga o tostadas y miel o confitura.

Con tenedor: Arroz o pastas alimenticias y ketchup (producto azucarado), yogur y confitura.

Sustitutivo de comida: Preparado semilíquido a base de fructosa, de aminoácidos y eventualmente otros glucidos. Existen varias marcas comerciales con un índice glucémico débil. Este sistema de alimentación conviene particularmente antes de un esfuerzo muy intenso (contra reloj, cross, semimarató, etc.).

La ingestión de cafeína puede ser objeto de consideración pero los efectos se presentan, sin embargo, discutibles (véase el capítulo «ergógenos»).

Una masa muscular intacta

El comienzo de la última semana antes de una competición sigue con frecuencia a un intenso programa de entrenamiento, a menudo interrumpido por pruebas menores o de preparación, y es habitual el que debido a ello el atleta aborde estos últimos días con una proporción no despreciable de fibras musculares lesionadas. Además, muchas otras se encuentran debilitadas y corren el riesgo de experimentar un «rompimiento» durante la prueba, por lo menos en disciplinas tales como la carrera a pie o el triatlón. Se ha constatado que la ingestión cotidiana de un suplemento de aminoácidos ramificados durante la semana (o incluso las dos semanas) que precede a la prueba, limita la amplitud de los daños. Cabe por consiguiente preconizar, como complemento del régimen hiperglucídico, la ingestión de estos nutrientes. Con ello ya se prepara la «recuperación».

Regeneración

La competición necesita gozar de un frescor físico y psíquico que la última semana de entrenamiento aligerado no siempre permite encontrar. La adopción de una alimentación hiperglucídica (y por tanto alcalinizante, rica en minerales, oligoelementos y vitaminas) mejora notablemente la recuperación de los deportistas. De todos modos cabe preconizar la toma de cafeína o de eleuterococo para combatir la astenia psíquica manifestada en determinadas circunstancias por algunos deportistas profesionales sometidos a calendarios demenciales. Pero, y ello hay que recordarlo, no se trata más que de elementos coadyuvantes dentro del marco de las medidas esenciales: el descanso, la hidratación y el régimen hiperglucídico.

La alimentación durante el esfuerzo

La realización de un esfuerzo físico perturba el equilibrio fisiológico y ello debido a que ocasiona una hipertermia, una deshidratación, una fuerte elevación del consumo de energía y asimismo expone a un riesgo de hipoglucemia y además a pérdidas minerales exageradas. Esto justifica, en el caso de ejercicios de larga duración (treinta minutos y más), la ingestión de un reavituallamiento. Ahora bien, durante una actividad física el tubo digestivo se convierte en sede de perturbaciones que alteran el buen desarrollo de los procesos de asimilación. Tal circunstancia se traduce entonces en unas obligaciones y en unas reglas alimenticias muy precisas y concretas.

LOS OBJETIVOS DEL REAVITUALLAMIENTO

La ingestión de líquidos o de sólidos durante el esfuerzo debe responder a varios objetivos:

- rehidratar,
- prevenir la hipoglucemia,
- retardar la disminución del nivel de glucógeno,
- evitar el descenso de las tasas sanguíneas de aminoácidos ramificados,
- impedir la hiponatremia.

El aporte de bebidas energéticas sodadas permite, en general, satisfacer estas diferentes necesidades y, si se hace uso de las mismas de un modo correcto, no provocan ningún trastorno digestivo. No ocurre lo mismo con los sólidos ya que, para todo esfuerzo llevado a cabo a un límite superior al 80 % del VO_2 max, ven su asimilación perturbada en grado muy elevado. Recordemos, con relación a este punto, que la irrigación del tubo digestivo desciende fuertemente cuando se realizan ejercicios sostenidos e intensos, fenómeno éste que se ve agravado por la deshidratación progresiva que se instaura cuando concurren estas condiciones. Para determinados deportes y

cada vez que la intensidad es elevada se debe evitar la ingestión de sólidos.

La ingestión de bebidas energéticas permite un reavituallamiento correcto sin trastornos digestivos, mientras que la de sólidos queda limitada a determinadas situaciones.

PREVENIR LA HIPOGLUCEMIA

Mencionemos en primer lugar que el riesgo de que se presente la hipoglucemia durante el esfuerzo varía apreciablemente según las personas y las condiciones concurrentes. Así nos encontramos con deportistas que son capaces de preservar muy bien su equilibrio en ausencia de toda aportación glucídica y también con otros que de modo contrario se encuentran, transcurridos más de sesenta minutos de esfuerzo, en la necesidad imperativa de recurrir a dicha aportación. En general, al cabo de noventa minutos de ejercicio, el ritmo de consumo de los glucidos no se puede mantener a su nivel inicial (dicho de otro modo, al grifo le resulta imposible seguir con la misma abertura) a menos que se proporcione un complemento de hidratos de carbono.

Por otra parte tenemos que el equilibrio glucémico no constituye el único objetivo de las bebidas glucídicas y por ello conviene recordar que la aportación de glucidos solubles y de sodio (principales componentes de los preparados conocidos como «del esfuerzo») favorece la absorción de agua. Por consiguiente, la ingestión de estas bebidas durante la realización de ejercicios prolongados debería constituir un hábito sistemático.

Otro extremo a considerar es el de que estas bebidas pueden retardar el agotamiento del glucógeno al proporcionar un carburante de apoyo complementario. Este papel puede revelarse esencial en determinadas condiciones del ejercicio.

En efecto, según sea la situación, son las necesidades de agua o de glucidos las que dominan. En el primer caso (ejercicio realizado bajo una temperatura externa elevada) deberá procurarse diluir un poco más las bebidas. En el segundo (esfuerzo intenso con una temperatura fría, competición de larga duración) es el aspecto energético el que prevalecerá.

¿En qué condiciones se produce el agotamiento del glucógeno? De hecho, cabe observarlo en contextos muy diferentes.

Ejemplo

Consideremos el caso de una persona que haya seguido un R.D.E. antes de una maratón de esquí de fondo. Dispone de una reserva de 600 g de glucógeno y cubre los 42 km en dos horas. Se estima que

el consumo ocasionado ha sido de 2.400 kcal, cifra que aun siendo aproximativa no introduce cambio alguno en el razonamiento que sigue a continuación. En estas condiciones, alrededor de un 70 % de la energía, o sea 1.680 kcal, proviene de la combustión de 420 g de glucidos. Gracias al régimen hiperglucídico, el esquiador no se ha «estrellado» contra el muro, aun en el caso de que la tasa de glucógeno muscular sea muy débil a la llegada, apenas 10 g/kg.

Tomemos ahora como ejemplo el de un corredor de 70 kg que participa en una prueba pedestre de 100 km que culmina en diez horas. Sin una aportación externa de glucidos, le es imposible cubrir esta distancia ya que sus reservas de glucógeno se agotarían al cabo de siete horas y ello a pesar de ser su velocidad mucho más reducida que la mantenida en una maratón por los mejores.

Se aprecia, por consiguiente, la necesidad de proporcionar glucidos y ello tanto para evitar la hipoglucemia como para retardar el agotamiento del glucógeno.

