

Nutrición, alimentación y manipulación de la dieta del deportista

Manuel Delgado Fernández.

Departamento de Educación Física y Deportiva. Universidad de Granada.

La alimentación como comportamiento humano voluntario que permite al individuo conseguir un estado de nutrición adecuado, fenómeno este último eminentemente involuntario, debe formar parte del proceso global de entrenamiento deportivo, encuadrándose dentro de la temática final de esta obra, la preparación biológica. En concreto, la optimización y recuperación de las fuentes energéticas, así como la mejora del metabolismo energético, están en estrecha relación con la alimentación realizada, además de que la misma va a permitir al deportista mantener o modificar una composición corporal que le es necesaria, dentro de ciertos límites condicionados por la genética. Así, la alimentación que realiza el deportista, junto con las medidas higiénicas y regenerativas, y la farmacología, van a permitir desarrollar las tres grandes funciones que debe cumplir la preparación biológica, ya expuestas en el capítulo primero:

1ª. Como función preventiva, un adecuado aporte de principios inmediatos y micronutrientes va a evitar estados deficitarios de energía, vitaminas o minerales o, si por ejemplo se hablase del aporte adecuado del agua, se impediría trastornos en los procesos de termoregulación y, por tanto, de disminución del rendimiento o de producción de lesión deportiva.

2ª. Como función de optimización del rendimiento, los aportes de nutrientes con fines de mejorar el mismo durante el entrenamiento o en competición están bien documentados, poniendo por caso más relevante el aporte de bebidas isotónicas, ricas en carbohidratos y minerales, en actividades de larga duración, donde el descenso de las fuentes energéticas y el desequilibrio osmótico condicionarían una clara disminución del resultado final.

3ª. Como función de tratamiento, los aportes específicos de nutrientes pueden jugar un papel fundamental bien ante un estado carencial, como la anemia deportiva o desórdenes en el ciclo menstrual de la mujer, o bien ante un cuadro más o menos grave de fatiga crónica. En este sentido, la alimentación y la farmacología se dan la mano, siendo necesario en todo momento atender a procesos de recuperación los más naturales posible, evitando la utilización de drogas con fines dopantes. No obstante, en ocasiones, el deportista de élite para conseguir el nivel de rendimiento máximo necesita consumir fármacos y otras sustancias que, aún pudiendo tener efectos relativamente dañinos para su salud, le permiten conseguir sus objetivos (Bucci, 1992; González Gallego y Villa, 1998; Williams, 1994 y 1998). En este ámbito, la alimentación como parte de la preparación biológica se encuentra al filo de la navaja, como se comentó en el primer capítulo, lo que va a requerir de profesionales con amplios conocimientos teóricos en el tema, así como con experiencia práctica, y todo ello anteponiendo la dignidad humana a la consecución del éxito a cualquier precio.

Establecido el marco de referencia en el que se va a desarrollar el presente capítulo, en el mismo van a ser tratados diferentes temas. En primer lugar se delimitará las necesidades nutritivas y, por tanto, la alimentación que debe realizar un deportista de forma habitual, que sin diferir mucho de la que realiza un individuo no deportista, tiene algunas peculiaridades (Girard, 2000a; Riche, 2000; Villa y cols, 2000). Esta alimentación actúa principalmente en la función preventiva, aunque también supone un pilar de apoyo a las funciones de optimización y recuperación del esfuerzo. En segundo lugar se indicarán el grupo de manipulaciones que se puede realizar a la dieta habitual del deportista, tanto inmediatamente antes como durante el entrenamiento o la competición, para mejorar su rendimiento, ubicándonos, por tanto, en la función de optimización propiamente dicha. Por último, se expondrá las manipulaciones alimenticias tras el entrenamiento o competición, que en parte juegan un papel preventivo y en parte un papel optimizador. La función terapéutica solo será necesario en los casos de déficits, como se indicará a lo largo del capítulo. En todo momento se seguirá un discurso similar al realizado en Delgado y cols (1997).

NECESIDADES DE NUTRIENTES Y ALIMENTACIÓN DEL DEPORTISTA.

La alimentación del deportista, como en cualquier otra persona, debe realizarse atendiendo a sus necesidades nutricionales. Estas necesidades están en relación con una triple función que cumplen dichos nutrientes: por un parte, la energética, es decir la de proporcionar la energía necesaria para poder realizar todas las funciones orgánicas y más específicamente, en este caso, el movimiento voluntario y los procesos termoreguladores; por otra parte, la reguladora, es decir la que permite mantener un adecuado metabolismo energético y un compensado estado de equilibrio anabólico – catabólico, principalmente a nivel muscular; y por último, la función plástica o estructural, gracias a la cual cada deportista va a intentar mantener aquella composición corporal que le es más favorable para conseguir el rendimiento esperado (por ejemplo, bajo peso corporal en especialidades de larga duración y gran volumen muscular en deportes que requieren una gran aplicación de fuerza máxima). En conjunto y como idea inicial que expusimos en la obra citada, si bien es patente que una subalimentación provoca una merma en la capacidad de esfuerzo físico de cualquier persona, como hemos podido comprobar en un trabajo realizado sometiendo a un grupo de sujetos a tres días de ayuno (Gutiérrez y cols., 2001), no está totalmente aclarado si un incremento en el aporte de algunos alimentos mejora dicha capacidad, por cualesquiera de las funciones mencionadas. Como norma general, cabe decir que una dieta sana y equilibrada puede cubrir perfectamente todos los requerimientos del deportista, por lo cual los aportes extras de sustancias consideradas como *mágicas* carecen de significación. En concreto, Burke y Read (1993) indican que las recomendaciones de ingesta de vitaminas y minerales no se ha comprobado que deban incrementarse en el deportista, salvo aquellas que se suministran en relación con el total de calorías consumidas (póngase por caso las vitaminas del complejo B). Tan sólo en ciertas condiciones, serán necesarios aportes específicos por encima de los requerimientos normales (Delgado y cols, 1997; 229), como se expondrá posteriormente.

De forma somera, la alimentación del deportista debe ser:

- equilibrada energéticamente pero rica en carbohidratos complejos.

- rica en proteínas de alto valor biológico.
- adecuada en ácidos grasos esenciales.
- suficiente en vitaminas, minerales, agua y fibra.

El equilibrio energético que requiere la alimentación de cualquier individuo se debe a la necesidad de mantener un adecuado peso y una adecuada composición corporal; en el alto rendimiento deportivo estos factores condicionan mucho el resultado. El deportista, dado su mayor gasto energético se encuentra con la ventaja de poder y deber consumir más alimentos, con el fin de compensar dicho gasto con el aporte. Este incremento de alimentos hace menos probable la aparición de déficits nutricionales, si la dieta esta bien compensada, ya que los requerimientos de la mayor parte de los nutrientes son relativamente independiente del nivel de actividad física del individuo. Así, cuanto menos activa sea la persona menos aporte energético necesitará y, en consecuencia, mayor ha de ser el contenido de nutrientes esenciales por unidad de energía. En consecuencia el aporte de algunos nutrientes puede quedar deficitario con más facilidad que el de un deportista, sino realiza una dieta muy bien equilibrada (Astrand, 1986). En el mismo sentido se encuentran los deportistas, fundamentalmente de sexo femenino, que realizan dietas hipocalóricas por necesidades de sus especialidades deportivas, siendo considerado este grupo de alto riesgo nutricional y psicológico (Thompson y Trattner, 1993). Estudios muy recientes siguen confirmando dicho fenómeno (Berry y Howe, 2000; Brooks y cols, 2000; Deutz y cols, 2000), máxime cuando se dan en deportistas en edad de desarrollo, como ocurre con las gimnastas (Weinann y cols, 2000).

De este aporte energético se recomienda que la mayor parte se realice en forma de carbohidratos, dado que estos macronutrientes son sustancias que aportan energía que puede ser rápidamente utilizada para compensar el gasto ocasionado por la actividad física. Se aconseja que los carbohidratos ingeridos sean complejos, porque ayudan a mantener de forma más constante los niveles de glucosa sanguínea, además de porque son más beneficiosos para la salud que los azúcares simples.

Por otra parte, la alimentación del deportista debe ser rica en proteínas de alto valor biológico principalmente por dos razones. La primera debida a la regeneración que hay que realizar de aquellos tejidos destruidos por la realización de actividad física, y la segunda dada la importancia de los amino-ácidos esenciales para la regulación y funcionamiento orgánico, tanto de manera directa, como por formar parte de diferentes sustancias encargadas de dichas funciones, como por ejemplo los enzimas. En sentido similar, la necesidad de ácidos grasos esenciales se basa en su importancia para los procesos de construcción orgánica y de regulación funcional.

En último lugar, el aporte de vitaminas y minerales se fundamenta en el importante papel estructural y funcional, principalmente a nivel metabólico; el de agua, dado que la misma es el medio donde se desarrollan todas las reacciones físico-químicas y como elemento estructural del organismo, así como para evitar problemas de termoregulación; y, para finalizar, el aporte de fibra es imprescindible para un correcto tránsito intestinal de los alimentos por el intestino, permitiendo la adecuada eliminación de los productos de desecho, ayudando a los procesos de desintoxicación orgánica y, por tanto, de recuperación.

*** CONSUMOS REALES Y RECOMENDACIONES DE INGESTA DE NUTRIENTES EN DEPORTISTAS DE ÉLITE.**

Desde un punto de vista práctico, en una revisión realizada por Economos y cols en 1993 sobre estudios que analizan la ingesta alimenticia de deportistas de élite, de al menos nueve especialidades diferentes, se encontraron de promedio los siguientes resultados de consumo, así como llegan a indicar las siguientes recomendaciones de ingesta, expuestas en la última columna (Tabla 8.I.a para hombres y Tabla 8.I.b. para mujeres.).

Tomando como referente estas tablas, tanto para el análisis del consumo habitual de los nutrientes que tienen los deportistas de élite, así como por las recomendaciones de ingestas establecidas, y considerando los criterios generales de la alimentación del deportista expuestos previamente a las tablas, se analiza a continuación la función que desempeña cada uno de los grupos de

nutrientes en el rendimiento físico y deportivo (Delgado y cols, 1997). Más antes de ello, creo necesario hacer mención a que dichas recomendaciones valen para todos los tipos de deportistas, existiendo ligeras particularidades en especialidades concretas, que básicamente podrían venir diferencias por la duración del entrenamiento y la competición, o bien por la necesidad de una composición corporal muy delimitada, ya sea por bajo peso o por un componente de masa muscular elevado. En este sentido remito al lector a referencias actuales donde se expone más detenidamente las ingestas y recomendaciones en deportes concretos (Brown y cols, 2000; García-Roves y cols, 2000a y 2000b; Girard, 2000b; Weinann y cols, 2000).

Tabla Ia. Ingesta dietética y composición corporal de deportistas de élite masculinos.

