

CAPÍTULO

2

Nutrición deportiva

Introducción

Todos sabemos que la actividad muscular en el deporte es muy intensa y que para realizarla el organismo necesita asegurar una aportación calórica suficiente que garantice un rendimiento adecuado, lógicamente unido a una aportación hídrica y mineral que mantenga un equilibrio electrolítico correcto en función de las diferentes necesidades metabólicas. Se puede afirmar que el rendimiento deportivo está condicionado por un conjunto de factores que comprenden el entrenamiento, la motivación, las condiciones físicas, el medio ambiente y los hábitos higiénico-dietéticos. Se llega a ser un campeón mediante el entrenamiento, no comiendo. Debemos olvidar la idea de alimentos y dietas milagrosos que permitan por sí solos alcanzar rendimientos espectaculares. Pero, aunque una alimentación equilibrada no será suficiente para ganar una competición, una dieta inadecuada, incluso existiendo una buena preparación, sí puede hacer perder una prueba deportiva.

Aunque las recomendaciones generales para la población son válidas para la mayoría de los deportes, no hay deportistas que sean idénticos y que tengan las mismas necesidades, por lo que la alimentación del deportista, como la de toda la

Grasas

Las grasas (lípidos) tienen diferentes funciones en la dieta tanto de forma directa, por su valor nutritivo, como indirecta, al mejorar el sabor de los alimentos. Son importantes también no sólo por su composición en vitaminas liposolubles, sino también porque su absorción en el intestino depende de ellas.

Los ácidos grasos son ácidos carboxílicos de cadena larga, que se dividen en: a) insaturados (protectores frente a la aterosclerosis porque reducen el nivel de las grasas y el colesterol), de procedencia vegetal, siendo los más importantes los hallados en el aceite de oliva, y pescados de agua fría como el salmón, la trucha, caballa, sardina, etc., y b) saturados, que tienen todos los enlaces saturados por hidrógeno. Estas grasas son más densas que las insaturadas. Proceden de animales (yema de huevo, mantequilla, manteca, tocino, etc.). No protegen contra el colesterol y las grasas, sino que los aumentan.

Las grasas en la nutrición deportiva

Un hombre de 70 kg almacena grandes cantidades de grasa en forma de triglicéridos (3 moléculas de ácidos grasos más una molécula de glicerol) en el tejido adiposo (50.000-100.000 calorías) y el tejido muscular (2.000-3.000 calorías), siendo, no obstante, su tasa de oxidación durante el ejercicio muy baja. Estos grandes depósitos se movilizan en tasas muy bajas durante el ejercicio; así, cabe destacar que el entrenamiento de resistencia incrementa la oxidación de la grasa durante el ejercicio al aumentar la actividad mitocondrial muscular (lipasa) para transformar la grasa en HC, pero, en cambio, no aumenta la movilización de los ácidos grasos plasmáticos en el ejercicio de baja intensidad. Por otro lado, la dieta rica en HC aumenta la síntesis de la insulina y disminuye la lipólisis, por lo que cualquier modificación que aumente la tasa de oxidación y movilización de los ácidos

cit provoca debilidad, dificultad para caminar, anemia, dermatitis seborreica, vómitos y temblores.

La **vitamina B₈** o **biotina** participa en la síntesis de lípidos, glucógeno y metabolismo proteico y en el mantenimiento del sistema nervioso y circulatorio. Se halla en la yema de huevo, hígado, riñones, vegetales frescos, legumbres y nueces. Su déficit determina letargia, dolor muscular, sensibilidad extrema al dolor, impotencia, insomnio, náuseas y anemia.

El **ácido fólico** o **vitamina B₉** está implicado como la vitamina B₁₂ en el desarrollo de las células de la serie roja, en el mantenimiento de la capacidad de reproducción y en la formación de ácidos nucleicos. Se halla en el hígado, el salvado de trigo, levadura, granos completos, espinacas, vegetales de hoja verde, legumbres, naranjas, nueces, avellanas. Su déficit se caracteriza por una reducción de la resistencia, anemia y diarrea.

