

2. Alimentos deportivos

2.1 Alimentos deportivos de utilización aguda

En el módulo 1 del curso se definió el concepto de alimentos deportivos. A modo de repaso, diremos que los alimentos deportivos están conformados por los mismos nutrientes que los alimentos, esencialmente carbohidratos, proteínas y lípidos. No obstante, su portabilidad, presentación y composición los hacen muy prácticos para ser utilizados en momentos específicos de los diferentes deportes con el objetivo de mejorar el rendimiento y favorecer la recuperación, entre otros.

El presente texto tratará sobre los alimentos deportivos que tienen aplicación aguda, esto es, que cuando son ingeridos inmediatamente proporcionan un beneficio para el rendimiento, la salud, o la recuperación como por ejemplo, la ingestión de una bebida deportiva durante una carrera de 10 km de calle.

Es importante destacar que los productos de nutrición deportiva como las bebidas y las bebidas proteicas de recuperación no se consideran suplementos (Morton, 2014).

2.1.1 Bebidas, geles y barras deportivas

Bebidas deportivas

Las bebidas deportivas están compuestas por tres componentes, a saber: **agua, carbohidratos, y sodio**. Si bien en el mercado lo más común es que en sus formulaciones lleven incluidas otras sustancias (vitaminas, otros minerales como el potasio o el calcio, cafeína, BCAA), la evidencia sólida a partir de lo que está publicado en la literatura científica sólo apoya la efectividad de los tres componentes anteriormente mencionados (Coombes y Hamilton, 2000).

Composición

Las bebidas deportivas están compuestas por los tres componentes anteriormente mencionados. A continuación, se indica cuál es la composición de una bebida ideal de acuerdo a lo que actualmente se conoce de ellas:

- 50 a 80 g de carbohidratos por litro.
- De 80 a 350 kilocalorías por litro.
- Más de un tipo de carbohidratos, no sólo glucosa.
- Osmolaridad entre 200 y 400 mOsm/L.
- Entre 20 y 60 mmol/L de sodio (460 a 1380 mg/l).

En la tabla 1 se presenta la composición de diferentes bebidas que están o han estado disponibles en el mercado.

Aplicaciones

Son útiles para rehidratar y aportar nutrientes en los deportes de resistencia, tales como ciclismo de ruta, mountain bike, running y trail running, triatlón, kayak, así como en los deportes de equipo como el fútbol, el rugby, hockey, etcétera, e incluso durante el entrenamiento de sobrecarga.

Tabla 1: Composición de diferentes bebidas deportivas comercialmente disponibles

Bebida deportiva	Energía (kcal/L)	Sodio (mg/l)	Potasio (mg/l)	Cloruro (mg/l)	Osmolaridad (mOsm/kg)	CHO totales (g/L)	Concentración de CHO (%) (peso en volumen)	Azúcares (g/l)	Vitaminas
10K	240	220	120	NS	350	60	6	NS	NS
Allsport	320	220	220	NS	NS	84	8.4	10	NS
Endura	248	320	540	NS	NS	64	6.4	NS	NS
Exceed	280	200	180	320	1000	68	6.8	NS	NS
Gatorade	252	412	120	4	320-360	60	6.0	14	Ninguna
Gatorade (Europa)	200	440	120	32	378	56	5.6	14	NS
Hydrafuel	264	100	120	NS	NS	68	6.8	NS	C y E
Isosport	248	452	116	NS	NS	72	7.2	15	NS
Isostar	280	440	180	32	280	68	6.8	NS	C, E, β-caroteno
Powerade	280	280	120	NS	NS	76	7.6	15	NS
Sponser	NS	276	440	11	326	64	6.4	NS	NS

Sport Plus	288	364	216	NS	NS	72	7.2	18	NS
Staminade	204	242	196	NS	NS	52	5.2	13	NS
Xcel	248	198	280	NS	NS	60	6.0	NS	NS

Fuente: elaboración propia.

Timing

Se utilizan principalmente para la hidratación durante el esfuerzo. En los deportes de endurance, tales como el running y trail running, el ciclismo de montaña o ruta, o el triatlón, la opción ideal para hidratarse son las bebidas deportivas que permiten que el deportista se rehidrate y al mismo tiempo aporte nutrientes clave (carbohidratos y sodio). En los deportes de equipo también están recomendadas con el mismo fin, e incluso durante el entrenamiento de la fuerza. Pueden ser utilizadas antes o después de entrenamientos y competiciones, pero su formulación es ideal para la utilización durante el esfuerzo.