Nutrientes	Descubrimientos observados según tipo de deporte		Recomendaciones ^a
	Aeróbicos	Anaeróbicos	
Energía (kcal/kg/día) Entrenamiento ^b Pre-competición ^c Competición ^d	45-87 49-60 83-173	23-57 20-25	≥ 50kcal/kg/día o {PLG en lb x 15 + gasto energético de entrenamiento en kcal} ≥ 50kcal/kg/día o {PLG en lb x 15 + gasto energético de entrenamiento en kcal} 100-150 kcal/kg/día (>2 x gasto en entrenamiento)
Proteínas (g/kg/día) Entrenamiento Pre-competición Competición	1.4-3.0 1.7-2-1 0.7-3-7	1.4-3.2 2.1	Endurance: 1.0 g/kg/día Ultraendurance: hasta 2.0 g/kg/día 1.0 g/kg/día 1.5-2.0 g/kg/día
Proteínas (% kcal) Entrenamiento Pre-competición Competición	12-17 13.7-13.9 1.4-15	14-26 34	12-15 % del total de kcal 10-12 % del total de kcal < 14% del total de kcal
Carbohidratos (g/kg/día) Entrenamiento Pre-competición Competición Post-competición ^e	5.3-11.5 6.8-7.8 12.7-41.3	3.3-5.4 3.0	6-10 g/kg/día 8-10 g/kg/día o > 500 d/día 12-13 g/kg/día 1.0-1.5 g/kg inmediatamente post-ejercicio y desde 2 h después hasta 24 h un total > 600 g

Carbohidratos (% kcal)			
Entrenamiento	44-65	34-56	55-60% del total de kcal (45% complejos, 9-14% simples) 65-75% del total de kcal cuando se hace "carga" para esfuerzos exhaustivos de más de 90 min (evitar fibra y azúcares simples) > 60% del total de kcal (los g/kg/día son más importantes que el % durante la competición).
Pre-competición	52->70	11-50	
Competición	61-96		
Lípidos (% kcal)			
Entrenamiento	20-40	18-47	25-30% del total de kcal
Pre-competición	30-34	15	<25% del total de kcal
Competición	3-23		0% del total de kcal
Alcohol (% kcal)			
Entrenamiento	0.5-2.4	0.5-4-0	< 1.0 onza/día
Pre-competición	0.6-3.0		< 1.0 onza/día o ingesta restringida
Vitaminas y minerales			
Entrenamiento			Incrementar consumo de comidas con alto contenido de estos nutrientes y cumplir las RDA apropiadas por grupo de edad/sexo
Pre-competición	Baja ingesta de Fe, Zn, Mg y Ca con dieta de <2100 kcal/día	Baja ingesta de Vit B1, B2 y B6 con dieta < 3500 kcal/día y/o <52% kcal como carbohidratos	
	Baja ingesta de Cu y Vit D	Baja ingesta de Ca, Zn y fibra	Idem
Suplementación			
Entrenamiento	Tendencia a suplementar con Vit del grupo B, 60% de deportistas se suplementan con Vit y minerales	90% de deportistas se suplementan con Vit y minerales	Una suplementación de multivitaminas/minerales que contenga <100% de la RDA
Líquidos (l/día o ml/h)			
Pre-competición			300-500 ml, 30 min antes del ejercicio 500-1000 ml/h
Entrenamiento	6.7-19.3 l/d		
Post-competición	280-800 ml/h		Reemplazar cada libra de peso pérdida con 16 onzas de agua
Composición corporal (% grasa)^f	7.6-12.7	9.8-16.7	4-12%. Mantener los valores ideales siempre con cambios dietéticos

- a. Las recomendaciones son las mismas para aeróbicas y anaeróbicas cuando no se indica lo contrario
- b. Dieta normal durante entrenamiento
- c. De 2 a 7 días previos al evento
- d. De 24h hasta 22 días
- e. 24 h después del evento
- f. Los valores son para deportistas de menos de 40 años

Abreviaturas: Ca = calcio, Cu = cobre, Fe = hierro, lb = libras, Mg = magnesio, oz = onza (23.34 gr), RDA = recomendaciones diarias alimenticias, Zn = zinc.
 Tomado de Economos, C.D., Bortz, S.S., Nelson, M.E. 1993. Nutritional practices of elite athletes. Practical recomendations. *Sports Medicine*, 16-6; 381-399. Pg 384-385.

Tabla 1.b. Ingesta dietética y composición corporal de deportistas de élite femeninas.

Nutrientes	Descubrimientos observados según tipo de deporte		Recomendaciones ^a
	Aeróbicos	Anaeróbicos	
Energía (kcal/kg/día)			
Entrenamiento ^b	29.5-46.3	25.3-26.3	40-50kcal/kg/día, enfatizando en grupos de alimentos ricos en Zn, Mg, Fe, Ca. 40-50kcal/kg/día 80-150 kcal/kg/día (>2 x gasto en entrenamiento)
Pre-competición ^c	43.6-57.0	39.4	
Competición ^d			
Proteínas (g/kg/día)			
Entrenamiento	1.1-1.5	1.1-2.0	Endurance: 1.0 g/kg/día Ultraendurance: hasta 2.0 g/kg/dí
Pre-competición	1.5-1.9	2.8	1.8 g/kg/día
Competición			1.5-2.0 g/kg/día
Proteínas (% kcal)			
Entrenamiento	13.0-15.8	17-30	12-15 % del total de kcal
Pre-competición	13	37	10-12 % del total de kcal
Competición			< 14% del total de kcal
Carbohidratos (g/kg/día)			
Entrenamiento	4.4-6.4	2.9-3.4	6-10 g/kg/día
Pre-competición	6.2-7.3	5.7	8-10 g/kg/día o > 500 d/día
Competición			12-13 g/kg/día
Post-competición ^e			1.0-1.5 g/kg inmediatamente post-ejercicio y desde 2 h después hasta 24 h un total > 600 g

Carbohidratos (% kcal)			
Entrenamiento	46-60	46.6-52.0	55-60% del total de kcal (45% complejos, 9-14% simples) 65-75% del total de kcal > 60% del total de kcal (los g/kg/día son más importantes que el % durante la competición).
Pre-competición	51->70	33-55	
Competición			
Lípidos (% kcal)			
Entrenamiento	26-38	28-38	25-30% del total de kcal
Pre-competición	30-34	13	<25% del total de kcal
Competición			0% del total de kcal
Alcohol (% kcal)			
Entrenamiento	0.5-1.0	0.5-1.0	< 1.0 onza/día
Pre-competición	2	1	< 1.0 onza/día o ingesta restringida
Vitaminas y minerales			
Entrenamiento	Baja ingesta de Fe, Zn, Mg y Ca y Vit B12 con dieta de <2000 kcal/día	Baja ingesta de Vit B1, B2 y B6 con dieta > 2600 kcal/día	Incrementar consumo de comidas con alto contenido de estos nutrientes y cumplir las RDA apropiadas por grupo de edad/sexo
Suplementación			
Entrenamiento	80% de deportistas se suplementan con Vit y minerales	100% de deportistas se suplementan con Vit y minerales	Una suplementación de multivitaminas/minerales que contenga <100% de la RDA
Líquidos (l/día o ml/h)			
Pre-competición			300-500 ml, 30 min antes del ejercicio 500-1000 ml/h Reemplazar cada libra de peso pérdida con 16 onzas de agua
Entrenamiento			
Post-competición			
Composición corporal (% grasa)^f	13-27	21-29	10-20%. Mantener los valores ideales siempre con cambios dietéticos

- Las recomendaciones son las mismas para aeróbicas y anaeróbicas cuando no se indica lo contrario
 - Dieta normal durante entrenamiento
 - De 2 a 7 días previos al evento
 - De 24h hasta 22 días
 - 24 h después del evento
 - Los valores son para deportistas de menos de 40 años
- Abreviaturas: Ca = calcio, Cu = cobre, Fe = hierro, lb = libras, Mg = magnesio, oz = onza (23.34 gr), RDA = recomendaciones diarias alimenticias, Zn = zinc.

Tomado de Economos, C.D., Bortz, S.S., Nelson, M.E. 1993. Nutritional practices of elite athletes. Practical recomendations. *Sports Medicine*, 16-6; 381-399. Pg 386-387.

1. Función de las proteínas en el entrenamiento.

Las proteínas deberían aportar aproximadamente un 8-15% de las calorías totales ingeridas por la persona, modificándose muy poco atendiendo al período de entrenamiento, precompetición o competición. Como se aprecia en las tablas anteriores, dicho consumo está muy por encima del recomendado, principalmente en deportistas de especialidades anaeróbicas, donde hay una predominancia de la capacidad de fuerza muscular. Si aumenta mucho el total de calorías ingeridas, lo cual es normal para personas físicamente activas, la proporción de energía en forma de proteínas debe tender a disminuir, para evitar una ingesta excesiva de las mismas, con los consiguientes efectos secundarios perjudiciales sobre la salud y, a veces, sobre el propio rendimiento. Por ello es más recomendable su valoración atendiendo a la ingesta según el peso corporal. En este sentido, si el organismo pierde aproximadamente 20-30 gr diarios de proteínas, la reposición debe quedar por ese orden. Por diferentes circunstancias de asimilación de los amino-ácidos, se aconseja un máximo entre 0.6-1 gr de proteína/kg de peso corporal y día para la persona adulta. Estos rangos son igualmente válidos para una persona físicamente activa, aunque como se indica en la tabla puede llegar a aumentar hasta 2 gr/kg/día para deportistas de ultraendurance, en los cuales el volumen de entrenamiento es muy elevado. En cualquier caso se debe desmitificar el mito de la proteína, aunque se debe cuidar la ingesta de los amino-ácidos que se presentan como más insuficiente en la dieta del deportista: triptófano, lisina, isoleucina, metionina y cisteína (Odriozola, 1988).

Por otra parte, en la dieta debe existir una adecuada compensación entre las proteínas de origen animal y las de origen vegetal. Se aconseja que una parte importante sean vegetales (hasta 2/3), siempre y cuando cumplan el principio de la complementariedad de los amino-ácidos (Manual de dietética de la Clínica Mayo, 1987), que de forma básica indica que cualquier alimento de origen vegetal (legumbres, verduras, hortalizas, nueces, semillas y todos sus

derivados) deben ser combinado con cereales (los cuales deben ser enteros o integrales).

Aunque la ingesta de proteínas colabora al aumento de masa muscular (hipertrofia) porque posibilitan un correcto anabolismo de los amino-ácidos, *las proteínas ingeridas, por sí solas, no aumentan la masa muscular; el responsable de ese aumento es el correcto entrenamiento de la fuerza muscular* (Delgado y cols, 1997; 233-234), como se expone en Roy y cols (2000). Atendiendo a lo expuesto en esta obra, en el campo del culturismo se ha extendido la idea de que una elevada ingesta de proteínas, tanto ingiriendo grandes cantidades de huevos o carnes, como tomando complejos de amino-ácidos, ocasionan un aumento de la masa muscular. Obsérvese en las tablas que dichos consumos llegan hasta 3.2 gr por kg y día en deportistas varones de especialidades anaeróbicas. Diferentes experiencias muestran el error de tal premisa (Lemon, 1995). Personas sedentarias comiendo el mismo tipo de alimentos que los culturistas no aumentan su masa muscular. Es lógico, dado que no entrenan. Por otra parte, trabajos de musculación bien controlados, desarrollados con dietas que aportan tan sólo 1 gramo de proteína por kg de peso y día suponen una ganancia considerable de masa muscular, lo cual muestra que es verdaderamente el entrenamiento lo que ocasiona la hipertrofia muscular y no el aporte extra de proteínas (Girard, 2000a; Villa y cols, 2000). Por otra parte, con dietas vegetarianas también se consigue un adecuado incremento de la masa muscular. De hecho un conocido campeón mundial de culturismo y Mr. Universo, Bill Pearl, realizaba dicho tipo de alimentación. Por todo ello, tan sólo en momentos muy concretos de una temporada, cuando el entrenamiento exija un gran volumen de carga de trabajo (tres o más horas de esfuerzo), que ocasione un gran catabolismo muscular, será necesario incrementar la ingesta de proteínas a valores entre 1,5 y 2,5 gr/kg y día. Ello puede ser también necesario en actividades competitivas de muchos días de duración, como por ejemplo una vuelta ciclista.

Las proteínas, a pesar de tener una función principalmente estructural, pueden intervenir energéticamente tanto en actividades de corta duración como de larga duración (Mcardle y cols, 1990). En estas últimas, su utilización puede representar hasta un 15% de la energía gastada y este porcentaje puede

acrecentarse si la actividad se prolonga en el tiempo y el deportista lleva horas sin comer o ha tenido un reducido consumo de carbohidratos. El rendimiento energético a partir de las proteínas se obtiene principalmente de los aminoácidos neoglucogénicos.