La **vitamina B₁₂** participa en el desarrollo normal de los glóbulos rojos y es esencial en la síntesis del ADN y por tanto con efecto posible sobre el crecimiento muscular. Una coenzima de la vitamina B₁₂, el dibencobal, se ha propuesto como ayuda para aumentar la fuerza, sin que se haya demostrado su efecto. Su déficit provoca anemia, incoordinación muscular, adelgazamiento y trastornos nerviosos. Está presente en la yema de huevo, hígado, riñones, vegetales frescos, legumbres y nueces.

La **vitamina C**, un agente antioxidante soluble en agua, actúa inhibiendo los fenómenos de peroxidación que inducen la formación de radicales libres y evita que la **vitamina K**, también antioxidante, sea destruida. Actuaría igualmente en la síntesis de carnitina en el cuerpo humano. En cuanto a la práctica deportiva, los últimos estudios postulan que la administración a los deportistas de antioxidantes podría reducir el nivel sanguíneo de lactato, así como proteger las células musculares de su destrucción durante el ejercicio físico intenso y prolongado por el estrés oxidativo. En los individuos sedentarios sus requerimientos son 60 mg/día en comparación con unos 120 mg/día en los deportistas. Sin embargo, publicacio-

- «Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am J Physiol* 1996; 271: 31-37.
- Casey A, Constantin-Teodosiu D, Howell S, Hultman E, Greenhaff PL. Creatine supplementation favourably affects performance and muscle metabolism during maximal intensity exercise in humans». *Am J Physiol* 1996; 271: 31-37.
- Derave W, Eijnde BO, Hespel P. «Creatine supplementation in health and disease: what is the evidence for long-term efficacy?» *Mol Cell Biochem* 2003; 244 (1-2): 49-55.
- Dorado García C, Sanchís Moysi J, Chavarren Cabrero J, López Calbet JA. «Efectos de la administración de suplementos de creatina sobre el rendimiento». *Arch Med Dep* 1997; 14 (59): 213-221.
- Eklblom B. «Effects of creatine supplementation on performance». *Am J Sports Med* 1996; 24: S38-S39.
- Farquhar WB, Zambraski EJ. «Effects of creatine use on the athlete's kidney». *Curr Sports Med Rep* 2002; 1(2): 103-6.
- González de Suso JM, Prat JA. «Suplementació oral amb monohidrat de creatina en humans». *Sandoz Sport Research* 1997.
- Green AL, Hultman E, Macdonald IA, Sewell DA, Greenhaff PL. «Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans». *Am J Physiol* 1996; 271: 21-26.
- Green AL, Simpson EJ, Littlewood JJ, Macdonald IA, Greenhaff PL. «Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in man». *Acta Physiol Scand* 1996; 158: 195-202.

- Shireffs SM *et al.* «Post-exercise rehydration in man: effects of volume consumed and drink sodium content». *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28(10): 1260-1271.
- Sparks MJ, Selig SS, Febbraio MA. «Pre-exercise carbohydrate ingestion: effect of the glycemic index on endurance exercise performance». *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(6): 844-849.
- Sugiura K, Kobayashi K. «Effect of carbohydrate ingestion on sprint performance following continuous and intermittent exercise». *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(11): 1624-1630.
- Sullo A, Monda M, Brizzi G, Meninno V, Papa A, Lombardi P, Fabbri B. «The effect of a carbohydrate loading on running performance during a 25-km treadmill time trial by level of aerobic capacity in athletes». *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 1998; 2(5-6): 195-202.
- Tarnopolsky MA, *et al.* «Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass». *Eur J Appl Physiol* 1988; 64: 187-193.
- Tarnopolsky MA. «Protein and physical performance». *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 1999; 2(6): 533-537.
- Tsintzas OK, Williams C, Boobis L, Greenhaff P. «Carbohydrate ingestion and single muscle fiber glycogen metabolism during prolonged running in men». *J Appl Physiol* 1996; 81: 801-809.
- Ventura JL, Estruch A, Rodas G, Segura R. «Effect of prior ingestion of glucose or fructose on the performance of exercise of intermediate duration». *Eur J Appl Physiol* 1994; 68(4): 345-349.
- Vergauwen L, Brouns F, Hespel P. «Carbohydrate supplementation improves tennis performance». *Insider* 1997; 5(3): 1-2.