Volvamos ahora al caso del esquiador. Si ingiere 60 g de glucidos por hora y no modifica su cadencia, podrá mantenerla durante más tiempo ya que $60 \times 2 = 120$ g de glucidos externos vendrán a sustituir las moléculas de glucosa aportadas por el glucógeno.

Otra ventaja de esta ingestión la tenemos en que la presencia de glucidos en la sangre y las células retarda el que se desencadene la neoglucogénesis, proceso que significa que se fabrica glucosa por parte de las células a partir de aminoácidos. Provoca, sobre todo, el descenso acusado de la tasa de «ramificados», situación conocida por sus consecuencias nefastas, tanto para el tejido muscular como para el sistema inmunitario y todas las proteínas sanguíneas.

Gracias a esta ingestión de glucidos cabe limitar el catabolismo proteico y, por tanto, la amplitud de los daños a nivel muscular que se constatan en el momento de la llegada.

La toma de glucidos durante la prueba, completa la ingestión de aminoácidos ramificados efectuada antes de partir ya que estas dos medidas limitan el catabolismo proteico surgido durante el esfuerzo.

Inversamente tenemos que cuando las reservas de glucógeno hepático se agotan prematuramente, la contribución de los aminoácidos se eleva sensiblemente para representar, como ya hemos tenido ocasión de ver, cerca del 10 % de la energía liberada.

¿Qué cantidad de glucidos precisa aportar? Sean cuales fueren los contenidos elegidos y las modalidades de ingestión a aplicar, se constata que la oxidación de los glucidos por las células alcanza como máximo 60 g/hora y aun así es necesario que se trate de mezclas, por ejemplo glucosa (o polímeros) + fructosa. Por tanto no sirve

para nada intentar suministrar una cantidad netamente superior, si bien tal medida podría permitir, en el caso de esfuerzos cuya duración sea de más de cinco horas, una resíntesis (limitada) de glucógeno en determinadas fibras, posibilidad ésta que es objeto de gran debate actualmente.

El contenido de la bebida ingerida depende de las necesidades de agua. En el caso de ejercicios de larga duración se elegirá una concentración³¹ tal que el volumen introducido permita consumir los glúcidos requeridos.

Ejemplo

En el caso de un ejercicio realizado en un ambiente frío, en el que las necesidades de agua no excedan de medio litro/hora y en que el volumen bebido sea inferior, se optará por una solución isotónica de 120 g/litro. Pese a las débiles cantidades ingeridas se conseguirá proporcionar con ello un complemento de glúcidos.

Si se trata de una competición disputada en un ambiente caluroso, se recurrirá a una bebida de 60-80 g/litro, asegurándose de tomar más de medio litro por hora. De este modo se limitará la amplitud del déficit de agua, absorbiendo al mismo tiempo la cantidad suficiente de glúcidos para que constituyan un factor de apoyo. En el caso contrario, la deshidratación a que daría lugar obstaculizaría el desarrollo de los procesos digestivos y la ingestión de esta bebida podría traer como consecuencia la aparición de trastornos intestinales o gástricos.

¿Y LOS SÓLIDOS?

En fin, en el caso de pruebas de larga duración en las que no existe onda de choque (ciclismo) ni problema práctico que dificulte el reavituallamiento (en el esquí de fondo el coger un vaso al vuelo mientras uno se desliza se presenta con frecuencia como algo difícil) se altermarán las bebidas concentradas, el agua y eventualmente los sólidos. En los otros casos, la ingestión de sólidos resulta desaconsejable. Veamos en qué su ingestión puede, sobre todo en las carreras a pie, perturbar el funcionamiento de la digestión.

Entre los atletas, la existencia muchas veces indicada en este libro de una onda de choque hace que sea algo problemática la ingestión de sólidos. Su presencia cabe compararla con la de varios guijarros en el interior de un globo hinchable que es sometido a movimientos

³¹ La concentración puede variar independientemente de la osmolaridad, gracias al empleo de soluciones de polímeros de glucosa (véase el capítulo «glúcidos»). Nosotros recomendamos sistemáticamente la ingestión de productos «hipo» o «isotónicos» (véase el capítulo sobre el agua).

verticales y de vaivén. Las partículas chocan contra las paredes pero escapan a la acción de los jugos gástricos. Además tenemos que la frecuente deshidratación de estos deportistas, la cual provoca una caída acusada en la irrigación de los intestinos, agrava la digestión. Si además se trata de esfuerzos sostenidos o llevados a cabo en un ambiente frío (situaciones en las que una fracción suplementaria de sangre se le escapa al tubo digestivo), la ingestión de sólidos resultará totalmente nefasta, sobre todo si se trata de alimentos ricos en lípidos (chocolate, crema de almendras, bollería chocolateada) o difíciles de masticar y por ello sólo reducidos a trozos algo grandes (bizcochos, alfajores). Añadamos a todo lo indicado que el período de tiempo que media entre su paso a la sangre y su ingestión requiere entre dos y cinco horas, y algunas veces incluso más para los alimentos ricos en lípidos, lo cual reduce considerablemente su interés. Entonces ¿quién puede consumir sólidos durante el esfuerzo?

Aun cuando la parte de sólidos tienda a restringirse con el paso de los años (para no incluir más que pasteles, palotes de cereales, pasteles de arroz sin huevo, bizcochos secos, pan, alfajores y fruta fresca o seca), los ciclistas siguen ingiriéndolos. Esto se justifica por diversos motivos:

- No existe onda de choque y la compresión de las vísceras es escasa.
- Hay momentos de calma (de menor intensidad) respetados con frecuencia por el pelotón y que permiten engullir estos alimentos.
- Las cantidades ingeridas se mantienen a un nivel reducido y los líquidos en cambio constituyen el elemento esencial de las aportaciones durante la carrera.
- La duración de las pruebas hace que los alimentos ingeridos en ruta puedan ser utilizados durante la carrera.

Cada vez con mayor frecuencia cabe observar que los corredores recurren a sustitutivos de la comida, a productos lácteos o a cremas de cereales, preparados semiliquidos, de reducido volumen, más fáciles de ingerir y de digerir y cuya composición está más adaptada a su esfuerzo. Esta evolución, vista la elevación continuada de las medias horarias de las pruebas, posiblemente acabará confirmándose en el curso de los próximos años. El bocadillo de pollo campestre quedará relegado a ser un recuerdo folclórico propio de otra época.

Si no existe una onda de choque excesivamente fuerte, si el esfuerzo es suficientemente prolongado (y por tanto menos intenso) y si el consumo energético es tal que necesita una aportación de soporte, cabe considerar la conveniencia de un reavituallamiento sólido pero sin que el mismo sea indispensable.

La ingestión de sólidos puede entrar en consideración en determinadas situaciones pero sobre todo fuera del marco de las competiciones. Salvo en ciclismo, en particular en las carreras por etapas, cabe prescindir de ellos en las competiciones.