2. *Función de los carbohidratos en el entrenamiento.*

Se debe considerar a los carbohidratos como los nutrientes más importantes en la alimentación del deportistas, dado que son los que, por una parte, limitan más el rendimiento deportivo y, por otra parte, porque son los que se deben consumir en cantidades más elevadas (Girard, 2000a y 2000b; Riche, 2000; Villa y cols, 2000). Por término medio la ingesta de carbohidratos para la persona deportista debe estar entre el 55 y el 65% del total de calorías, incrementándose notablemente en los períodos precompetitivos o de entrenamientos de gran volumen. Esto supone como indican Economos y cols (1993) ingestas de 6-10 gr por kg y día de forma habitual, que se incrementa a 8-10 gr en precompetición y hasta 12-13 gr en competición, lo que puede suponer para una persona de 70 kg de peso un consumo de 420 a 910 gr al día. En las tablas elaboradas por estos autores se puede apreciar déficits verdaderamente evidentes, como los consumos de un 34% en periodos de entrenamiento o de un 11% en fases precompetitivas de deportistas varones de especialidades anaeróbicas, que son mucho más evidentes si se define el consumo en gr por kg de peso corporal y día, incluyendo en este último caso a las mujeres. Dada la repercusión que una alta ingesta de carbohidratos puede tener sobre la salud, se aconseja que la mayor parte de los mismos sean de tipo complejo (polisacáridos), no debiendo superar los carbohidratos simples más del 10% de las calorías totales ingeridas. Respetando estas proporciones también se garantiza un correcto aporte de fibra. Tan sólo en dietas hipercalóricas consumidas para compensar un excesivo gasto energético ocasionado por el entrenamiento, se aconseja el incremento del consumo de carbohidratos simples, dada su rápida y eficaz utilización, sobre todo durante o inmediatamente después de su realización (Jeukendrup y Jentjens, 2000).

Considerando que los carbohidratos son los principales donadores de energía, como ya expusimos en su momento (Delgado y cols, 1997; 236-240), se puede entender el papel que éstos juegan como factores limitantes en la práctica de actividad físico-deportiva. Atendiendo a la intensidad del esfuerzo y a su duración, la limitación de la actividad en relación al metabolismo de carbohidratos va a venir provocada por diferentes factores (Astrand, 1986; Jeukendrup y Jentjens, 2000; Mcardle y cols, 1990; González y Villa, 1998).

a) *Actividades de intensidad moderada (<75% VO_{2 máx})*. En este caso el factor limitante de la actividad física es la provisión insuficiente de glucosa por el hígado, lo que origina una ligera disminución de la glucosa sanguínea. Esto se aprecia claramente cuando se realiza actividad física moderada tras un ayuno prolongado como pueda ser el ayuno nocturno. Estas actividades pueden ser mantenidas por períodos de tiempo más o menos largos (entre 3-6 horas), aunque dando recuperaciones de 15 minutos por hora. La ligera disminución de la glucemia que se observa es suficiente para ocasionar una falta de combustible en diferentes tejidos del organismo, lo que dificulta proseguir con la actividad por más tiempo.

Como es sabido, el sistema nervioso utiliza el 60% de la glucosa hepática. Durante la actividad el músculo requiere más glucosa que en situación de reposo, por lo que debe existir una *barrera funcional* que limite, en alguna medida, que la musculatura "se lleve" la glucosa que tan precisa es para las neuronas. Esta barrera funcional puede residir simplemente en la disminución de la insulina circulante (con lo cual disminuye la entrada de glucosa a las células musculares) o en la inhibición de la actividad de los enzimas que fijan la glucosa en el interior de la célula fosforilándola (hexoquinasas). Como consecuencia del descenso de insulina y del aumento del glucagón, se activan la glucogenolisis (degradación del glucógeno almacenado en el hígado), y la neoglucogénesis (producción de glucosa a partir de ciertos precursores tales como determinados amino-ácidos, lactato y glicerol). La consecuencia de todo ello es el aumento de la producción hepática de glucosa, pero las reservas de glucógeno hepático son limitadas.

Diferentes estudios han mostrado que la ingesta de agua con glucosa al 5%, a razón de 225 ml cada 15 minutos durante una práctica deportiva intensa y prolongada (mayor a 120 min), ayuda a mantener la constancia de los niveles de glucemia y, con ello, se posibilita, junto con otros factores, mantener por más tiempo el nivel de actividad física (Gisolfi y Duchman, 1992), como se ampliará posteriormente.

b) Actividades de intensidad elevada (>75 % del VO_2 máx). Estas actividades pueden ser mantenidas aproximadamente de 1 a 2 h. Aquí, el factor limitante es el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular y no tanto la glucosa circulante. Se ha comprobado cómo en los momentos finales de pruebas con esta intensidad, el aporte de energía podría venir incluso facilitado por la glucosa sanguínea, como se muestra porque el cociente respiratorio se mantiene elevado, en valores cercanos a uno, indicativo de la utilización de carbohidratos. Cuando el contenido de glucógeno muscular baja desde su concentración normal de 1-2 gr/100 gr de músculo a valores de 0,1 gr/100 gr de músculo se llega al agotamiento (Fox, 1980), como posteriormente han contrastado Williams y cols (1992).

La concentración de glucógeno muscular es influida por la dieta en los días previos a la competición. Así, para aumentar las reservas de glucógeno muscular desde unos valores basales de 300-400 gr a valores de 700-900 gr, la dieta en los días previos a la competición debe ser rica en carbohidratos. Este aumento de las reservas de glucógeno se traduce en un aumento del tiempo de actividad física o en un mantenimiento o incluso aumento de actividad/velocidad en los momentos finales de la prueba (Fox, 1980), sobre todo si se compara con lo que ocurre tras ingerir dietas mixtas o ricas en grasas y proteínas.

El incremento de las reservas de glucógeno se produce junto con un almacenamiento paralelo de agua. Así, 1 gramo de glucógeno se deposita con 2,7 gramos de agua, lo que supone que un incremento aproximado de 0,5 kg de glucógeno se acompaña de 1,5 litros de agua, ganándose por tanto hasta 2 kg de peso corporal. Esto puede repercutir en el rendimiento físico de pruebas que requieren transporte del peso corporal. Posteriormente analizaremos con

más detalle algún tipo de manipulación dietética diseñada para aumentar las reservas de glucógeno.

c) Actividades de intensidad máxima. En este caso el factor limitante no es propiamente la falta de substratos energéticos, sino la propia metabolización del glucógeno muscular, que se realiza anaeróbicamente. Esto ocasiona un exceso de ácido láctico, siendo este metabolito uno de los causantes de la aparición de fatiga muscular. Además, altas concentraciones del mismo producen inhibición de la movilización de ácidos grasos libres (por acidosis local), lo que ocasiona una disminución o imposibilidad de aporte energético a partir de las grasas. No se ha encontrado una manipulación dietética satisfactoria para mejorar este factor limitante. Se ha descrito, pero sin conclusiones evidentes, que un aporte de sustancias alcalinas que neutralicen la acidosis provocada por el lactato podría ser beneficiosa. En esta línea de estudio hemos presentado diferentes trabajos (Feriche y cols, 1999, 2000).

3. Función de los lípidos en el entrenamiento.

Los lípidos, en forma de grasas neutras o triglicéridos, son el componente fundamental del tejido adiposo y pueden llegar a suponer más del 10% del peso corporal de la persona, lo que supone el reservorio fundamental de energía.

El aporte de lípidos en la dieta debe suponer aproximadamente un 25% del total de energía ingerida, disminuyendo de forma evidente en los momentos previos a la competición y llegando a ser nulo durante la misma, como se aprecia en las tablas 8.1.a y b. La ingesta de este grupo de nutrientes siempre estará supeditada a la del resto de los macronutrientes previamente referidos. En general, el consumo real suele estar por encima del recomendado, como lo indican los valores del 40% en varones o 38% en mujeres de deportes aeróbicos, o los aún más elevados del 47% en varones de deportes anaeróbicos. Respecto al total de grasas consumidas se aconseja una distribución que favorezca el aporte de grasas insaturadas, generalmente vegetales, sobre las saturadas, fundamentalmente animales. Así, se establece

que cada tipo de grasa (saturada, monoinsaturada y poliinsaturada) debe suponer un tercio del total. En cualquier caso, las grasas saturadas no deben suponer más del 10% del total de energía consumida. Lógicamente, este porcentaje debe descender cuando la dieta es hipercalórica, como en el caso de personas deportistas, dado que el mayor aporte de energía debe provenir de carbohidratos complejos. Sin embargo, algunos autores, dada la dificultad de poder consumir tanta cantidad de carbohidratos (hasta 800 gr) y las posibles molestias gastro-intestinales que pueden ocasionarse, aconsejan incrementar también el consumo de grasas de tipo insaturado, o alternativamente aumentar el aporte de bebidas que contengan carbohidratos.

Los ácidos grasos son el combustible fundamental para el funcionamiento del organismo en casi todas las actividades que se realizan sin requerir una alta intensidad de trabajo (menor al 60% del $\text{VO}_2 \text{ max}$). Así, los ácidos grasos aportan casi toda la energía en las situaciones de reposo y cuando la intensidad de trabajo es relativamente moderada. Esta energía proviene de los ácidos grasos libres y de los triglicéridos de reserva que se encuentran fundamentalmente en el tejido adiposo. Aunque la concentración sanguínea de ácidos grasos libres es 10 veces menor que la de glucosa, los primeros pueden proporcionar más energía porque se transportan hasta 40 veces más rápido a través de la membrana celular y producen tres veces más energía por unidad de peso (Mcardle y cols, 1990).

Se ha mostrado que la ingesta de una comida no excesiva pero rica en grasas antes del entrenamiento o la competición tiene un efecto ahorrador del glucógeno muscular, fenómeno interesante para retrasar la aparición de fatiga (Fox, 1980). Sin embargo, esta manipulación dietética tiene dos efectos negativos: el primero, se centra en la necesidad de inyectar heparina para desdoblar los triglicéridos a ácidos grasos, proceso que debe ser considerado doping, y el segundo indica la posibilidad de malestar digestivo por la mala digestibilidad que tienen las grasas, lo que puede conllevar una merma del rendimiento. Estudios como el de Brown y cols (2000) analizan el beneficio de enriquecer la dieta con carbohidratos o grasas en ciclistas.

4. Función del agua en el rendimiento físico-deportivo y en el entrenamiento.

Es por todos conocido que las necesidades de agua están en íntima relación con el aporte calórico de la dieta, además de con factores medioambientales. Así, por cada caloría ingerida se debería aportar 1 mililitro de agua. Si, además, la situación climatológica es de calor, alta humedad y/o viento, los requerimientos de agua aumentan considerablemente (Gisolfi y Duchman, 1992). Todo ello es más evidente en actividades realizadas en altitud. A todo ello se suma el incremento de líquidos que se debe aportar cuando se realiza actividad física que por promedio, siguiendo las recomendaciones de las tablas previas, rondan los 500-1000 ml por hora de esfuerzo.

Este incremento de las necesidades debido al entrenamiento es consecuencia de la importante pérdida de agua a través del sudor y el vapor expirado, este último muy aumentando en altitud. Hasta tal punto esto es así que en la práctica físico-deportiva se puede hablar de un verdadero proceso de deshidratación cuando el deportista pierde del 1 al 3 % del peso corporal (Konopka, 1988). Esto origina una disminución del rendimiento deportivo, trastornos homeostáticos y una mayor posibilidad de aparición de lesiones. Por esta razón hay que educar a los deportistas, desde niños, a beber sin tener sed, ya que el tiempo necesario para desencadenar la sensación de sed, ingerir agua, absorción de la misma y compensación de las pérdidas hídricas requiere cierto tiempo. Una pérdida de agua de varios litros difícilmente es recuperable de una manera inmediata. Por ello una buena hidratación debe realizarse antes, durante y después de la actividad física (Girard, 2000a).

La forma más simple de vigilar el grado de hidratación del deportista es a través del control del peso corporal. Pesarse antes y después del esfuerzo, así como todos los días por la mañana, da una idea del estado de hidratación. Si la pérdida en cualquier momento supera el 3% del peso corporal, el deportista está entrando en procesos de deshidratación, el cual puede cursar con diferentes síntomas, que se agravan conforme la pérdida de peso (deshidratación) progresa. De manera esquemática en la Tabla 8.II. se pueden

establecer los efectos que producen estas pérdidas, referidas a porcentaje de peso corporal (Delgado y cols, 1997):

Tabla II. Efectos de la deshidratación sobre el rendimiento físico-deportivo.