Protocolo de utilización del Instituto Australiano del Deporte

Se presentan a continuación algunas recomendaciones útiles con base en las recomendaciones de esta prestigiosa institución relacionada a la optimización del rendimiento deportivo.

Las bebidas deportivas fueron diseñadas para aportar una cantidad equilibrada de carbohidratos y fluidos que permitan a un atleta rehidratarse y recuperarse simultáneamente durante el ejercicio. Según las diferentes recomendaciones de los expertos, para alcanzar un aporte rápido de fluidos y combustibles, y maximizar la tolerancia gástrica y la palatabilidad, las bebidas deportivas deben tener una composición que se encuentre cerca de 4-8 % (4-8 g/100 ml) de carbohidratos y 23-69 mg/100 mL (10-30 mmol/L) de sodio (Colegio Americano de Medicina del Deporte et al. 2007; Asociación Dietética Americana et al. 2009).

Para situaciones que requieren una gran velocidad de entrega al músculo, de carbohidratos recientemente ingeridos, se recomiendan las bebidas que contienen múltiples carbohidratos transportables (una mezcla de carbohidratos como glucosa y fructosa que utilizan diferentes transportadores intestinales). Estos pueden superar la limitación habitual que tiene el intestino para incorporar carbohidratos. Los estudios demuestran que tales mezclas son efectivas para aumentar la oxidación muscular de carbohidratos consumidos durante el ejercicio en comparación con los productos que contienen glucosa (Jeukendrup, 2010).

El remplazo de electrólitos, particularmente sodio, es útil para mantener la sensación de sed. Concentraciones de sodio de ~ 10-25 mmol/L mejoran la palatabilidad y el consumo voluntario de los fluidos durante el ejercicio.

Las bebidas deportivas pueden contener otros electrólitos (p. ej., magnesio, potasio y calcio). La evidencia actual indica que no se pierden cantidades significativas de magnesio durante el ejercicio (Armstrong et al., 2007) por lo que es improbable que una cantidad adicional de magnesio pueda favorecer la hidratación o reducir los calambres.

El sabor y la temperatura de las bebidas deportivas también son factores importantes a la hora de alcanzar los objetivos de hidratación. Los estudios demuestran que los atletas compensan mejor las pérdidas por sudor mediante el consumo de fluidos cuando se les ofrecen bebidas deportivas saborizadas en lugar de agua (Minehan, Riley & Burke, 2002; Maughan & Leiper, 1993). Los fluidos fríos son generalmente más sabrosos para los atletas que están realizando ejercicios en condiciones calurosas o que sufren del calor asociado con el ejercicio de alta intensidad.

Tabla 2: Recomendaciones sobre la ingesta de carbohidratos durante las actividades deportivas

Tipo de deporte o ejercicio	Duración	Carbohidratos objetivo o necesidad de carbohidrato	Comentarios
Ejercicio breve	< 45 minutos.	No necesario.	
Ejercicio de alta intensidad sostenido	45 a 75 minutos.	Poca cantidad, incluido el enjuague bucal.	Una diversidad de productos y bebidas deportivas pueden aportar carbohidratos de asimilación rápida.
Ejercicios de resistencia entre los que se incluyen los deportes de parada y arranque	1 a 2.5 horas.	30 a 60 g/h.	Las oportunidades para consumir alimentos y bebidas varían según las reglas y naturaleza de cada deporte. Pueden ser útiles diferentes opciones dietéticas cotidianas y productos deportivos especializados que van de líquidos a sólidos. El atleta debe practicar para encontrar un plan de recuperación de combustibles que satisfaga sus metas



			individuales teniendo en cuenta las necesidades de hidratación y el confort intestinal.
Eventos de ultra resistencia	>2.5 a 3 horas.	Hasta 90 g/h.	Ídem al anterior. Ingestas más altas de carbohidratos se asocian con un mejor rendimiento. Los productos que aportan varios carbohidratos transportables (mezclas de glucosa y fructosa) alcanzarán elevadas velocidades de oxidación de carbohidratos consumidos durante el ejercicio

Fuente: Burke et al., 2011, p. 5.

La composición de las bebidas deportivas proporciona un equilibrio genérico entre las necesidades de fluidos y carbohidratos para una serie de deportes. La relación entre las necesidades de fluidos y de combustibles puede variar según el ambiente, la preparación nutricional del atleta y las demandas del ejercicio.