- 2) Es recomendable consumir fuentes de HC con índice glucémico moderado o alto.
- 3) La adición de proteínas a los hidratos de carbono consumidos durante las primeras horas postejercicio puede estimular la reposición del glucógeno.
- 4) No aporta beneficios el consumir aminoácidos o sustancias similares añadidos a una dieta correcta.
- 5) La adición de 600-1.200 mg de sodio a la rehidratación postejercicio aumenta la retención de líquido y la recuperación del equilibrio hídrico.



sanguíneo y mejora los procesos cerebrales en las personas ancianas.

Piruvato

Es una molécula formada durante el metabolismo de la glucosa que aparece también en pequeñas cantidades en ciertas frutas (manzanas rojas), cereales, algunos quesos, vinos y cervezas. Estudios realizados por diversos autores indicaron que, unido a moléculas de dihidroxiacetona (100 mg durante 7 días), aumenta notablemente la resistencia de brazos y piernas y modifica la percepción de la fatiga. Posteriormente se ha comprobado que en dosis menores (2-5 g/día) produce efectos similares, pero este hecho no ha sido bien probado en estudios a largo plazo ni en deportistas.

El mecanismo se relacionaría con una mayor eficacia en la extracción muscular de glucosa. Además, se estimula la utilización de la grasa, promoviendo la pérdida de peso. Sólo se han descrito muy ocasionalmente efectos secundarios del tipo de diarrea. Actualmente se comercializa también unido a aminoácidos (p. ej., con glicina), lo que parece aumentar su eficacia.

Vitaminas

Unos de los productos más populares entre los deportistas son los suplementos multivitamínicos/minerales. A pesar de que todo el mundo está de acuerdo en que los suplementos vitamínicos en los deportistas sin carencias no tienen sentido, es indudable que su consumo en la actividad deportiva es superior a la norma; la absorción puede estar inhibida o disminuida por la fatiga y por el estrés intenso, por lo que la ingesta debe ser superior a la del individuo sedentario. La necesidad de cantidades de vitaminas considerablemente superiores en el deportista con respecto al sujeto normal sedentario residiría no tanto en la pérdida de vitaminas (sudor y orina) durante la actividad como en el aumento de su utilización durante la acti-

la realidad que el anterior argumento, ya que varias sustancias se han mostrado efectivas para mejorar el rendimiento deportivo o limitar el gasto energético producido por el ejercicio, sin poner en riesgo la salud del deportista.



Centramina®

Se utilizó en las décadas de 1960 y 1970. Pertenece a las sustancias derivadas de la anfetaminas que actúan como estimulantes. Está incluida en la lista de sustancias dopantes. Se usa en medicina para el tratamiento de la depresión, la obesidad y disfunciones cerebrales mínimas.

El uso de estas sustancias en el deporte hace que:

- Se retrase la sensación de fatiga y aumente así el riesgo de colapso.
- Aumente la agresividad.
- Disminuya la capacidad de juicio.
- Aumente la velocidad de reacción en sujetos no entrenados
- Aumente el temblor de manos e impida la coordinación fina del movimiento.
- Aumente la presión arterial.
- Otros riesgos: alucinación, ansiedad, adicción y tolerancia.

Las anfetaminas y otros estimulantes disminuyen el flujo sanguíneo a los tejidos cutáneos (justo debajo de la piel) causando un aumento de la temperatura. Esto reduce la capacidad del cuerpo para enfriarse por sí mismo, lo que puede ser fatal en situaciones de calor húmedo.

Eritropoyetina humana recombinante (EPO) y otras sustancias análogas (darvopoyetina y similares)

Es una glucoproteína secretada por el riñón (células intersticiales peritubulares de origen endotelial capilar) que regula la producción de eritrocitos y por ello afecta la hemoglobina.