Porcentaje de pérdida de peso corporal	Efectos orgánicos del proceso de deshidratación
1%	Umbral de insuficiencia para termoregular.
2%	Sed intensa, malestar difuso, pérdida de apetito, opresión.
3%	Boca seca, aumento de la hemoconcentración, disminución significativa de la excreción urinaria.
4%	Pérdida de un 20-30 % de la capacidad de realizar actividad física.
5%	
6%	Dolor de cabeza, dificultad para la concentración, impaciencia, apatía.
7%	Degradación grave de la regulación de la temperatura durante el ejercicio.
	Riesgo de coma si hace calor o humedad y se continúa el ejercicio.

Como puede apreciarse en las tablas 8.1.a y b la hidratación a través de bebidas alcohólicas debe suponer un porcentaje menor del que los deportistas están consumiendo (entre el 0.5 al 4.0% del total de las kcal diarias). Se aconseja una ingesta inferior a una onza por día, debiéndose disminuir al mínimo en período precompetitivo. No se debe olvidar el efecto que tiene el alcohol sobre el sistema nervioso y su hepatotoxicidad, además de que puede estimular la diuresis, a lo que se le suma el aporte de calorías vacías. El alcohol, en general, disminuye el rendimiento deportivo a consecuencia de diferentes hechos. Al ser depresor del sistema nervioso central, disminuye la actividad psicomotriz y los reflejos. Por otra parte, produce hipoglucemia en actividades de larga duración, porque dificulta la vía metabólica de la neoglucogénesis. Por último, disminuye la ventilación y la resistencia vascular.

5. Función de las sales minerales y vitaminas en el rendimiento físico-deportivo y el entrenamiento.

Como se aprecia en las tablas iniciales de este capítulo, el consumo de algunos minerales y vitaminas se presentan deficitarias en los deportistas de élite, lo cual ha sido confirmado en otras revisiones (Burje y Read, 1993; Mataix, 1992; Konopka, 1988; Riche, 2000) o en estudios de poblaciones deportivas concretas (véase Beshgetoor y cols, 2000; García Roves y cols, 2000; Malczewska y cols, 2000), coincidiendo en gran medida con los propios déficits que se aprecian en la población adulta no deportista. Entre ellos merecen ser destacados el hierro (Fe), el calcio (Ca), el magnesio (Mg), el zinc (Zn) y el complejo vitamínico B, siendo aún más patentes en mujeres, máxime cuando se hace referencia a deportes donde el consumo calórico es bajo o muy bajo (Delgado, 1998). Por estas razones se podría considerar estas insuficiencias como un verdadero talón de Aquiles en la alimentación del deportista, dado que aunque las mismas no juegan un papel fundamental en el aporte energético requerido en la realización del esfuerzo físico, tienen funciones reguladoras muy importante a nivel metabólico (entre otras) que pueden limitar de manera evidente el rendimiento físico-deportivo y, por tanto, la posibilidad de desarrollar adecuadamente el proceso de entrenamiento.

Ambos tipos de nutrientes se aportan de manera adecuada si se realiza una dieta equilibrada desde los puntos de vista cuantitativo y cualitativo, por lo que el aporte suplementario no es necesario. No obstante, en el ámbito deportivo, al igual que ocurre para la población general, el aporte de Fe, Ca, Mg, Zn y vit B puede ser insuficiente, como se acaba de referir. Por esta razón es frecuente que se recomiende suplementación en forma de complejos multivitamínicos/mineral en deportistas de élite, como exponen Burke y Read (1993), Economos y cols (1993), González y Villa (1998), Williams (1995; 1998) o Wolinsky e Hickson (1994), entre otros. En cualquier caso, la ingesta indiscriminada de compuestos ricos en minerales y vitaminas nunca ocasionará un aumento del rendimiento deportivo si no existe un estado deficitario grave previamente, pudiendo presentar por el contrario efectos negativos relacionados fundamentalmente con el desequilibrio electrolítico que producen.

En lo referente a los minerales, como indica Odriozola (1988), recogido por nosotros (ob.cit. 245), la pérdida de sales por sudor es, en términos relati-

vos, menos importante que la de agua. De hecho, el sudor es hipotónico respecto al plasma sanguíneo. No obstante, la concentración de potasio y magnesio en sudor es similar a la del plasma, con lo que también en términos relativos las pérdidas de estos dos iones son mayores que las de otros. De hecho un déficit de sodio, cloro o calcio por pérdidas en sudor son difíciles de encontrar. El tipo de dieta, con su contenido en sales, y el ambiente externo son los dos factores que más influyen en la pérdida de sales. La duración del esfuerzo también condiciona esta pérdida. A partir de la primera media hora de actividad física hay un aumento de pérdida de cloro y sodio que llega a ser un 50% mayor respecto a la pérdida que existía al inicio de la actividad. Con posterioridad esta pérdida disminuye progresivamente. Por el contrario, las pérdidas de potasio, magnesio y calcio aumentan paulatinamente con la cantidad de ejercicio realizado. Ni siquiera con actividades de larga duración, en clima caluroso o con bastante humedad, o en altitud, será necesario ingerir sal (sobre todo en forma de tabletas) (Bucci, 1994). Al contrario, la ingesta de sal durante la actividad física puede alterar negativamente el equilibrio osmótico de los líquidos corporales y el grado de hidratación celular. Además, los sujetos entrenados tienden a tener un sudor más hipotónico, lo que todavía hace menos necesario la ingesta de sales.

Veamos algunas características de los minerales potencialmente deficitarios, ampliando el contenido expuesto en el capítulo 7.

El *hierro* siendo el mineral más deficitario en la dieta de la población en general, aparece también en primer lugar en la alimentación deportiva y siempre con más asiduidad en la mujer que en el hombre. Este déficit, concretándose en anemia ferropénica, se convierte en un factor limitante del rendimiento (Hinton y cols, 2000). No obstante, hay que diferenciar lo que es una verdadera anemia de la pseudoanemia que presentan algunos deportistas (Newhouse y Clement, 1988). Esta última se produce por un aumento transitorio de volumen plasmático ligado a la propia actividad física, principalmente en deportistas de endurance y mujeres. El deportista al aumentar la cantidad de sangre circulante origina una hemodilución de los componentes plasmáticos, entre los que se encuentran los glóbulos rojos y la hemoglobina. Estos valores pueden ser bajos en un deportista y no tienen por

qué significar anemia. En estos casos es necesario realizar análisis de otros compuestos del metabolismo del hierro, como son la transferrina y la ferritina sérica. Si estas sustancias también dieran valores bajos sí que nos encontraríamos ante un verdadero cuadro de anemia. Entre los factores que contribuyen a la aparición de esta anemia, en la persona físicamente activa, están una alimentación insuficiente en Fe, el aumento de la destrucción de glóbulos rojos (ligado a la gran cantidad de microtraumatismos que ocasiona el ejercicio físico), el aumento de las pérdidas de hierro por sudor (0,3 mg), orina y heces (hasta 2 mg), o los mayores requerimientos por parte de diversas proteínas (enzimas, hemoglobina y mioglobina) con gran funcionalidad durante la realización de esfuerzo físico (Delgado y cols, 1997).

El *calcio* es el segundo mineral más deficitario en la dieta deportiva, siendo más frecuente dicho fenómeno en mujeres que en hombres, hasta tal punto de estar suficientemente descrito las relaciones existentes entre amenorrea, baja densidad mineral ósea y incremento del riesgo por fracturas de estrés en deportistas femeninas (Beshgetoor y cols, 2000; Higher, 1989). Por esta razón, la ingesta para la mujer es superior a la del hombre (1200 a 1500 mg frente a 800 mg) a partir de la pubertad, y más aún si la adolescente realiza entrenamiento intenso. Dado que el contenido de mineral óseo en la época prepuberal es determinante del que se tiene con posterioridad y por tanto indicativo de la resistencia ósea a la desmineralización, es tremendamente importante evitar estos estados deficitarios en dichas etapas, cuidando la ingesta de dicho nutriente y evitando el entrenamiento intensivo. En otro sentido, las pérdidas fisiológicas de mineral óseo se producen en la mujer durante la gestación, lactancia y en la menopausia. En las dos primeras circunstancias por aumento del gasto y en la menopausia por la falta de estrógenos. De hecho, los estrógenos disminuyen la pérdida de mineral óseo y ayudan a su reabsorción. En la mujer, el entrenamiento intenso puede producir amenorrea hipoestrogénica, con la consiguiente pérdida de mineral óseo y mayor riesgo de fracturas. En este caso es necesario garantizar un buen aporte de calcio dietético y en los casos más graves proceder a una suplementación de estrógenos, calcitonina y vitamina D. En cualquier caso no se conoce la función de la suplementación de calcio en la prevención y tratamiento de la

osteopenia/osteoporosis (Higher, 1990) y, por tanto, no se debe recomendar una suplementación rutinaria del mismo. En otro sentido, el ejercicio físico en sí mismo aumenta la densidad ósea (Beshgetoor y cols, 2000).

Respecto a las vitaminas, la influencia en el rendimiento físico-deportivo se centra en las de tipo hidrosolubles, tal y como se puede expuso en el capítulo precedente y se puede apreciar en la Tabla III.

Tabla III. Vitaminas y sus funciones en el metabolismo del ejercicio.

VITAMINAS	INGESTA DIARIA RECOMENDADA ^a	PRINCIPALES FUNCIONES FISIOLÓGICAS EN EL EJERCICIO
Vit A (retinol)	750ng/día	
Vit B1 (tiamina)	0.1 mg/MJ	energía
Vit B2 (riboflavina)	diaria	
Vit B3 (niacina)	0,15 mg/MJ	energía
Vit B6 (piridoxina)	diaria	
Folato	1,8 mg/MJ	energía
Acido pantoténico	diaria	
Biotina	0,02 mg/g	proteína
Vit B12 (cianocobalamina)	dietética	
Vit C (ácido ascórbico)	200 ng/día	
Vit D	No RDA	
Vit E (alfa-tocoferol)	No RDA	
Vit K	No RDA	

a. Adaptado de National Health and Medical Research Council (1991)
Abreviaturas: RDA = ingesta dietética recomendada; ng = nanogramos

Tomado de Burke, L.M., Read, R.S.D. 1993. Dietary supplements in sport. *Sports Medicine*, 15-1; 43-65. Pg 55.

En general no se ha evidenciado que la administración de suplementos de vitaminas conlleven a modificaciones en el estado bioquímico del deportista y, por tanto, o bien a un incremento del rendimiento (Read y Burke , 1993; Williams, 1995, 1998) o bien a una mejor recuperación post-esfuerzo (función

analéptica), salvo excepciones como las verificadas para la riboflavina en mujeres jóvenes (Belko y cols, 1983). Sin embargo, sí es cierto que la carencia de alguna de ellas origina disminución del rendimiento físico-deportivo, dada las funciones previamente expuestas, como son el caso de las vitaminas B₁ y C, y en menor medida por la de riboflavina, nicotinamida, B₆ y B₁₂.

Para terminar este apartado, se debe recordar, que tanto minerales como vitaminas, presentan problemas ligados a su absorción, principalmente en lo que respecta al Fe y Ca, lo cual debe ser tenidos en cuenta al considerar el aporte de los mismos. Póngase por caso como los fitatos afectan a los dos, o los oxalatos y un exceso de grasa en la dieta repercuten en la asimilación del segundo. En sentido contrario, la Vit C mejora la absorción del primero y la Vit D la del segundo.

*** LA ALIMENTACIÓN PARA EL ENTRENAMIENTO.**

La alimentación del deportista en la fase de entrenamiento intenta cumplir con las dos primeras funciones de la preparación biológica, preventiva y optimizadora del rendimiento, y particularmente con la tercera de tratamiento, en los casos pertinentes. Estas funciones se ocupan en evitar que no se produzca un agotamiento de las fuentes energéticas durante la realización del entrenamiento, así como mejorar la recuperación del organismo tras el esfuerzo físico. Particularmente, intentar ayudar a mejorar una deficiencia dietética de un nutriente. Para cumplir con estas funciones no se debe optar por buscar la suplementación indiscriminada de alimentos o nutrientes especiales, sino que se debe optar por tener una dieta suficiente, equilibrada y sana, lo que requiere una educación del deportista en hábitos alimenticios adecuados (Girard, 2000a; Konopka, 1988; Villa y cols, 2000). Además se debe considerar las necesidades particulares que puede tener el deportista atendiendo a su especialidad deportiva, dado que entre unas y otras pueden haber ligeras diferencias. Póngase por caso las particularidades indicadas por nosotros para atletas de medio fondo y fondo (Valero y Delgado, 1999) o las de Roy y cols (2000) para deportistas de fuerza. En todo momento, se deben

cumplir todas las premisas expuestas hasta el momento en este capítulo, en cuanto a aporte de nutrientes, a las que se deben sumar las siguientes premisas prácticas.