¿En qué casos cabe todavía ingerir sólidos? Puede hacerse en el esquí de fondo de larga distancia (maratón y más allá), el triatlón B, C y más allá, la natación y las pruebas pedestres de gran fondo, el cicloturismo, el trekking, la marcha o las grandes caminatas³² y ciertamente en toda actividad de ocio en la que se puede interrumpir el esfuerzo y detenerse para permitir que culmine la digestión. Ahora bien, tratándose de una competición, los líquidos y los semilíquidos se imponen cada vez más hasta convertirse en regla. Los avances conseguidos en este ámbito y el deseo creciente de los deportistas para conseguir una práctica agradable, sin trastornos digestivos de ninguna clase, permiten esta evolución ¡que en nada reduce el placer de una buena comida después de la carrera!

12

La ración de recuperación

Al acabar una prueba, el conjunto de nuestro organismo se encuentra hasta tal punto desequilibrado que es preciso adoptar, durante una o varias comidas (según las circunstancias), un sistema de alimentación particular al que se da el nombre de «ración de recuperación». Con ella se consigue la ayuda necesaria para hacer frente a diversas perturbaciones, subsiguientes a la realización de un esfuerzo físico intenso o prolongado. ¿Cuáles son?

- Un estado de deshidratación más o menos pronunciado pero sistemático. Su gravedad depende de la intensidad y de la duración del esfuerzo, de la cantidad de bebida ingerida durante el mismo y de las condiciones climáticas el día de la prueba (véase el capítulo dedicado al agua). Una compensación rápida del déficit hídrico se impone ya que si éste se instaura de un modo duradero cabe que a la larga se traduzca en problemas tendinosos y renales.

La rehidratación constituye el primer objetivo de la ración de recuperación.

Asimismo permite drenar una parte de los desperdicios formados durante el esfuerzo y, si se eligen bien los fluidos ingeridos, combatir la acidosis subsiguiente al ejercicio.

- Un catabolismo proteico acentuado, superior a los procesos de síntesis (anabolismo), el cual presenta una amplitud menor si se han ingerido aminoácidos ramificados antes del esfuerzo. En efecto, éstos poseen una acción protectora ya tratada en el capítulo «proteínas». Esta preponderancia de los fenómenos destructores se explica por la caída de la tasa de hormonas andrógenas, tales como la testosterona, y la elevación de las de otra categoría, los corticoides, que estimulan la movilización de los aminoácidos. Cabe añadir, como hecho cierto, que este trastorno hormonal viene acompañado de una degradación de determinadas fibras y de una

³² En pruebas tales como la Paris-Colmar o claramente con motivo de competiciones de marcha de 50 km y menos, los participantes se encuentran sometidos a unos apremios fisiológicos tales y a un grado de competitividad tan elevado que en este ámbito y a alto nivel los sólidos se abandonan cada vez más.

acumulación de desperdicios provenientes de la parte nitrogenada de los aminoácidos.

• Estos desperdicios se unen a otros, resultado subsiguiente del «estrés» metabólico de la competición. Se produce, por consiguiente, un «atasco» u obstrucción en nuestro organismo, situación esta que ha incitado a buen número de especialistas a preconizar una restricción proteica durante la fase de recuperación. Más adelante veremos que este dogma necesita ser objeto de una reconsideración.

• El carácter ácido de la mayoría de estos desperdicios, a los que algunas veces se da el nombre de «toxinas» debido a su impacto nefasto, necesita una compensación alcalina, la cual se revelará más importante cuando tengan lugar esfuerzos breves y violentos que después de competiciones de larga duración para las cuales la débil contribución de los procesos anaerobios no provoca una acidificación tan acusada.

El segundo papel de la ración de recuperación consiste en eliminar los desperdicios y combatir la acidez vinculada al esfuerzo.

• Se observan pérdidas minerales durante el esfuerzo y, en el caso de determinados nutrientes, se producen sobre todo después de haber cesado el mismo, como así ocurre para el potasio y el cromo. Si no se compensan con rapidez tales pérdidas se corre el riesgo de favorecer, tras la repetición de esfuerzos intensos, la aparición de una carencia. En todos los casos, si no se restablece lo más pronto posible el equilibrio mineral, la recuperación queda afectada y precisa de un periodo de tiempo superior.

• Las reservas de glucógeno en el tejido muscular y también en el hígado se ven claramente reducidas. Durante las seis horas siguientes a la prueba, la enzima clave del proceso manifiesta una avidez acrecentada respecto a los glúcidos. Esta reposición se ve, por tanto, particularmente favorecida. Si se realiza una prueba por etapas o bien se participa en varias competiciones dentro de un plazo más bien breve, este rellenado del depósito de «super» se convierte en algo prioritario.

• La acidificación del organismo y la descarga de adrenalina que acompañan a los esfuerzos intensos bloquean el apetito, algunas veces durante varias horas después de la llegada. Además tenemos que el tubo digestivo, imperfectamente irrigado durante la competición (de duración variable) y en el inicio de la fase de recuperación, no puede recibir y tratar correctamente una mezcla de alimentos demasiado compleja ni excesivamente copiosa. Esto determinará asimismo las modalidades de realimentación y el espacio de tiempo que separa el final de la carrera y la primera comida sólida tomada a continuación.

De hecho, los objetivos de la ración de recuperación requieren la adopción de ciertas medidas que se entremezclan, pudiendo cada una de ellas influir sobre varias de estas perturbaciones como vamos a ver a continuación.

LA ELECCIÓN DE LOS LÍQUIDOS

Las bebidas con gas y bicarbonatadas realizan una aportación alcalina inmediata, lo cual neutraliza una parte del ácido acumulado en los tejidos. Sin embargo, por eficaz que sea, esta medida no es suficiente para asegurar una buena rehidratación y por ello resulta necesaria la aportación de un poco de sodio y de glucosa en la bebida para acelerar la entrada de agua en las células. Esta glucosa servirá además para restaurar las reservas de glucógeno muscular mientras que la fructosa se destina a las del hígado, al cual recarga de modo específico.

¿Cabe considerar la toma de una bebida diurética después de la prueba, como la cerveza o el té?

Es un hecho cierto que la ingestión de tales productos acelerará la eliminación de una parte de estos desperdicios a través de la orina. No obstante, este efecto ventajoso plantea una pregunta. Recorremos que al término de una competición el deportista se encuentra, en general, deshidratado. Si consume un líquido diurético antes de haber restaurado de un modo total sus reservas hídricas ¿no corre el riesgo de agravar este déficit? El problema queda planteado ya que, en el caso de una carencia de agua, el organismo pone en marcha una serie de respuestas hormonales orientadas a conservar el agua corporal. Estas adaptaciones persisten al cesar el esfuerzo, de modo que el efecto diurético se manifestará más tarde y, sin duda alguna, cuando las reservas hídricas ya habrán sido restauradas. La eliminación urinaria que se producirá entonces favorecerá la «destoxicificación» sin alterar en grado excesivo el capital hídrico del deportista. Sea como fuere, si la deshidratación corresponde a un porcentaje elevado del peso corporal (más de un 2 %), es mejor tener un poco de paciencia antes de beber una cerveza o un té.

Cuando el sudor nos ha hecho perder más de un 2 % de nuestro peso, no se debe ingerir de inmediato una bebida diurética.