El aumento de la EPO en suero estimula la eritropoyesis en la médula ósea roja aumentando la actividad mitótica de las células precursoras eritroideas, específicamente de los eritroides de unidad de formación de colonias (CFU-E). La vida media de la EPO es aproximadamente de 6-9 horas. La unión de EPO con los receptores CFU-E inicia la síntesis de la hemo-

- mentation does not significantly affect clinical markers of health in athletes». *Mol Cell Biochem* 2003; 244(1-2): 95-104.
- Mujika I, Padilla S, Ibañez J, Izquierdo M, Gorostiaga E. «Creatine supplementation and sprint performance in soccer players». *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(2): 518-525.
- Mujika I, Padilla S. «Creatine supplementation as an ergogenic acid for sports performance in highly trained athletes: a critical review». *Int J Sports Med* 1997; 18(7): 491-496.
- Ortega RM, Lolo-Velarde FJ, Andrés P, Quintas E, López-Sobales AM. «Potencial ergogénico de la suplementación con creatina en deportes de alta intensidad». *Selección* 1998; 7(1): 17-22.
- Redondo DR, Dowling EA, Graham BL, Almada AL, Williams MH. «The effect of oral creatine monohydrate supplementation on running velocity». *Int J Sport Nutr* 1996; 6: 213-221.
- Rico-Sanz J. «Efectos de suplementación de creatina en el metabolismo muscular y energético». *Arch Med Dep* 1997; 61(14): 391-396.
- Schilling BK, Stone MH, Utter A, Kearney JT, Johnson M, Coglianese R, Smith L, O'Bryant HS, Fry AC, Starks M, Keth R, Stone ME. «Creatine supplementation and health variables: a retrospective study». *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(2): 183-188.
- Toler SM. «Creatine is an ergogen for anaerobic exercise». *Nutr Rev* 1997; 55: 21-25.
- Van Loon LJ, Oosterlaar AM, Hartgens F, Hesselink MK, Snow RJ, Wagemakers AJ. «Effects of creatine loading and prolonged creatine supplementation on body composition, fuel selection, sprint and endurance performance in humans». *Clin Sci (Lond)* 2003; 104(2): 153-162.

Importancia de la hidratación en el rendimiento deportivo

Los deportistas no deben esperar a tener sed para beber sino que deben beber y forzarse a ello tanto antes como durante y después de la actividad deportiva. La práctica errónea consistente en prohibir a los deportistas beber durante la competición no tiene otra justificación que la ignorancia de quienes la propugnaban. Durante un partido de fútbol o baloncesto se pueden perder entre 2 y 3 litros, esto es, la misma cantidad que metaboliza diariamente una persona sedentaria. Este hecho puede tener repercusiones sobre el rendimiento deportivo; así, una pérdida del 2% de agua provoca una pérdida del 20% de actividad funcional, del 4% provoca una pérdida del 40% de actividad y del 10% provoca una pérdida del 100% de actividad funcional. En cuanto a la reposición de este líquido perdido, la pretensión de rehidratar a un deportista inmediatamente sólo se conseguirá con un líquido «isotónico» al espacio extracelular, es decir, con una relación entre el líquido y las sales que lleva disueltas igual al medio interno, en concreto, al espacio extracelular, que es donde existe el déficit provocado por el ejercicio. Para reponer las pérdi-