En principio, es primordial que se planifique adecuadamente los horarios de comida y entrenamiento. Para ello hay que respetar un tiempo aproximado de 3 horas entre comida y entrenamiento intenso, así como un tiempo de una hora entre la finalización del entrenamiento y una ingesta importante de comida, para evitar que exista un conflicto de intereses entre las necesidades incrementadas de aporte de sangre a tubo digestivo y musculatura que requiere el proceso digestivo y el esfuerzo físico, respectivamente. De no ser así se vería comprometido, por una parte, el rendimiento por malestar digestivo o, por otra parte, la recuperación por falta de oxígeno.

El agua es el nutriente del que debe cuidarse más la ingesta. Beber agua, aunque no se tenga sed, debe ser un hábito que se enseñe al deportista desde muy temprana edad en las clases de educación física o en casa (véase por ejemplo Delgado, 2000). Con ello se evitarán problemas de termoregulación y deshidratación con los accidentes que ello trae aparejado como el golpe de calor y las lesiones musculotendinosas, como se expusieron previamente.

Por último, la dieta en período de entrenamiento se caracteriza por un mayor reparto de las ingestas de comida al día. Las ingestas intermedias deberían ser de frutas frescas y secas, frutos secos en pequeñas cantidades y cereales enteros o productos elaborados a partir de ellos. Sin embargo, se observa cómo el grupo de alimentos mayoritariamente consumidos en las ingestas intermedias son productos ricos en calorías vacías (azúcares refinados) pero pobres en otros nutrientes, aunque como en todo se presentan excepciones como las halladas en deportistas españoles de alto rendimiento preolímpicos (AA.VV., 1992).

*** LA ALIMENTACIÓN PARA LA COMPETICIÓN.**

La alimentación del deportista ante la competición se suele estructurar en tres momentos diferentes, siendo muchos de los requisitos aplicados a la misma idénticos a los que se debe realizar ante las sesiones de entrenamiento, máxime cuando las mismas son de alta carga de trabajo, bien por la intensidad o el volumen del mismo. Estos momentos, fases o períodos son: previo, durante o tras la competición. Veamos cada uno de ellos, siguiendo la estructura expuesta en nuestra obra previamente citada (pg 249-257), complementando con datos expuestos en las tablas 8.1.a. y b.

a. La alimentación en la fase previa a la competición

Al hablar de la fase previa a la competición se quiere hacer mención tanto a los días anteriores a pruebas competitivas o pruebas de control de entrenamiento de importancia, como a las horas previas a las mismas. La manipulación de la alimentación en este período de tiempo va a estar en función de las necesidades energéticas requeridas para el tipo de prueba o entrenamiento, sin olvidar nunca los requerimientos en composición corporal en las diferentes especialidades deportivas, como se refirió al principio del capítulo.

Si se compara las recomendaciones de ingesta de nutrientes entre la fase de entrenamiento y previa a la competición en las tablas 8.1.a.y b., considerando la misma desde 7 a 2 días antes del evento, los pocos cambios que se aprecian se resumen en los siguientes:

- Disminución suave en el aporte porcentual de proteínas;
- Incremento en la ingesta de carbohidratos, tanto en valores absolutos como porcentuales, siendo especialmente importante llegar al 70-80% del total de la energía consumida cuando se requiere realizar una repleción del glucógeno muscular;
- Descenso ligero del consumo de lípidos;
- Aporte adecuado de líquidos, atendiendo a las necesidades, pero con disminución o restricción del aporte de alcohol.

A nivel general, para pruebas de endurance se requerirá tener unas reservas de glucógeno elevadas (Girard, 2000b; Jeukendrup y Jentjens, 2000) y para pruebas o entrenamientos de fuerza, se requerirá un aporte adicional de proteínas de fácil asimilación en las horas que anteceden la realización de la actividad física (Roy y cols, 2000).

a.1. Manipulación dietética para aumentar las reservas de glucógeno

Las reservas de glucógeno muscular condicionan en gran medida el rendimiento físico, sobre todo, en las actividades de larga duración y de baja-moderada intensidad. Por ello una manipulación dietética que origine un aumento de estas reservas puede ser muy favorable (Girard, 2000b; Haff y cols, 2000; Walker y cols, 2000).

Para llevar a cabo esta manipulación se han utilizado dietas ricas en carbohidratos los días previos a la competición. Así, en diferentes experiencias realizadas utilizando diferentes tipos de dietas en los tres días previos a una competición la repleción de glucógeno muscular varía claramente (**Fig 8.1.**).

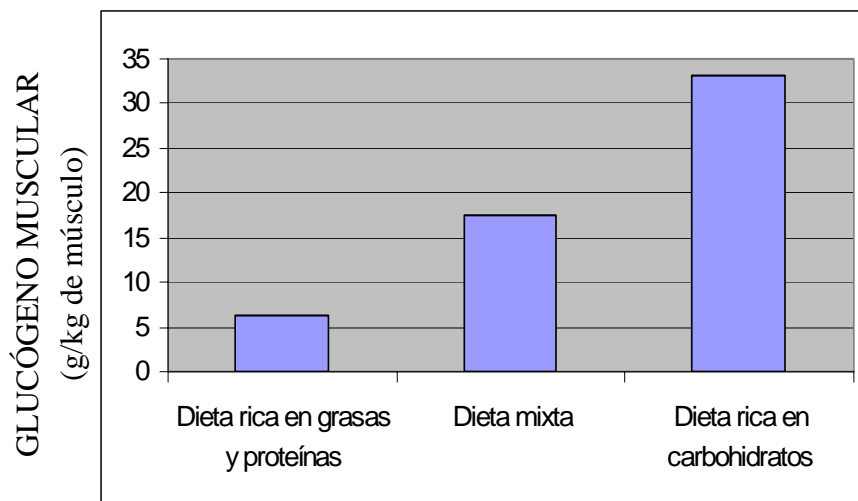


Fig.8.1. Repleción del glucógeno muscular ante diferentes tipos de dietas. (realizadas 3 días antes de la competición)

Las dietas hiperglucídicas son las que posibilitan un mayor aumento en las reservas de glucógeno, lo que permite obtener a los deportistas un mayor rendimiento físico. Así, en estudios realizados en corredores, a mayor reserva inicial de glucógeno, mayor capacidad de soportar el esfuerzo prolongado, aunque la velocidad inicial no sea superior al comparar corredores con diferente concentración inicial de glucógeno. Por el contrario, la velocidad final es mayor en aquellos que empiezan con mayores reservas, lo que les permitía mantener la concentración de glucógeno por encima de niveles críticos que hacen perder ritmo de carrera (aproximadamente 3 gr/kg de músculo). Igualmente, en experiencias realizadas en laboratorio, se aprecia que con una concentración de 5,8 gr de glucógeno/kg de músculo se soporta 1h 15min en cicloergómetro a una intensidad aproximada del 75 % del $VO_{2\text{ máx}}$, mientras que con unas reservas de 46,8 gr/kg de músculo se realizan 4h 45min de ejercicio a la misma intensidad (Astrand, 1986).

Se han utilizado diferentes métodos para conseguir incrementar las reservas de glucógeno muscular:

- *Régimen hiperglucídico*. Consiste en que 3-4 días antes de la prueba se aumenta la ingesta de carbohidratos hasta aproximadamente el 70 % del total de energía, e incluso más. En este período el individuo realiza descanso activo, es decir sigue entrenando pero a un nivel muy suave. La reserva de glucógeno aumenta desde valores basales de 15-17 gr/kg de músculo a valores de 25 gr/kg de músculo.

- *Régimen hiperglucídico con vaciamiento previo*. Del 5^o al 3^{er} día previo a la prueba o competición se realiza una dieta mixta, pero se aumenta notablemente la intensidad del entrenamiento (por encima del 80 % del nivel máximo del atleta) para de esta forma vaciar las reservas de glucógeno muscular. Este vaciamiento provoca la formación de enzimas intermediarios en la síntesis de glucógeno, como la glucógeno sintetasa. A continuación, y durante los tres últimos días que anteceden a la prueba, se realiza una dieta hiperglucídica y un descanso activo con la finalidad de aumentar las reservas de glucógeno en mayor medida que con el régimen anterior (hipercompensación). De esta forma las variaciones del glucógeno almacenado

son: al inicio, 17 gr/kg de músculo; tras los dos días de vaciado, 5-7 gr/kg de músculo; y al final del régimen, 35-37 gr/kg de músculo, lo cual supone unas reservas superiores de glucógeno si se compara con el primer tipo de régimen.

- *Régimen dissociado*. Del 7^o al 6^o día previo a la prueba: dieta mixta y entrenamiento intenso (vaciamiento de glucógeno). Del 5^o al 4^o día: dieta rica en proteínas y lípidos, entrenamiento normal. Del 3^{er} al 1^{er} día: dieta exclusiva de carbohidratos y descanso activo. Con este régimen se consigue una repleción de 50 gr de glucógeno/kg de músculo, lo que supone un importante incremento en las reservas del mismo. El mantenimiento de este tipo de manipulación dietética por largos períodos de tiempo, puede llevar a desequilibrios alimenticios, principalmente ligados a insuficiencia de vitaminas hidrosolubles. Además, a más corto plazo puede provocar claros inconvenientes. Así, en las primeras fases del régimen y dada la dieta rica en lípidos y proteínas se pueden producir digestiones pesadas, molestias gástricas y flatulencias. Además, esta manipulación puede afectar negativamente los niveles de colesterol circulante. Por otra parte, la metabolización de lípidos y proteínas ocasionan un aumento de metabolitos ácidos que pueden llegar a ocasionar cierto grado de acidosis que junto con la falta de carbohidratos puede ocasionar sensación de fatiga. La dieta hiperglucídica, por su parte puede producir un elevado almacenamiento de agua, que puede llevar a aumentar el peso de la persona en 2 kg o más. Esto puede provocar sensaciones de rigidez y pesadez, que puede llegar a provocar calambres musculares y fatiga prematura. Esto supone un mayor gasto energético durante la actividad física, por tener que desplazar un mayor peso. Se han descrito también otra serie de inconvenientes entre los que destacan: estrés psicológico (que se puede evitar si el sujeto ha sido entrenado a realizar esta manipulación), mioglobinuria (que puede llevar a insuficiencia renal aguda), dolor precordial y cambios electrocardiográficos (sobre todo en caso de dolencias cardíacas preexistentes).

Por todo ello, si se desea aumentar las reservas de glucógeno, se recomienda el régimen hiperglucídico con vaciamiento y siempre que el atleta lo haya ensayado durante la temporada, antes de que se produzca la

competición. En cualquier caso, todo dependerá de la duración de la prueba, siendo aconsejables estas manipulaciones dietéticas en pruebas de larga o media duración (a partir de 30-40 minutos) (Williams, 1995, 1998).

Si se considera la alimentación en los dos días previos a la competición, como durante dicho día, incluyendo el propio evento deportivo, y considerando las premisas expuestas en la repleción del glucógeno muscular, se pueden establecer los siguientes criterios de la dieta para la competición respecto a la de entrenamiento, según exponen Economos y cols (1993):

- Incremento hasta 100-150 kcal /kg/día para hombres y 80-150 kcal/kg/día para mujeres;
- Aumento ligero de la ingesta de proteínas;
- Incremento notable de carbohidratos, hasta 12-13 g/kg/día, cuidando la ingesta de alimentos ricos en fibra y azúcares simples;
- Disminución drástica del consumo de lípidos, incluso hasta el 0% de la ingesta energética;
- Compensación adecuada del aporte hidromineral y vitamínico.