¿Cuándo se debe comenzar a beber? Esta aportación de líquido se efectuará lo más pronto posible y podrá durar hasta el momento de la comida e incluso proseguir después de ella en el caso de pruebas por etapas que ocasionen un consumo energético elevado. En tal caso, esta medida especial busca asegurarse unas reservas suficientes de glucógeno, lo cual una única comida, aun siendo copiosa, no puede

conseguir. Pero, en general, cabe interrumpir esta toma de bebidas energéticas después de la comida, y si tras ésta concurre una sed tenaz deberá mitigarse con agua.

Una solución que comprenda una mezcla de glucosa y de fructosa, y ligeramente sodada, permitirá rehidratar las células y reponer una parte del glucógeno hasta llegar al momento de la comida.

Una aportación de potasio puede entonces ser útil. Deberá procurarse que los primeros sólidos ingeridos, entre treinta y sesenta minutos después de la llegada, provengan de buenas fuentes y que al mismo tiempo se trate de alimentos alcalinizantes y ricos en glúcidos. Los frutos secos y los plátanos, por ejemplo, constituirán una elección excelente.

Estas primeras medidas previas a la cena, bebida bicarbonatada, bebida glucídica y tras ello alimentos sólidos ricos en potasio, responderán ya de por sí a la mayoría de los imperativos de la ración de recuperación. Queda solamente indicar las destrucciones de proteínas, cuestión ésta que se vincula, en parte, a la de los desperdicios que deben eliminarse y a la de la alcalinización.

¿SE IMPONE LA RESTRICCIÓN PROTEICA?

Se ha hecho mención de que durante el ejercicio, determinados fenómenos hormonales y metabólicos desencadenaban un catabolismo acrecentado de aminoácidos, los cuales, es cierto, no contribuyen más que de manera modesta al suministro de energía (de 2 a 10 % según las condiciones de nutrición, observándose la proporción más elevada en el caso de reservas insuficientes de glucógeno). Los aminoácidos ramificados tomados de la reserva común son utilizados por el tejido muscular y, por consiguiente, desviados de los procesos de síntesis. Aparte de ello tenemos que otros aminoácidos, en el caso de un agotamiento del glucógeno, sirven para formar nuevas moléculas de glucosa. En tales circunstancias es la parte carbonada la que es utilizada, pasando a constituir un desperdicio el segmento nitrogenado. Con ello se explica que la presencia de estas «toxinas» se incremente con motivo de esfuerzos prolongados o intensos.

Durante mucho tiempo se ha establecido un paralelismo entre esta observación y la que se lleva a cabo en el laboratorio cuando se aporta un excedente de proteínas a personas que se hallan en estado de reposo. En esta situación, en que la cantidad de prótidos suministrados supera a las necesidades, el excedente que no entra en las síntesis es utilizado para fines energéticos. Las partes nitrogenadas de los aminoácidos así consumidos se acumulan, lo cual provoca, tam-

bién en este caso, una elevación del nivel de desperdicios en el organismo. Por esta razón se dice de las raciones excesivamente ricas en proteínas que dejan desperdicios nitrogenados en nuestros tejidos.

¿Cuál es la situación de nuestro organismo después de una competición? Los procesos de degradación de las proteínas prevalecen sobre los de síntesis. Se habla entonces de equilibrio nitrogenado negativo, lo cual ocasiona una necesidad acrecentada de aminoácidos. De acuerdo con toda lógica sería preciso aportarlos en mayor cantidad en el período de recuperación. Sin embargo, el momento posterior a una carrera se caracteriza también por una presencia muy elevada de desperdicios nitrogenados. Por ello, debido a que las raciones ricas en proteínas contribuyen asimismo a la formación de «toxinas», se ha venido creyendo durante mucho tiempo que era preciso diferir la aportación de prótidos después de las carreras, ya que de no hacerlo así, el atasco sería todavía mayor en nuestros tejidos. Este razonamiento es falso. La acumulación de desperdicios con una ración cuyo contenido en prótidos es elevado, sólo se produce si las cantidades suministradas exceden a las requeridas para las síntesis y éste no es el caso después de un ejercicio. De hecho, para integrar nuevas proteínas, los aminoácidos no se dividen en dos partes sino que por el contrario conservan su integridad. Por consiguiente, una aportación acrecentada de aminoácidos en fase de recuperación no elevará la tasa de desperdicios dado que no serán destruidos sino que servirán para nuevas síntesis.

INTERÉS DE LOS AMINOÁCIDOS RAMIFICADOS EN LA RECUPERACIÓN

Los aminoácidos ramificados son fuertemente captados y utilizados por el tejido muscular durante una prueba deportiva, de modo que sus tasas sanguínea y tisular descienden en grado acusado. Ya hemos visto las consecuencias de esta disminución:

- degradación acrecentada de las proteínas,
- síntesis proteicas reducidas,
- déficit transitorio del sistema inmunitario,
- formación acrecentada de desperdicios acidificantes.

La toma de una mezcla de aminoácidos antes de la competición puede limitar la amplitud de estos fenómenos, al igual que la de bebidas glucídicas durante la misma, ya que su ingestión retrasa el momento en que los músculos comienzan a nutrirse con estos aminoácidos.

Sin embargo, la toma de ramificados durante la fase de recuperación, por ejemplo en el curso de la primera comida siguiente, optimiza sus efectos.

¿Dónde encontrarlos? Ya hemos visto que ninguno de los alimentos corrientes los aporta en la cantidad requerida pero existen preparados especiales, constituidos por una mezcla de ellos en proporciones adecuadas, bajo forma soluble o de gélulas. Según sea la opción elegida, se consumirán estos elementos o bien durante las comidas (gélulas) o bien entre éstas y la hora de acostarse (soluciones) pero siempre por la noche.

¿Por qué deben ingerirse preferentemente en dicho momento? Cuando se duerme, la hormona del crecimiento, que estimula las reparaciones tisulares, aumenta su secreción. La ingestión de ramificados poco antes de que se produzca este «pico», es decir antes de acostarse, reforzará este efecto reparador.

El menor número de lesiones que derivan de su administración viene acompañado a su vez de un contenido más reducido de desperdicios en la sangre y, sobre todo, de unos dolores mucho menos intensos a nivel de las piernas. Así tenemos que existe una dosificación sanguínea, la de las CPK (*), que mide la importancia de estas lesiones y muestra un estrecho vínculo con este dolor. Si se ingieren estos aminoácidos, este parámetro sanguíneo se mantiene débil después de la carrera, lo cual constituye un testimonio de la mejor preservación del músculo.

(*) Las letras «CPK» designan, en forma abreviada a la creatina fosfoquinasa, una enzima localizada en la superficie de la fibra muscular. Cuando ésta es lesionada, la enzima pasa a la sangre donde puede medirse. Simultáneamente tenemos que la destrucción celular provocará una serie de fenómenos acompañados de una sensación dolorosa que culminará entre 48 y 72 horas después del esfuerzo.

¿Se puede aportar cualquier alimento protídico? La carne posee, por propia naturaleza, un carácter ácido. Su ingestión inmediatamente después de la finalización de una prueba podría, por tanto, acentuar la acidez de los tejidos, lo cual se considera nefasto. Se procurará, por consiguiente, privilegiar las fuentes de proteínas alcalinas: productos lácteos, leguminosas, soja, pastas alimenticias integrales y arroz integral. Se esperarán doce horas para volver a comer productos de origen animal.