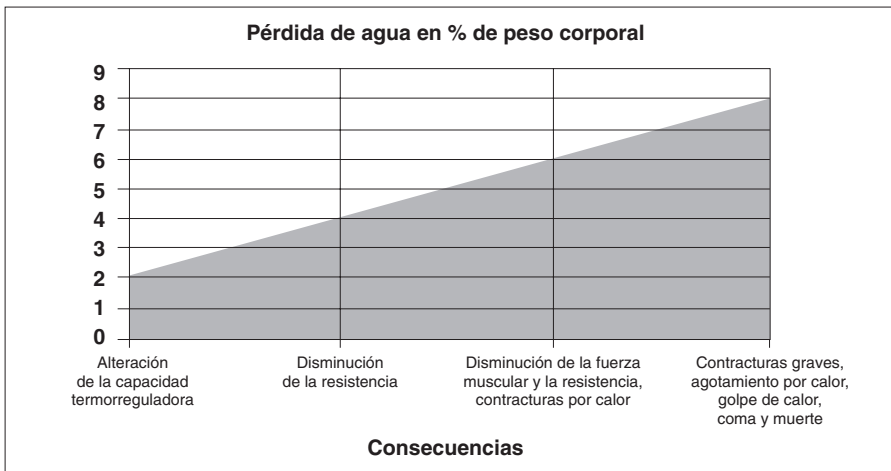


Figura 10. Consecuencias de la pérdida de agua en el deportista.

do y se metabolizan en el organismo a eicosanoides. Los más importantes entre los omega-3 son los ácidos eicosapentanoico (EPA) y docoesanoico (DHA), y entre los omega-6, el ácido gammalinoleico (GLA). Sus funciones son las siguientes:

- a) Mejora de la captación muscular de oxígeno y nutrientes en músculos y otros tejidos debido a la reducción de la viscosidad, la vasodilatación capilar y el aumento de la deformidad de los eritrocitos.
- b) Se postula que dichos ácidos grasos (oleico y linoleico) son capaces de aumentar la capacidad y al rendimiento aeróbico máximo a expensas de su entrada en el ciclo de Krebs estimulando la glucólisis aeróbica.
- c) Incremento de la liberación de la hormona del crecimiento, por el estímulo de la prostaglandina E_1 (PGE_1).
- d) Reducción de la inflamación causada por la fatiga muscular y el sobreentrenamiento.
- e) Modulación de la síntesis de eicosanoides, favoreciendo sus propiedades antiinflamatorias.

L-carnitina

La L-carnitina o butirato (betahidroxil[gamma-N-trimetilamonio]) es un cuerpo indispensable para la penetración de los ácidos grasos de cadena larga en las mitocondrias de las células, donde con posterioridad experimentarán la oxidación. Una vez dentro de dichas organelas, la carnitina se transforma en acilcarnitina mediante la acción de la aciltransferasa. Para que los ácidos grasos experimenten la betaoxidación necesitan separarse de la carnitina, a lo que colabora otra aciltransferasa. Por último, la carnitina libre debe abandonar la célula, lo que hace con la ayuda de la carnitina translocasa.

Esta enzima se almacena en el músculo esquelético y el corazón en concentraciones de 4-5 mmol/g. Su posible aportación como sustancia ergogénica se basa en que parece lógico pensar que, al tratarse de la sustancia encargada de transportar ácidos grasos al interior de las mitocondrias a

población, debe contemplarse desde un plano individual. Por último no olvidemos la importancia de una correcta alimentación; ésta no debe alcanzar sólo a los jugadores de alta categoría, sino que debe interesar también, y muy preferentemente, a los jugadores que se están formando.

Integrantes principales de los alimentos

- 1) Hidratos de carbono
- 2) Proteínas
- 3) Grasas (lípidos)
- 4) Vitaminas
- 5) Agua
- 6) Elementos minerales

Dieta en los deportes de equipo

Desde el punto de vista metabólico, los deportes colectivos se caracterizan por ser actividades de intensidad alta y actividad intermitente. Son deportes acíclicos que requieren potencia y resistencia durante un período de entre 1 y 4 horas, que hacen necesaria la metabolización anaeróbica del glucógeno muscular para la obtención de energía, apareciendo la fatiga por agotamiento del sustrato y la acumulación del ácido láctico, lo que afecta por tanto la gluconeogénesis y a la glucólisis.

En contrapartida a estas necesidades metabólicas, los deportes de equipo han sido poco proclives a darle a la nutrición la importancia que tiene dentro de la preparación de un deportista, a pesar de ser actividades en las que se debiera prestar gran atención a la reposición de las reservas de glucógeno. Esta afirmación se agrava con una serie de dificultades en el diseño de menús específicos como:

- a) El tipo de actividad que se realiza en cada uno de los días de la semana de preparación de la competición.
- b) Los frecuentes desplazamientos, que suponen comer en hote-