En otro sentido, es necesario conocer los requisitos de la comida previa a la competición, así como de la ingesta de alimentos antes del evento.

a.2. Comida previa a la competición

La comida previa a la prueba debe ajustarse a los patrones normales del equilibrio alimenticio, evitando carnes y grasas saturadas, así como un alto contenido en fibras, alimentos que provoquen malestar digestivo y pesadez, así como todo tipo de comida muy condimentada. A consecuencia de ello, la comida se convierte en hiperglucídica, debiéndose tomar como muy tarde dos horas y media antes de la actividad (Garnier y Waysfeld, 1995). En un estudio muy reciente se puede analizar el tiempo ideal para dicha comida (Maffucci y McMurray, 2000). Después no se tomará ninguna comida importante, salvo momentos antes de la prueba, que se realizará la denominada ración de espera, como se verá a continuación.

a.3. Ración de espera

Debido al estrés emocional que supone la realización de una competición a cualquier nivel deportivo, se suele producir un relativamente alto consumo metabólico de glucosa en los momentos previos a la misma. En consecuencia se aconseja realizar una ingesta de alimentos, que ha sido denominada ración de espera. Esta puede realizarse de diferentes formas, atendiendo a las preferencias mostrada por cada persona (Garnier y Waysfeld, 1995):

- Exclusivamente ingiriendo líquidos, tomados aproximadamente hasta 30 minutos antes de la realización de la actividad. Los líquidos más aconsejables para ingerir son el agua; el zumo de frutas o verduras diluidos al 50% y, en algunos casos, con levulosa o azúcar; las bebidas no han de ser carbonatadas y para ciertas actividades deportivas y en personas habituadas se puede ingerir medio café sólo, para movilizar más rápidamente las grasas.
- Comidas semilíquidas, que se digieren con facilidad y ayudan a la hidratación e incorporación energética, a la vez que ocasionan la sensación de saciedad y alivian la sensación de hambre y vacío estomacal. Los preparados de comidas semilíquidas pueden ser, a título de ejemplo, purés de verduras, frutas o cereales diluidos, a veces elaborados o mezclados con yogurt.
- Alimentos diversos que cada deportista elige porque le quitan la sensación de hambre y no le ocasionan malestar digestivo. En este sentido, suele ser corriente la fruta fresca entera, frutas secas, frutos secos o algún tipo de galleta, elemento este último que, como otros ricos en carbohidratos refinados, pueden generar ciertos problemas, como veremos a continuación.

No se recomienda en absoluto la ingesta de sacarosa (azúcar blanca), tabletas de glucosa, ni cualquier otro alimento muy concentrado de glucosa en los 30-40 minutos que anteceden a la prueba o competición. La razón es que pueden dar lugar a un cuadro denominado *hipoglucemia reactiva*, que va a ser causa de malestar físico y agotamiento prematuro durante la realización de la actividad física. Esto se debe a una disminución de los niveles de glucosa por debajo de los valores basales, que aunque se ha comprobado recientemente

no ha ido pareja a una disminución del rendimiento (Stannard y cols, 2000). Así, ante una ingesta de carbohidratos simple, la insulina aumenta su concentración en sangre con el fin de regular la glucemia sanguínea. El aumento de esta hormona junto con el mayor consumo de glucosa ligado a la actividad física ocasiona descenso de glucemia (hipoglucemia). Además, la insulina inhibe la producción hepática de glucosa con lo que la hipoglucemia no consigue remontarse adecuadamente. A nivel del sistema nervioso central esta hipoglucemia puede determinar pérdida de conciencia. La fructosa o los carbohidratos complejos determinan una menor respuesta insulínica, por lo que es más difícil que se produzca este cuadro de hipoglucemia reactiva. A pesar de ello, existen algunas dudas en cuanto a que este cuadro se produzca obligatoriamente en todas las circunstancias, dado que en sujetos no deportistas la ingestión de 43 g de carbohidratos 30 minutos antes de un ejercicio prolongado submáximo frente a tomar un placebo o no tomar nada, se presentó como la forma más positiva de mantener el esfuerzo (Maliszewski y cols, 1995).

En cualquier caso y para evitar sorpresas desagradables, la ingesta de la ración de espera requiere de un período de adaptación durante los entrenamientos de la temporada. Como todo componente del proceso de entrenamiento, debe ser planificado.

b. La alimentación durante la competición

La posibilidad de poder ingerir alimentos durante la competición va a venir condicionada por diferentes factores. Unos son de carácter endógeno y están referidos a la tolerancia del individuo para comer durante la realización de actividad física y que eso no implique malestar digestivo. Otros son factores exógenos tales como el tipo de deporte (sería difícil comer durante una prueba de natación o submarinismo, aunque ya se haya conseguido, mientras que es fácil en ciclismo o durante los descansos), la duración de la actividad física (no tiene sentido comer en actividades de corta duración) y la reglamentación de los distintos deportes (según permitan o no la ingesta de alimentos).

La ingesta de agua azucarada al 2,5-5% es la manipulación dietética más recomendable ante actividades de larga duración con carácter continuo como pueden ser la maratón, el ciclismo en ruta, las travesías de esquí de fondo, el triathlon u otras (Girard, 2000b; Jeukendrup y Jentjens, 2000; Williams, 1998). Esto posibilita el mantenimiento adecuado de la glucemia sanguínea, factor limitante en este tipo de actividades, como se analizó en el apartado anterior. El problema de la hipoglucemia reactiva aquí no se daría dado que no se produce un estímulo marcado de la secreción de insulina, sino que por el contrario se encuentra inhibida al estar realizándose ejercicio físico.

En actividades que posibilitan el descanso durante la competición (deportes colectivos y deportes individuales en forma de concurso) y que tienen una larga duración, se aconseja realizar la denominada *ración de medio tiempo*. Con esta ración se intenta conseguir (Delgado y cols, 1997):

- a) hidratar (para reponer los líquidos perdidos por el sudor en situaciones climáticas calurosas y de alta humedad ambiental);
- b) aportar carbohidratos (para contrarrestar la posible disminución de los niveles de glucosa sanguínea y evitar la hipoglucemia);
- c) alcalinizar (para contrarrestar la acidosis metabólica ocasionada por la actividad física, lo que se consigue ingiriendo aguas bicarbonatadas);
- d) aportar sales minerales (para compensar las pérdidas por sudor). Se recomiendan fundamentalmente caldos ligeramente salados, soluciones alcalinas no carbonatadas, soluciones azucaradas (20 gr de glucosa en 250 ml de agua) y zumos de frutas.

c. La alimentación en la fase de recuperación

Las manipulaciones dietéticas en este sentido pueden producirse, básicamente, en dos momentos: una vez terminada la prueba (inmediatamente después) y durante los días siguientes. En cualquier caso, hay que destacar desde el primer momento, que la recuperación es el elemento fundamental que permite que el siguiente entrenamiento o la siguiente competición se realicen en las mejores condiciones posibles. Por ello, la alimentación en esta fase debe

ser cuidada de manera obligatoria, atendiendo como siempre a las normas de una correcta alimentación.

El análisis de la pauta alimenticia una vez terminado el entrenamiento o la competición se diferencia, por tanto, en dos momentos diferentes; inmediatamente terminada la actividad física y en las 24-48 horas que siguen.

c.1. Inmediatamente después de la actividad física

A la ingesta de alimentos realizada inmediatamente después de la finalización del entrenamiento se le denomina *ración de recuperación*, la cual debe cumplir las siguientes características (Delgado y cols, 1997):

- a) hiperhídrica (para rehidratar y facilitar la diuresis y con ello la evacuación de todos los productos tóxicos producidos durante la actividad);
- b) bicarbonatada (para compensar la acidez del medio interno);
- c) hipercalórica (con alimentos de poco volumen pero altamente nutritivos);
- d) hipoprotéica (para no acumular más nitrógeno del formado en los metabolitos nitrogenados);
- e) suficiente en vitaminas y minerales, sobre todo Na, K, Mg y Ca, debiéndose considerar el aporte de sustancias antioxidantes.

Como se puede apreciar en la tablas 8.1.a. y b. se debe aportar de 1.0-1.5 g/kg de carbohidratos y reemplazar cada libra de peso corporal pérdida con 16 onzas de agua o su equivalente inmediatamente después del ejercicio.

Para cumplir con estas características se recomiendan bebidas con bicarbonatadas alcalinas, leche descremada o desnatada o yogurt (este último al estar fermentado es más fácil de digerir). En cuanto a la reposición del glucógeno muscular, son tan válidos los carbohidratos simples como los complejos, al menos en las primeras 24 horas (Girard, 2000b).

c.2. Dieta de recuperación

La dieta de recuperación realizada durante el propio día de entrenamiento o competición y el día siguiente, tiene que ser adecuada para permitir una buena desintoxicación del organismo y una reposición de los

sustratos energéticos gastados. Para ello, en concordancia con las pautas anteriores de la ración de medio tiempo y la ración de recuperación, se aconseja que esta dieta cumpla los siguientes requisitos:

- a) Hidratar, ingiriendo agua mineral sin gas, leche, preferible desnatada, y zumos, hasta un total de aproximadamente 1,5 litros en 24 horas;
- b) Reponer los electrolitos perdidos, fundamentalmente el sodio, si la actividad ha sido muy intensa y prolongada, y el potasio, por ejemplo en forma de glutamato potásico, para mantener una correcta kaliemia plasmática que permita la recuperación.
- c) Facilitar la reposición de glucógeno muscular y evitar la hipoglucemia. La hipoglucemia postesfuerzo se regula en 2-3 horas por procesos reguladores de la glucemia sanguínea y por neoglucogénesis. La reposición de glucógeno a partir de las 24 horas de realizado el esfuerzo se hace más efectiva mediante carbohidratos complejos que con azúcares simples. Economos y cols (1993) recomiendan una ingesta superior a los 600 g de carbohidratos en las primeras 24 h.
- d) Aportar poca cantidad de lípidos, pues salvo actividades de muy larga duración se consumen poco. La forma más conveniente es a través de la ingesta de aceites u otros alimentos que contengan grasas insaturadas.
- e) Ayudar a la desintoxicación, evitando la ingesta de una alta cantidad de proteínas, que en su catabolismo producirían nuevos metabolitos ácidos y tóxicos para el organismo como la urea, el ácido úrico, la creatinina, etc.
- f) Aportar suficiente cantidad de vitaminas que permitan la regeneración del tejido muscular, en especial las vitaminas de complejo B.

Después de las competiciones se suele repetir continuamente una práctica dietética no del todo recomendable bajo el punto de vista de ayuda a la recuperación "física" del organismo: los *festejos* (Delgado y cols, 1997). Idealmente estos deberían ser relegados para dos días después como mínimo, cuando el organismo ya ha realizado su desintoxicación y regeneración. En estas celebraciones se atenta verdaderamente contra casi todos los principios de una buena restitución orgánica. La hidratación suele ser correcta aunque a expensas de bebidas con alto contenido en alcohol, el cual jamás debería sobrepasar el 10% de las calorías totales ingeridas. Recordar que el alcohol

tiene un importante efecto diurético y si lo que se desea es recuperar el líquido perdido, se está realizando una práctica contraproducente. En otro sentido, el alcohol inhibe los procesos de regeneración del glucógeno muscular. El aporte de calorías es excesivo y generalmente debido a un alto contenido de alimentos ricos en proteínas y grasas, lo que además de dificultar la digestión, aumenta la generación de productos metabólicos inadecuados para la fase de recuperación. Generalmente se suelen tomar carbohidratos, pero en cantidad insuficiente para las necesidades de regeneración. Por su parte, el aporte de vitaminas y minerales suele estar asegurado, aunque la ausencia de alimentos crudos podría llevar a insuficiencia de alguno de ellos.