Una aportación de aminoácidos se impone durante la fase de recuperación. Se elegirán alimentos alcalinizantes, como los productos lácteos o las proteínas vegetales, y en caso de necesidad se aportará un complemento de aminoácidos ramificados.

¿Se aplica siempre este consejo en el caso de pruebas por etapas? Los ciclistas del Tour de Francia comen carne de todo tipo o pesca-

do todas las noches. Este proceder, que contradice todo cuanto hemos escrito anteriormente, es resultado de un compromiso: ¿cabe prescindir durante tres semanas seguidas de alimentos que constituyen muy buenas fuentes de hierro y de cinc? Un buen equilibrio alimenticio necesita la ingestión de fuentes de proteínas de calidad y a este respecto conviene señalar que las carnes animales ocupan un lugar preponderante, aun teniendo en cuenta que los vegetarianos consiguen privarse de ellas.

Por otra parte tenemos que al pasar los atletas a manos de cuidadores a partir del instante en que han franqueado la línea de llegada, su perfecto respeto de las reglas de hidratación y alcalinización, los masajes y ayudas diversas que se les presta, mejoran y aceleran su recuperación, lo cual les permite consumir productos cárnicos por la noche del mismo día. En fin, muchos de ellos reciben un complemento de aminoácidos ramificados que influyen notablemente sobre el equilibrio proteico (véase el recuadro).

Sin embargo, es preciso que eviten las carnes excesivamente grasas o las raciones demasiado copiosas. Unas porciones que vayan de 100 a 140 g son suficientes y el engullir dos enormes filetes como algunos hacen todavía, resulta ciertamente nefasto.

¿CÓMO DEBE SER LA COMPOSICIÓN DE LA PRIMERA COMIDA DESPUÉS DE LA CARRERA?

Se comerá sin excesos y respetando el apetito, el cual a menudo disminuye después de una prueba. En cambio, tratándose de carreras por etapas, en las que la reposición de las reservas de glucógeno adquiere carácter prioritario, convendrá esforzarse en ingerir más glucidos o bien en completar la comida con una bebida energética a base de polímeros, la cual acelerará el llenado del depósito de «súper».

Durante la noche que sigue a una prueba única o durante carreras por etapas que no excedan de tres días deberán comerse verduras y fruta fresca, sobre todo si se ha adoptado un régimen «sin grandes residuos» antes de la prueba, y también se pondrá el acento en los alimentos farináceos. Otras proteínas provendrán de las leguminosas o de la soja. En fin, los productos lácteos y los azucarados completarán el menú.

No se olvidarán los complementos nutricionales ricos en vitaminas y minerales, es decir, la levadura de cerveza y el germen de trigo. De hecho, el esfuerzo de la competición genera muchos radicales libres y estos dos productos aportan un nivel elevado de antioxidantes. Y si por razones desconocidas surgiera un fuerte deseo de consumir alimentos lipídicos (charcutería, carne grasa), deseo que se acentúe después de un esfuerzo prolongado (100 km pedestres, triatlón, raid

de montaña), convendrá guardarse muy bien de todo abuso en esta primera comida ya que los procesos digestivos todavía no se encuentran de nuevo en un estado totalmente operativo. Es evidente que inmersos en el ambiente de los entusiastas banquetes que tienen lugar después de las carreras, se transgreden ciertamente estas reglas pero tampoco hay que considerarlo como un hecho trágico siempre y cuando y por lo menos se piense en la rehidratación, primero y más importante elemento de la ración de recuperación.

He aquí algunas ideas de menús para este período:

- Un alimento crudo: por ejemplo zanahorias ralladas (vegetal rico en potasio, en glúcidos, en vitamina C y en betacaroteno, antioxidante) y lechuga (rica en fibras).
- Un alimento farináceo: por ejemplo, pastas alimenticias o patatas (en ensalada, en puré, hervidas) o ensalada de arroz (levadura, germen de trigo y aceite de oliva).
- Una leguminosa o un derivado de soja: por ejemplo, alubias, garbanzos, ensalada de lentejas o germen de soja (alcalinizantes, ricos en proteínas, en potasio y en vitaminas).
- Una verdura.
- Un producto lácteo.
- Un postre azucarado (a elegir).
- Un vaso de vino o de cerveza.

Pueden considerarse múltiples variantes en torno a este punto (menú bretón con croquetas, menú de cuscús - con el mínimo de carnes animales - menú oriental, etc.), al objeto de que la realización resulte más práctica y agradable.

El regreso a una organización «normal» de nuestras comidas deberá tener lugar desde el día siguiente y con una eventual compensación energética: sin duda comeremos más cuando hayan transcurrido 24 horas desde el término de la prueba que durante la noche del mismo día. Esto se debe al retorno progresivo del apetito y a que el hambre también vuelve a aparecer siguiendo igual proceso, todo ello vinculado a la reposición imperfecta de las reservas de glucógeno hepático.

Bibliografía

Bibliografía

Libros leídos

- D. RICHE (1990): *Équilibre nutritionnel et sports d'endurance*. Éd. Vigot.
J. FRICKER (1993): *Le guide du bien maigrir*. Éd. O. Jacob.
JR. LACOUR (1992): *Biologie de l'exercice musculaire*. Éd. Masson
F. PERONNET (1992): *Le marathon*. Éd. Vigot.
RICHE D., MAGNAN D., PAGEAUD (1990): *Une nouvelle chance pour le sport*. Éd. Sport & Vie.
J. WEINECK (1992): *Biologie du sport*. Éd. Vigot.

Publicaciones originales

- Journal of Sports Sciences*, número especial de 1991, vol. 9.
Medicine and Sport Science, número especial de 1991, nº 32:
Advances in nutrition and top sport.

Principales artículos consultados

Artículos generales

- BURKE LM, READ RS (1989): *Sports Med.*, 8 (2): 80-100.
BROUNS F, SARIS W (1988): *Med. Hyg.*, 46: 2808-12.
BROUNS F, SARIS W (1988): *Med. Hyg.*, 46: 2201-5.

Toma alimenticia

- BELKO AZ y Col. (1987): *Nutr. Res.*, 7: 237-42.

- JENKINS DJA y Col. (1989): *N. Eng. J. Med.*, 321: 929-34.
KINABO JL y Col. (1990): *Eur. J. Clin. Nutr.*, 44: 389-95.

Gasto energético, peso ideal, vegetarianismo

- BROWNELL KD y Col. (1987): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19 (6): 546-56.
CURETON KJ (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 3: S70.
FROIDEVAUX F y Col. (1993): *Am. J. Clin. Nutr.*, 57: 35-42.
HANNE N y Col. (1986): *J. Sports Med.*, 26: 180-5.
MATTES RD (1993): *Am. J. Clin. Nutr.*, 57: 373-81.
NIEMAN DC (1988): *Am. J. Clin. Nutr.*, 48: 754-61.
RABEN A y Col. (1992): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24 (11): 1290-7.
TREMBLAY A y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 857-62.