*** SUPLEMENTACIÓN DIETÉTICA EN EL DEPORTE.**

La suplementación dietética en el ámbito del deporte es algo habitual, fenómeno que no debe extrañar si se considera que dicha suplementación es tan bien corriente en personas que no realizan entrenamiento deportivo, como se refleja en estudios americanos que indican del 40 al 67% o en australianos que oscilan en el 47% (Burke y Read, 1993). Lo especialmente llamativo de la alimentación del deportista es que en algunas especialidades se llega a valores del 100% de la población que lo práctica, poniéndose por caso, de todos conocidos, el culturismo (Kleiner y cols, 1989), donde además, como se ha comentado antes, se producen otro tipo de trastornos del comportamiento (Brooks y cols, 2000). En un estudio, aunque no muy reciente, realizado por la Federación de medicina del deporte australiana se halló un valor del 47% de consumo para un total de 4064 atletas estudiados de diferentes especialidades, siendo más alto dicho porcentaje en deportistas de especialidades individuales que de equipo (Australian Sports Medicine Federation, 1983). Por tanto, dado por supuesto el hecho de la suplementación en el deporte, en este último apartado se analizará la más habitual y conocida.

En principio se debe diferenciar la suplementación dietética de las ayudas ergogénicas nutricionales (Burke y Read, 1993), ya comentadas en el capítulo anterior. Las primeras cumplen las siguientes características:

- Contienen nutrientes en cantidades similares a las recomendaciones diarias y en proporciones similares a las que se encuentran en los alimentos;
- Se aportan en cantidades adecuadas que permiten asimilar los nutrientes;
- Ayuda a conseguir los requerimientos fisiológicos o nutricionales de un deportista;
- Alternativamente, contiene nutrientes en cantidades que permite compensar un déficit nutricional;
- Ha sido verificado que ayuda a mejorar el rendimiento deportivo;
- La eficacia del correcto uso esta reconocida por fisiólogos del ejercicio o expertos en nutrición deportiva.

Las ayudas ergógenicas nutricionales se diferencian principalmente de ellas en que se aportan en dosis mucho más elevadas, en muchas ocasiones por encima de las recomendaciones de nutrientes diarias (cuando aportan directamente dicho nutriente). Además en muchos casos su potencial ergogénico no ha sido suficientemente verificado e incluso en muchos casos puede estar incumpliendo la normativa de sustancia dopante (Williams, 1994).

Ambos tipos de sustancias, como se avanzaba en el I Congreso Mundial de Alimentación Deportiva, en palabras de Rogozkin (AA.VV., 1992), tienen un amplio abanico de utilidades:

- a) En actividades prolongadas y entre entrenamientos.
- b) Acelerar los procesos de recuperación.
- c) Regulación hidroelectrolítica y termoregulación.
- d) Corregir la masa corporal.
- e) Orientar el desarrollo de la masa corporal.
- f) Reducir el volumen de la ración diaria de comida durante la competición.
- g) Orientar cualitativamente la ración de precompetición.
- h) En condiciones de gran estrés.
- i) Corregir de forma urgente el desbalance ante el entrenamiento o competiciones múltiples.

Aunque muchas de esas funciones pueden ser suplidas mediante la propia ingesta de alimentos, en diferentes situaciones puede ser necesaria su utilización.

Entre la **suplementación nutricional** se encuentran las siguientes medidas, muchas de las cuales han sido referidas previamente:

- Bebidas deportivas (bebidas con carbohidratos y electrolitos): para utilizar durante la competición o en la recuperación inmediata;
- Comida líquida: para utilizar como suplemento alto en energía, reducir el volumen de comida previo a la competición y como ración de espera;
- Suplementos multivitamínicos/minerales: para compensar gastos de la actividad y tratar posibles estados carenciales.
- Suplementación de hierro: para la prevención y tratamiento de deficiencias de hierro –anemias-.

La mayoría de esta suplementación ha sido verificada científicamente, hallándose relevante en el cumplimiento de las funciones para las que fueron diseñadas. Posteriormente trataremos con más profundidad algunas aún no referidas en este capítulo.

Entre las **ayudas ergogénicas nutricionales** se encuentran una heterogeneidad de suplementos o sustancias (Bucci, 1993, 1994; González y Villa, 1998; Williams, 1995, 1998), que en un intento de síntesis se exponen en la Tabla 8.IV., atendiendo a su principal funcionalidad ergogénica (para más información volver al capítulo 7). En cualquier caso, como se acaba de referir, mucha de la información que se dispone de los mismos requiere de contrastación científica más exhaustiva.

Tabla 8.IV. Ayudas ergogénicas nutricionales según funcionalidad.

Reposición de ATP/PC	Aspartatos de K y Mg ATP y creatina Glicina y inosina Colina
Neutralizar acidosis	Bicarbonato sódico Iso-citrato sódico Taurina y ácido málico
Eliminación de metabolitos: • Urea y ácido úrico • Amoníaco • Hepatoprotector	Arginina y taurina Citrulina (malato), arginina, ornitina y ácido málico Glucoronamida
Anabolizantes	Arginina y ornitina Creatina Amino-ácidos de cadena ramificada Glutamina
Metabolismo aeróbico	Carnitina Coenzima Q10 Amino-ácidos de cadena ramificada Triptófano Cafeína / guarana Ácidos grasos de cadena media y ácidos grasos poliinsaturados ómega 3 Glicerol Fosfato sódico Ácido pangámico (DMG o dimetilglicina) Dihidroxiacetona piruvato (DHAP)
Antioxidantes	Vit E, Vit C y beta-carotenos Selenio Glutation reducido Coenzima Q10 Cisteina y taurina (N-acetil-cisteina) Glucosa y ácido úrico CAPS (CoQ10, Vit C, inosina y Vit E) Otros: Propionol-L-carnitina, ferulatos, hidroxitolueno butilato (BHT), polen (polbax).
Recuperación general	Ginseng y eleuterococo Polen y jalea real Levaduras y espirulina Sueroterapia Homeopatía Alcohol y drogas blandas Octacosanol

Dada la amplitud de información que habría que realizar para analizar cada uno de estos suplementos y ayudas ergogénicas nutricionales, espacio del cual no se dispone en la presente obra, se expone a continuación en la Tabla 8.V. una guía para el uso racional de los mismos, atendiendo a aquellas utilidades que han sido suficientemente documentadas a nivel científico (Bucci, 1994).

Tabla 8.V. Guía para la utilización racional de suplementos y ayudas ergogénicas nutricionales con eficacia documentada.

Ejercicio aeróbico: carrera, ciclismo, natación, esquí, eventos deportivos o entrenamientos que una duración superior a 60 minutos	
Bebidas con carbohidratos/electrolitos	400-600 ml antes del evento y 100-200 ml cada 15 min durante el evento.
Supercompensación de glucógeno (repleción de glucógeno) - eventos simples:	60-70% de carbohidratos en la dieta desde una semana antes; disminuir esfuerzo a la mitad en los dos días previos; consumir más de 300 gr de carbohidratos (bajo en grasa, bajo en fibra, complejos) 3-4 h antes; consumir 500-700 mg/kg de peso de carbohidratos (azúcar) inmediatamente después del ejercicio
Ingesta de proteínas	Mantener 1.8-2 g/kg/día durante entrenamiento extenuante
Hierro	Si existe anemia o depleción de hierro, añadir 15-50 mg de suplementación de hierro desde quelatos orgánicos; incrementar ingesta de hierro hemo (carnes rojas) y Vit C (frutas frescas y vegetales)
Cafeína	200-300 mg (2-3 tragos breves de café) una hora antes
Complejo vitamínico B	altas dosis de tiamina y ácido pantoténico (100-2000 mg /día de cada uno)
L-carnitina	1.0-3.0 g/día
Coenzima Q10	60-100 mg/día
Mezcla de antioxidantes	vit E, 400-800 UI/día; Vit C, 500-2000 mg/día; beta-caroteno, 25.000-100.000 UI/día; selenio, 100-250 ng/día.
Ejercicio anaeróbico: levantamiento de pesas, bodybuilding, saltos y lanzamientos, eventos de máxima intensidad (instantáneos o ejercicio exhaustivo de duración inferior a 60 minutos)	
Ingesta de proteínas	100-200 g/día (2.0-2.5 g de proteínas/kg/día)
Bicarbonato sódico ^a	0.2-0.3g/kg de 1-3 h antes del ejercicio, consumiendo agua al libitum
Mezcla de antioxidantes	Igual que en ejercicio aeróbico.

a. En trabajos realizados por nosotros hemos encontrado resultados potencialmente positivos mediante citrato sódico (Feriche y cols, 1999; 2000).

Abreviaturas: Vit, vitamina; UI, unidad internacional; ng, picogramos.

Tomado de Bucci, L.R. 1994. Nutritional ergogenic aids. En: I. Wolinsky e J.F. Hickson, *Nutrition in exercise and sport*. 2nd edition. CRC Press. Boca Raton, Florida. Pg 329.

Considerando lo expuesto en la tabla y para terminar, se exponen una serie de ideas sobre las diferentes suplementaciones que se presentan en la misma y que no han sido tratadas con anterioridad en este capítulo o en el anterior.

Posiblemente de todas las expuestas, es la **reposición hidroelectrolítica y carbohidratada** la más documentada. Como condiciones necesarias para que dicha suplementación tenga efectos verdaderamente beneficios sobre el entrenamiento y la competición se encuentran las que se establecen en la Tabla VI.

Tabla VI. Condiciones para que la reposición hidroelectrolítica tenga efectos ergogénicos.

CONDICIONES	PARÁMETROS
Antes de deshidratación	
Alta temperatura ambiental	>30°C (> 80°F)
Alta temperatura corporal	>39°C (>104°F)
Alta humedad relativa	> 80%
Elevada radiación solar	A la luz del sol, superficies que reflectan (arena, nieve, agua, concretas)
Ausencia de aire en movimiento	Sin viento o viento ligero por detrás
Elevada pérdida de sudor	> 2 l/h
Ausencia de aclimatación al calor	
Sujetos desentrenados	
Intensidad del ejercicio	>75% VO ₂ máx
Duración del ejercicio	> 1h
Producto intensidad x volumen del ejercicio	>25%
Porcentaje elevado de grasa corporal	
Vestimenta excesiva o muy cerrada	Buceo, nado, water polo
Ejercicio bajo el agua	>1500 m (> 1 milla)
Altitud	Especialidades realizadas por peso como luchadores, boxeadores, bodybuilding, levantadores
Restricción voluntaria de líquidos	Sobredosis de cafeína, tiacidas, furosamidas, bumetanide, spironolactona, etc.
Drogas diuréticas	
Ciertas enfermedades	Diabetes, enfermedad renal.

Tomado de Bucci, L.R. 1994. Nutritional ergogenic aids. En: I. Wolinsky e J.F. Hickson, *Nutrition in exercise and sport*. 2nd edition. CRC Press. Boca Raton, Florida. Pg 329.

En cuanto a las recomendaciones de cómo llevar a cabo dicha reposición de agua, electrolitos y carbohidratos, según las circunstancias, Gisolfi y Duchman (1992) indican las siguientes (Tabla 8.VII.), atendiendo al tipo de evento deportivo.