Lípidos

- JANSSON EKAUSER L (1982): *Acta Physiol. Scand.*, 115: 19-30.
MASSICOTTE D, PERONNET F y Col. (1992): *J. Applied Physiol.*, 73 (4): 1334-9.
MATA P y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 77-83.
TREVISON M y Col. (1990): *JAMA*, 263 (5): 688-92.
TROISI R y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 1019-24.

Glúcidos, glucógeno, índice glucémicoCHEW I y Col. (1988): *Am. J. Clin. Nutr.*, 47: 53-6.EDWARDS MR y Col. (1993): *Int. J. Sports Med.*, 14 (1): 9-12.FUSHIKI T y Col. (1989): *Am. J. Physiol.*, 256 (19): E580-7.GREEN H (1991): *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 69: 290-7.GREENHAFF PL y Col. (1988): *Eur. J. Applied Physiol.*, 57: 254-9.HARGREAVES M, RICHTER EA (1988): *Can. J. Sport Sci.*, 13 (4): 197-203.HIRSCHMAN MF y Col. (1988): *FEBS Letters*, 238 (2): 235-9.KREITZMAN S y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 292S-3S.LE BLANC J y Col. (1981): *Metab.*, 30 (11): 1119-24.MASSICOTTE D, PERONNET F y Col. (1992): *Metabolism*, 41 (12): 1284-90.PERES G y Col. (1989): *Cinésiol.*, 28: 294-8.YASPELKIS BB y Col. (1993): *Int. J. Sports Med.*, 14 (1): 13-9.ZACHWIEJA JJ, COSTILL DL y Col. (1990): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22 (2): 522.**Prótidos, aminoácidos**BLOMSTRAND E y Col. (1991): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 63: 83-8.BLOMSTRAND E y Col. (1988): *Acta Physiol. Scand.*, 133: 115-21.BUCCI L y Col. (1990): *Nutr. Res.*, 10: 239-45.CARLI G y Col. (1992): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64: 272-7.CYNOBER L, COUDRAY-LUCAS C y Col. (1990): *J. Am. Coll. Nutr.*, 9 (1): 12.ELAM R (1988): *J. Sports Med.*, 28: 35-9.FAVREUILLE P (1991): *Sport Med.*, 35: 33-5.GALIANO F, DAVIS J y Col. (1991): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23 (4): S14.KIEFFER F (1988): *Med. Hyg.*, 46: 2213-21.KREIDER R, MITCHELL M y Col. (1991): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23: 91.KREIDER R, MIRIEL V y Col. (1993): *Sports Med.*, 16 (3): 190-209.LAGNY MM (1990): *Sport Med.*, 26: 33-4.NEWSHOLME EA y Col. (1992): *Ir. Med. Bull.*, 48 (3): 477-95.PARRY-BILLINGS M y Col. (1990): *Int. J. Sports Med.*, 11 (2): S122-8.PIVARNIK J, HICKSON J y Col. (1989): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21 (3): 283-7.SCHENA F (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (5): S 24.WESSON M, MC NAUGHTON L y Col. (1988): *Res. Quart.*, 59 (3): 234-9.**Agua, funciones renales**IRVING RA, NOAKES y Col. (1986): *J. Urol.*, 136: 1176-80.IRVING RA, NOAKES TD y Col. (1990): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22 (6): 756-61.NEVIACKAS JA y Col. (1981): *South. Med. J.*, 74 (12): 1457-60.**Magnesio**CASONI I y Col. (1990): *Int. J. Sports Med.*, 11 (3): 234-7.MADER A y Col. (1990): *Magn. Bull.*, 12 (3): 69-78.RIPARI P y Col. (1990): *Magn. Bull.*, 12 (4): 133-7.**Calcio, minerales**FEHILY AM y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 579-86.HERNANDEZ-AVILA M y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 57-63.MC DOUGALL JD y Col. (1992): *J. Appl. Physiol.*, 73 (3): 1165-70.NISHIZAWA Y y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 265-7S.ORWOLL E y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 314-9.SENTIPAL JM y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 425-8.SOKOLL LJ y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 1045-8.SNEAD DB y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 705-11.WISE A (1980): *Nutr. Abstr. Rev.*, 50 (5): 319-30.**Hierro**COLT E, HEYMAN B (1984): *J. Sports Med.*, 24: 13-7.ECKARDT K, KURTZ A y Col. (1990): *Am. J. Physiol.*, 258: R678-83.EICHNER ER y Col. (1989): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 21: S466.HOFFMAN KE (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 1188-92S.JACOBS MB y Col. (1984): *JAMA*, 252: 481-2.LAMPE J, SLAVIN J y Col. (1986): *Int. J. Vit. Nutr. Res.*, 56: 395-8.LOOSLI A, REQUA R y Col. (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (5): 129.LYLE RM y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 1049-55.MAIRBAÜRL H (1994): *Int. J. Sports Med.*, 2 (15): 51-63.MORCK T, LYNCH S y Col. (1983): *Am. J. Clin. Nutr.*, 37: 416-20.REDDY MB, COOK JD (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 723-8.**Oligoelementos y radicales libres**ALFTHAN G y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 120-5.ANDERSON RA y Col. (1982): *Diabetes*, 31: 212-6.BRAY (1990): *Free Rad. Biol. Med.*, 8: 281-91.CAMPBELL WW, ANDERSON RA (1987): *Sports Med.*, 4: 9-18.CLANCY S, CLARKSON PM y Col. (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (5): 1091.DAVIDSON L, CEDERBLAD A y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 1065-70.DAVIS CD, MALECKI EA, GREGER JL (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 926-32.DILLARD CJ y Col. (1978): *J. Appl. Physiol.*, 45 (6): 927-32.EVANS GW (1989): *Int. J. Biosocial Med. Res.*, 11 (2): 163-80.FREELAND-GRAVES JH, BEHMARDI F y Col. (1988): *J. Nutr.*, 118: 764-73.GREGER JL, BALIGAR MS y Col. (1978): *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 117-21.JENKINS RR (1988): *Sports Med.*, 5: 156-70.KANTER M y Col. (1986): *Ann. Sports Med.*, 3 (1): 39-41.LONGNECKER MP, TAYLOR PR y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 1288-94.MC NEILL DA, ALI PS y Col. (1985): *J. Am. Diet. Ass.*, 85 (5): 569-72.MORRIS BW, BLUMSOHN A y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 989-91.O'DELL B (1976): *Med. Clin. North Amer.*, 60 (4): 687-703.PATTERSON KY, HOLBROOK JT y Col. (1984): *Am. J. Clin. Nutr.*, 40: 1397-1403.PERETZ A, NEVE J y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 1323-8.REISER S, SMITH JC y Col. (1985): *Am. J. Clin. Nutr.*, 42: 242-51.ROSSANDER-HULTEN L, BRUNE M y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 152-6.STRAUSE L, SALTAN P y Col. (1987): *Calcif Tissue Int.*, 41: 145-50.TIPTON K, GREEN N y Col. (1993): *Int. J. Sports Nutr.*, 3: 261-71.VAN DEN HAMER CJA, HOOGENRAAD TU y Col. (1984): *Trace Elem. Med.*, 1 (2): 88-90.WISKE E, NAGEL R y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 54: 553-9.

Vitaminas

BELKO AZ (1987): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 19 (5): S191-6.