Tabla VII. Recomendaciones sobre reposición hidroelectrolítica y carbohidratada. (Tomado de Gisolfi, C. y Duchman, S. 1992. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Med Sci Sports Exerc*, 24; 679-687)

Tiempo del evento	Ejemplos	Intensidad (%VO ₂ máx)	Consideraciones	Recomendaciones
< 1 hora	Muchos deportes de equipo; algunos eventos ciclistas; casi todos las especialidades atléticas.	75-130	Tiempo limitado para beber; ausencia de deseo de beber; disminución de vaciado gástrico por elevada intensidad del ejercicio.	Ingesta de 300 a 500 ml al 6-10% de CHO, o a 15 min antes del evento
1-3 horas	Fútbol; marathón de élite; algunos eventos ciclistas.	60-90	Potencial para hiperglicemia; hipovolemia; hipertermia; Deshidratación; depleción de glucógeno	Beber 300-500 ml de agua antes e ingerir 800 a 1600 ml/h de una bebida fría (5-15°C) al 6-8% de CHO durante el evento con 10-20 mmol/l de Na y Cl.
3 horas	Triatlón y otras formas de ultramarathón.	30-70	Igual que arriba, añadiendo hiponatremia	Beber 300-500 ml de agua antes e ingerir 500 a 1000 ml/h de una bebida fría (5-15°C) al 6-8% de CHO durante el evento con 20-30 mmol/l de Na y Cl.
Recuperación			Resíntesis de glucógeno Recuperación de agua y electrolitos	Bebida con 30-40 mmol/l de Na y Cl e ingesta de CHO a razón de 50g/h

Abreviaturas. VO₂ máx = consumo máximo de oxígeno; CHO = carbohidratos; Na = sodio; Cl = cloro

Por otra parte, en lo que respecta al **aporte** específico precompetitivo-preentrenamiento en **proteínas o amino-ácidos simples**, aún no está del todo resuelto. Con frecuencia se recomienda una mezcla de glucosa-proteína (10 a 20 gr) agregada a la leche; y esto siempre que el atleta esté acostumbrado y se

vaya a realizar una actividad o entrenamiento de fuerza muscular importante (Garnier y Waysfeld, 1995). Este aporte debe ser equilibrado con el resto de la dieta del individuo. La posible mejora que pueden producir dichos aportes vendrá dada principalmente, por la acción fármaco dinámica de los aminoácidos que lleven las proteínas en su composición. Así, por ejemplo, la glicocola actúa en la formación de creatina o el propio aporte de monohidrato de creatina, supone una mayor resíntesis de fosfocreatina, que es una fuente energética fundamental para el entrenamiento de fuerza. Generalmente se aconseja tomar estos preparados de una a dos horas antes de la iniciación del entrenamiento, para obtener el máximo provecho, al requerirse aproximadamente este espacio de tiempo para que sean asimilados y, por tanto, puedan ser utilizados (para más información véase Rasmussen y cols, 2000). También se aconseja tomar estos complejos entre 4 y 6 horas después del entrenamiento intenso, para reponer la degradación proteica ocasionada, si bien para esta finalidad sería más aconsejable tomar las proteínas a partir de alimentos naturales.

* BIBLIOGRAFIA

1. Astrand, R. 1986. *Fisiología del trabajo físico*. 2ª edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana. 359-381.
2. Australian Sports Medicine Federation. 1983. *Survey of drug use in Australian sport*. ASMF. Parkville.
3. Autores varios. 1992. *Avances en nutrición deportiva. I Congreso Mundial de Nutrición Deportiva*. Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Deportes.
4. Belko, A.Z., Obarzaneck, E., Kalkwarf, H.J.; Rotter, MA., Bogusz, S. y cols. 1983. Effects of exercise on riboflavine requirements on young women. *Am J Clin Nutr*, 37; 509-517.
5. Berry, T.R, Howe, B.L. 2000. Risk factors for disordered eating in female university athletes. *Journal Sport Behavior*, 23(3; 207-218.
6. Beshgetoor, D; Nichols, J.F; Rego, I. 2000. Effect of training mode and calcium intake on bone mineral density in female Master cyclists, runners, and non-athletes. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(3); 290-301.
7. Brooks, C; Taylor, R.D; Hardy, C.A; Lass, T. 2000. Proneness to eating disorders: weightlifters compared to exercisers. *Perceptual Motor Skills*, 90(3 Part I); 906.
8. Brown, R.C; Cox, C.M; Goulding, A. 2000. High-carbohydrate versus high-fat diets: effect on body composition in trained cyclists. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(3); 690-694.
9. Bucci, L.R. 1993. *Nutrients as ergogenic aids for sports and exercise*. CRC Press. Boca Raton, Florida.
10. Bucci, L.R. 1994. Nutritional ergogenic aids. En: I. Wolinsky y J.F. Hickson, *Nutrition in exercise and sport*. 2nd edition. CRC Press. Boca Raton, Florida. Pg 329.
11. Burke, L.M., Read, R.S.D. 1993. Dietary supplements in sport. *Sports Medicine*, 15-1; 43-65.

12. Delgado, M. 1998. La alimentación en la optimización del rendimiento en gimnasia. En: J. López Bedoya, M. Vernetta, F. Panadero (comps.). *Investigación y Gimnasia. Su aplicación práctica*. Universidad de Granada. 21-28.
13. Delgado, M. 2000. Tareas significativas para el desarrollo de hábitos alimenticios saludables desde el área de educación física. En: F. Salinas (coord.). *La actividad física y su práctica orientada hacia la salud*. 43-49.
14. Delgado, M., Gutiérrez, A., Castillo, M.J. 1997. *Entrenamiento físico-deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta*. Barcelona: Paidotribo.
15. Deutz, R.C; Benardot, D; Martin, D.E; Cody, M.M. 2000. Relationship between energy deficits and body composition in elite female gymnasts and runners. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(3); 659-668.
16. Economos, C.D., Bortz, S.S., Nelson, M.E. 1993. Nutritional practices of elite athletes. Practical recommendations. *Sports Medicine*. 16 (6); 381-399.
17. Feriche, B., Álvarez, J., Delgado, M. 2000. Efecto del citrato sódico sobre el tiempo a la fatiga durante un ejercicio de alta intensidad en hipoxia aguda moderada. *Medicina Dello Sport*, 53-2; 179-184. 2000.
18. Feriche, B., Delgado, M., Ocaña, M^a.G., Álvarez, J. 1999. Influencia de la ingestión de un alcalinizante sobre la percepción subjetiva del esfuerzo durante un test incremental. *Archivos de Medicina Deportiva*. XVI-72, 335-342.
19. Fox, E. 1980. *Fisiología del deporte*.
20. Garcia-Roves, P.M; Fernandez, S; Rodriguez, M; Perez-Landaluce, J; Patterson, A.M . 2000. Eating pattern and nutritional status of international elite flatwater paddlers. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(2); 182-198.
21. Garcia-Roves, P.M; Terrados, N; Fernandez, S; Patterson, A.M. 2000. Comparison of dietary intake and eating behavior of professional road cyclists during training and competition. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(1); 82-98.

22. Garnier, A., Waysfeld, B. 1995. *Alimentación y práctica deportiva. Las claves del equilibrio nutricional para mejorar el rendimiento*. Barcelona: Hispano Europea.
23. Girard, S. 2000a. Timing fuel for peak racing. En: S. Girard (ed.), *Endurance sports nutrition*, Champaign, Illinois: Human Kinetics. 51-79.
24. Girard, S. 2000b. (ed.) *Endurance sports nutrition*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
25. Gisolfi, C., Duchman, S. 1992. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Med Sci Sports Exerc*, 24; 679-687.
26. González, J; Villa, J.G. 1998. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Madrid: Síntesis.
27. Gutiérrez, A., González-Gross, M., Delgado, M., Castillo, M.J. 2001. Three days fast in sportsmen decrease physical work capacity but not strength or perception-reaction time. *International Journal of Sport Nutrition*. (En prensa).
28. Haff, G.G; Koch, A.J; Potteiger, J.A; Kuphal, K.E; Magee, L.M; Green, S.B; Jakicic, J.J. 2000. Carbohydrate supplementation attenuates muscle glycogen loss during acute bouts of resistance exercise. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(3); 326-339.
29. Highet, R. 1989. Athletic amenorrhea: an update on etiology, complications and management. *Sports Medicine*, 7; 82-102.
30. Hinton, P.S; Giordano, C; Brownlie, T; Haas, J.D. 2000. Iron supplementation improves endurance after training in iron-depleted, nonanemic women. *Journal Applied Physiology*, 88(3); 1103-1111.
31. Jeukendrup, A.E; Jentjens, R. 2000. Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. *Sports Medicine*, 29(6); 407-424.
32. Kleiner, S.M., Calabresse, L.H., Fielder, K.M., Naito, H.K., Skibinski, C.I.. 1989. Dietary influence on cardiovascular disease risk in anabolic steroid-using and nonusing bodybuilders. *J Am C Nutrit*, 8; 109-119.
33. Konopka, P. 1988. *La alimentación del deportista. Como mejorar el rendimiento mediante una alimentación completa y adecuada*. Barcelona: Martínez Roca.

34. Lemon, P.W.R. 1995. Do athletes need more dietary protein and amino acids?. *Intern J Sports Nutrit*, 5; S39-S61.
35. Maffucci, D.M; McMurray, R.G. 2000. Towards optimizing the timing of the pre-exercise meal. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(2); 103-113.
36. Malczewska, J; Raczyński, G; Stupnicki, R. 2000. Iron status in female endurance athletes and in non-athletes. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(3); 260-276.
37. Maliszewski, A.F., Heil, D., Fredson, P.S., Clarkson, P.M. 1995. Effects of preexercise candy bar ingestion on sedentary men during prolonged submaximal exercise. *Med Exerc Nutrit Health*, 4-1; 40-47.
38. Manual de dietética de la Clínica Mayo. 1987. *Nutrición normal*. Sección 2. Barcelona: Médici. Pg. 16-18.
39. Mataix, J. 1992. Situación nutricional del deportista. En: Autores varios, *Avances en nutrición deportiva. I Congreso Mundial de Nutrición Deportiva*. Ministerio de Educación y Ciencia. Consejo Superior de Deportes.
40. McArdle, W.D. ; Katch, F.I.; Katch, V.C. 1990. *Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento deportivo*. Madrid: Alianza Editorial. Pp. 15-82; 369-452.
41. Newhouse, I.J., Clement, D.B. 1988. Iron status in athletes: an update. *Sports Medicine*, 5; 337-352.
42. Odriozola, J.M^a. 1988. *Nutrición y deporte*. Madrid: Eudema.
43. Rasmussen, B.B; Tipton, K.D; Miller, S.L; Wolf, S.E; Wolfe, R.R. 2000. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal Applied Physiology*, 88(2); 386-392.
44. Riche, D. 2000. Alimentation du sportif: elements de dietetique. *Sport*, 43(2); 2-11.
45. Roy, B.D; Fowles, J.R; Hill, R; Tarnopolsky, M.A. 2000. Macronutrient intake and whole body protein metabolism following resistance exercise. *Medicine Science Sports Exercise*, 32(8); 1412-1418.
46. Saitoh, S; Mukai, N; Suzuki, M. 2000. Effect of time of evening meal ingestion following and intense bout of exercise on muscle glycogen storage

- on next day early in the morning. *Bulletin Institute Health Sport Sciences*, 23; 55-62.
47. Stannard, S.R; Thompson, M.W; Brand, J.C. 2000. The effect of glycemic index on plasma glucose and lactate levels during incremental exercise. *International Journal Sport Nutrition Exercise Metabolism*, 10(1); 51-61.
48. Thompson, R.A., Trattner, R. 1993. (dir.). *Helping athletes with eating disorders*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
49. Valero, A., Delgado, M. 1999. La nutrición en el medio fondo y fondo. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XIII-4, 25-30.
50. Villa, J.G.; Córdova, A.; González, J.; Garrido, G.; Villegas, J.A. 2000. *Nutrición del deportista*. Madrid: Gymnos.
51. Walker, J.L; Heigenhauser, G.J; Hultman, E; Spriet, L.L. 2000. Dietary carbohydrate, muscle glycogen content, and endurance performance in well-trained women. *Journal Applied Physiology*, 88(6); 2151-2158.
52. Weimann, E; Witzel, C; Schwidergall, S; Boehles, H.G. 2000. Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regimes and inadequate nutritional intake. *International Journal Sports Medicine*, 21(3); 210-215.
53. Williams, C, Brewer, J., Waker, M. 1992. The effect of a high carbohydrate diet on running performance during a 30-km treadmill time trial. *European J Appl Physiol Occup Physiol*, 65-1; 18-24.
54. Williams, M.H. 1994. The use of nutritional ergogenics in sports: is it an ethical issue?. *Int J Sport Nutrit*, 4; 120-131.
55. Williams, M.H. 1995. Nutritional ergogenics in athletics. *J Sports Sciences*, 13; S63-S74.
56. Williams, M.H. 1998. Nutritional ergogenics and sports performance: a review of the research on what works, what might work and what won't work for improving sports performance. *IDEA personal trainer*, 10(1); 36-46.
57. Wolinsky, I., Hickson, J.F. 1994. (dir.). *Nutrition in exercise and sport*. 2nd edition. Boca Raton, Florida: CRC Press.