BORENSTEIN B y Col. (1988): *Food Technol.*, 42: 226-28.

DAGNELIE PC y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 695-7.

KEITH RE (1989): *Nutrition in exercise and sport*, CRC Press 234-49.

MILLER DR y Col. (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 524-9.

Ergógenos

CERRETELLI P, MARCONI C (1990): *Int. J. Sports Med.*, 11 (1): 1-14.

CYNOBER L y Col. (1990): *J. Am. Coll. Nutr.*, 9 (1): 2-12.

FULDER S (1980): *New Scientist*, Aug.: 576-9.

HARRIS RC y Col. (1992): *Clin. Sci.*, 83: 367-74.

HIRVONEN J y Col. (1992): *Can. J. Spt. Sci.*, 17 (2): 141-4.

MITCHELL M, DIMEFF R y Col. (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (5): 128.

ROBERTS J (1990): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22 (2): 518.

SNIDER IP y Col. (1992): *Int. J. Sport Nutr.*, 2: 272-86.

STEFHAN H y Col. (1984): *Cinésiol.*, 23: 97-103.

WILLIAMS M, KREIDER R y Col. (1990): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 22 (4): 517-22.

WOODHOUSE M, WILLIAMS M y Col. (1987): *Athlet. Training*, 22 (1): 26-8.

WYSS V, GANZIT G y Col. (1990): *J. Applied Physiol.*, 60: 1-6.

Ácido-base

GREENHAFF PL y Col. (1987): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56: 331-7.

GREENHAFF y Col. (1987): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 56: 444-50.

GREENHAFF PL y Col. (1988): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57: 583-90.

MC KEEVER K, MUIR W y Col. (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (5): 130

Regímenes

FOLTIN RW y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 331-42.

FRANSSILA-KALLUNKI A y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 356-61.

LEIBEL RL y Col. (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 55: 350-5.

PHINNEY SD (1992): *Am. J. Clin. Nutr.*, 56: 190-4S.

ROLLS BJ (1991): *Am. J. Clin. Nutr.*, 53: 872-8.

SARIS WHM (1989): *Am. J. Clin. Nutr.*, 49: 1099-104.

Trastornos digestivos

BROUNS F, BECKERS E (1993): *Sports Med.*, 15 (4): 242-57.

CORDAIN L y Col. (1986): *J. Sports Med.*, 26: 101-4.

MOSES F (1989): *Am. J. Gastroenterol.*, 84: 211.

MOSES FM (1990): *Sports Med.*, 9 (3): 159-72.

REHRER NJ y Col. (1992): *Int. J. Sports Nutr.*, 2: 48-59.

Antes de la prueba

ACHESON K y Col. (1988): *Am. J. Clin. Nutr.*, 48: 240-7.

BROUNS F, SARIS WH y Col. (1989): *Int. J. Sports Med.*, 10 (1): S49-62.

BROUNS F, REHRER NJ y Col. (1989): *Int. J. Sports Med.*, 10 (1): S68-75.

CARLI G y Col. (1992): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 64: 272-7.

KEIZER H y Col. (1989): *Int. J. Sports Med.*, 10 (3): S139-45.

KREIDER R y Col. (1991): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 23: S16.

ROBERTS KM (1988): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 57: 70-4.

Reavituallamiento durante el esfuerzo

BROUNS F, SARIS WH y Col. (1992): *Int. J. Sports Nutr.*, 2: 229-38.

DAVIS J, BAILEY S y Col. (1992): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 65: 513-9.

HAWLEY JA y Col. (1992): *Sports Med.*, 14 (1): 27-42.

PERONNET F, ADOPO E y Col. (1992): *Int. J. Sports Med.*, 13 (1): S123-5.

PERONNET F, ADOPO E y Col. (1993): *Med. Sci. Sports Exerc.*, 25 (2): 297-302.

PERONNET F, ADOPO E y Col. (1993): *J. Appl. Physiol.*, 75 (3): 00.

WAGENMAKERS AJ y Col. (1991): *Am. J. Physiol.*, 260 (23): E883-90.

Recuperación

BANISTER E, CAMERON B (1990): *Int. J. Sports Med.*, 11: S129-42.

CADE JR y Col. (1991): *Eur. J. Appl. Physiol.*, 63: 210-5.

HOOD DA y Col. (1990): *Sports Med.*, 9 (1): 23-35.

SUTTON JR y Col. (1976): *Clin. Sci. Mol. Med.*, 50: 241-7.

Índice alfabético

Índice alfabético

A

Ácido fitico, 112, 132
láctico, 186, 190, 212
oxálico, 112, 123, 186, 187
Ácidos, 20, 80, 98, 102, 112, 128, 182, 185, 208, 230, 231
grasos, 36, 37, 41, 152, 174, 195
esenciales, 38, 40, 155, 173, 175, 177, 198
libres, 102
saturados, 38
Adipocitos, 28, 31, 35, 37, 41
Adiposidad, 16, 28, 30, 33, 64, 81
Agua 35, 79, 81, 82, 87, 89, 91, 95, 161, 177, 197, 206, 209
Alcalino, 93, 98, 112, 182, 185, 219, 231
Alcohol, 36, 77, 82, 104, 112, 187, 191, 194
Almidón, 57, 60
Aminoácidos, 66, 67, 71, 117, 135, 156, 189, 202, 208, 220, 221, 225, 229, 232, 233, 234
esenciales, 66, 68, 155, 173, 177
ramificados, 71, 72, 73, 76, 221, 223, 225, 229, 233
Amoniaco, 190
Anticuerpos, 67
Antioxidante, 39, 130, 141, 157, 158, 235
Arsénico, 94
Ayuno 37, 52, 71, 196-197, 198, 219
Azúcar, 49

B

Bebida isotónica, 93
Betacaroteno, 236

C

Cadmio, 129
Cafeína, 17, 82, 124, 169, 208, 210, 221
Calcio, 74, 94, 99, 105, 108-111, 162, 180, 186, 188

D

Calidad, 68
Calor, 85
Calorías, 13, 20, 22, 64, 85
vacías, 80, 181
Carnitina, 150, 157, 169, 173-174, 195
Catecolaminas, 52
Cerebro, 82, 86, 195, 206
Cinc, 94, 105, 109, 113, 129, 130, 137, 138, 143, 144, 162, 178, 181, 235
Cloro, 82, 95
Cobalto, 94
Cobre, 94, 109, 133, 137, 159, 162, 164, 181
Coenzima Q10, 143, 169, 175
Colesterol, 38, 39, 40-41, 44, 162, 164, 181
Consumos en reposo, 14, 15, 57
Corazón, 171, 175, 206
Creatina, 189-190
Cromo, 94, 135, 230

D

Deposiciones, 119, 123, 132, 140, 151, 157, 161, 162, 170, 209
Deshidratación, 79, 81, 86, 87, 90, 95, 96, 118, 119, 186, 188, 196, 205, 206, 209, 223, 226, 227, 229, 231
Dextrosa, 49, 103
Dietética, 14
Disacáridos, 49, 57

E

Edulcorantes, 193, 301
Eleuterococo, 175-176, 221
Energía, 3
Enzimas, 40, 57, 60, 64, 78, 81, 102, 108, 130, 138, 140, 147, 156, 182, 185, 186, 212, 214, 230
Ergógenos, 99, 143, 145, 169, 191, 208, 210

- Espasmofilia, 103, 108
Estreñimiento, 17
Estrés, 16, 52, 102, 158, 163, 176, 197, 207, 209, 230
Estroncio, 129
Etanol, 36
Extracalor, 15, 19, 197
- F**
Ferritina, 117
Fibras, 36, 60, 104, 109, 112, 118, 131, 137, 161, 177, 181, 207, 210, 216, 219
Flotación, 24
Flúor, 94, 97
Fósforo, 94, 188
Fructosa, 49, 59, 61, 63, 65, 104, 107, 127, 132, 138, 140, 164, 179, 194, 202, 220, 221, 225, 231, 232
- G**
Galactosa, 49
Ginseng, 169, 175-176
Glicerol, 37, 41
Glóbulos rojos, 25, 40, 50, 100, 141, 150, 156
Glucemia, 18, 50, 52, 53, 60, 61, 135, 164, 178, 199, 201, 209, 220
Glúcidos, 35, 36, 49, 53, 54, 55, 56, 59, 64, 65, 74, 80, 88, 89, 93, 135, 137, 155, 156, 161, 167, 177, 179, 181, 182, 189, 194, 198, 199, 200, 206, 212, 214, 215, 216, 217, 219, 220, 221, 224, 225, 230, 232, 235
Glúcogeno, 50, 53, 55, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 65, 71, 73, 82, 88, 97, 101, 131, 135, 155, 172, 174, 188, 197, 199, 202, 211, 212, 213, 214, 217, 219, 223, 224, 225, 226, 230, 231, 232, 233, 235, 236
Glucosa, 41, 49, 52, 53, 54, 55, 57, 60, 82, 96, 104, 220, 225, 231
Grasas 27, 43, 181
de reserva 54
«trans» 43, 162
- H**
HDL, 39, 41
Heminico, hierro, 122
Hemoglobina 117, 119, 121, 185
Herencia, 17
Hidrosolubles, vitaminas, 37, 145, 150
Hierro, 20, 74, 94, 109, 110, 113, 116, 130, 132, 137, 138, 142, 158, 162, 171, 173, 178, 179, 181, 195, 235
Higado, 50, 77, 117, 142, 197, 202, 230, 231
- Hipertermia, 189, 205, 223
Hipertónicas, bebidas, 189, 205, 223
Hipoglucemia, 53, 57, 62, 65, 88, 189, 197, 205, 214, 219, 223, 224, 225
Hiponatremia, 92, 95, 223
Hipotónicas, bebidas, 88, 96, 209
Hormonas, 51, 52, 58, 66, 73, 92, 96, 102, 108, 109, 135, 157, 229
del crecimiento, 234
Hueso, 94, 99, 100, 108, 109, 129
- I**
Impacto, 25, 163, 206
Índice, 58, 60, 61, 65, 161, 177, 194, 196, 201, 202, 215, 221
elevado, 61, 65, 177, 196, 201
glucémico, 58, 59, 60, 61, 221
Inmunitarios, sistemas, 139
Insulina, 52, 57, 58, 62, 63, 135, 201
Insulinemia, 60
Isotónicas, bebidas, 88, 90, 96, 209, 226
- L**
Lactosa, 49
Lecitina, 41, 195
Lentos, azúcares, 59
Lípidos, 29, 35, 36, 37, 41, 55, 62, 66, 74, 78, 80, 111, 112, 114, 137, 155, 157, 172, 174, 177, 179, 182, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 207, 210, 214, 215, 216, 219, 227
Liposolubles, vitaminas, 145, 149
- M**
Magnesio, 20, 94, 100, 101-108, 110, 113, 138, 139, 140, 146, 156, 163, 179, 186
Manganese, 94, 139-140
Marcha, 26
MCT, 37, 47
Médula ósea, 117
Mercurio, 128
Metabolismo, 16, 18, 19
de base, 15
de reposo, 17, 172
Minerales, 35, 80, 82, 93-94, 167, 181, 197, 198, 206, 215, 221, 235
Molibdeno, 94
Monoinsaturados, 38, 39
Monosacáridos, 49
Músculos, 52-53, 62, 64, 72, 91, 94, 100, 102, 117, 135, 139, 171, 185, 187, 188, 194, 196, 202, 205, 206, 212, 213, 225, 230, 232, 233, 234

- N**
Neurotransmisores, 51, 66, 97, 157
Nicotina, 17
Níquel, 94
Nutrición, 14, 18
Nutrientes, 14, 35
- O**
Obesidad, 29
Oligoelementos, 35, 94, 128, 178, 198, 215, 221
Orina, 100, 118
Ósmosis, osmolaridad, 90
- P**
Patinaje, 25
Pendiente, 22
Péptidos, 66
Pérdidas, 151, 171, 196
fecales, 151
sudorales, 138, 140
urinarias, 140, 151, 174, 176, 196, 198, 199, 196, 197, 203
de forma, 27
Pliegues cutáneos, 30, 31
Plomo, 128
Polinsaturados, 38, 39
Polímeros, 50, 90, 217, 225, 235
Potasio, 82, 94, 186, 230, 232, 236
Prostaglandinas, 39
Proteínas, 20, 35, 65-66, 109, 112, 132, 156, 177, 182, 188, 195, 198, 202, 208, 232, 233, 234, 235
Prótidos, 35, 36, 65-66, 128, 155, 174, 210, 214, 215, 233
Provitamina A, 139, 143, 158
- R**
Ración de espera, 219
Radicales libres, 137, 138, 139, 141, 150, 159, 175, 235
Recuperación, 65, 73, 77, 80, 99, 103, 107, 128, 176, 177, 181, 188, 211, 221, 229
Régimen, 18, 164, 207
sin residuos grandes, 164, 207, 215, 216, 235
Rehidratación, 231, 236
Reposo, 15, 19
Reservas adiposas, 200
Residuos, 3
Rica en Se, cerveza, 144
- S**
Riñones, 158, 187-188
- T**
Tampón, 99, 185, 188, 190
Taninos, 123, 132, 140, 170
Técnica, 24
Tejido adiposo, 37, 57, 61, 102, 177, 201, 215
Termorregulación, 15, 91
Tetanía, 108, 110, 114
Tránsito intestinal, 17, 48, 161, 163, 164, 166, 207
Trastornos digestivos, 17, 208
Triglicéridos, 37, 41
Tubo digestivo, 91, 92, 96, 123, 158, 161, 163, 205, 206, 208, 209, 223, 230
- V**
Vanadio, 94
Vegetarianismo, 40, 112, 122, 126, 131, 132, 140, 163, 178, 180, 181
Velocidad, 21, 22, 24, 25, 26, 30, 188, 212, 213
Vitamina, 35, 80, 99, 109, 112, 139, 145, 149, 167, 178, 181, 185, 198, 215, 221, 235
B, 157, 159
B₁₂, 181
C, 123, 143, 144, 208, 236
E, 143, 144, 145, 158
Vitaminas liposolubles, 112
Vitaminas, minerales, oligoelementos, 177
- Y**
Yodo, 94, 97