- Si las necesidades de fluidos son mayores a las necesidades de carbohidratos, es posible utilizar aquellas bebidas deportivas con menor contenido de carbohidratos o bebidas deportivas diluidas.
- Si la necesidad de carbohidratos es mayor a las necesidades de fluidos, pueden utilizarse bebidas deportivas con mayor contenido de carbohidratos o es posible consumir suplementos como geles deportivos, barras deportivas o golosinas deportivas.

Geles deportivos

De los tres componentes principales de las bebidas deportivas, los geles deportivos emplean esencialmente uno solo: los carbohidratos. Además, contienen una concentración dada de sodio y algunos incluyen otras sustancias (cafeína o aminoácidos).

Composición

Como se mencionó, tienen como componente principal a los carbohidratos. Un sachet, dependiendo de la marca comercial de la que se trate, aporta unos 20 a 25 g de carbohidratos. Además, aportan una cierta cantidad de sodio y unos 25 mg de cafeína (gel simple cafeína) y 50 mg (gel doble cafeína).

Aplicaciones

Su aplicación principal es permitir alcanzar los requerimientos de carbohidratos para situaciones de esfuerzo. Por ejemplo, un triatleta que prepara una prueba *Ironman* puede incluir en la planificación de la competencia cierta cantidad de geles por hora, que le permitan cubrir la necesidad de carbohidratos estipulada. Con ese propósito, pueden incluirse en deportes de equipo u otros deportes individuales como el tenis.

Timing

El momento apropiado para su utilización es durante el esfuerzo. Dependiendo de la situación específica en la cual sean utilizados, pueden aplicarse antes o después del mismo para lograr los requerimientos de carbohidratos objetivo.

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

- Fuente de carbohidratos altamente concentrados (65 a 70 % o 65 a 75 g/100 ml) en forma de gel que se consume fácilmente y se digiere rápidamente.
- Sustancialmente más concentrados en carbohidratos que las bebidas deportivas, lo que produce un gran incremento en los combustibles en una sola porción.
- Producidos en sachets de fácil apertura, lo que permite su consumo mientras se realiza ejercicio. También pueden ser entregados en pequeñas botellas de plástico fáciles de apretar, lo que permite que se puedan llevar varios geles. Permiten flexibilidad en la frecuencia y el volumen de consumo durante las actividades físicas de resistencia y ultrarresistencia.
- Los diferentes productos de gel se pueden diferenciar por sabor, consistencia, tipo y cantidades de carbohidratos y por la adición de otros ingredientes activos entre los que se incluye la cafeína.
- Para situaciones que requieren una elevada tasa de suministro de los carbohidratos recientemente ingeridos al músculo, los geles que contienen carbohidratos de transportadores múltiples (una mezcla de carbohidratos como glucosa y fructosa que utilizan diferentes transportadores intestinales) pueden superar la limitación general de absorción por parte del intestino. Los estudios demuestran que tales mezclas son eficaces para incrementar la oxidación muscular de carbohidratos consumidos

durante el ejercicio en comparación con los productos a base de glucosa (Jeukendrup, 2010).

- Se encuentran disponibles una gran variedad de productos de geles deportivos. Las características que los diferencian son el volumen y la cantidad o concentración de carbohidratos, el tipo o mezcla de carbohidratos, la consistencia o textura del gel y la presencia de otros ingredientes activos.
- Otros ingredientes que se pueden encontrar en los geles deportivos son los electrolitos y la cafeína.
- Los geles deportivos proporcionan una fuente compacta y portátil de carbohidratos que puede ser consumida fácilmente inmediatamente antes o durante el ejercicio para ayudar a cumplir con la ingesta de carbohidratos deseada.
- Deben ser consumidos con agua u otros fluidos diluidos, que pueden cubrir separadamente las necesidades de hidratación impuestas por la actividad. Esta ingesta de fluidos también reducirá la concentración neta del carbohidrato lo que reducirá el riesgo de sufrir molestias intestinales. A pesar de las recomendaciones brindadas en las pautas de nutrición deportiva contra el consumo de formas concentradas de carbohidratos durante el ejercicio, hay estudios recientes que han demostrado que los geles consumidos con agua durante ejercicio de intensidad moderada proporcionan un patrón de liberación y oxidación de carbohidratos en el músculo similar al de las bebidas deportivas (Pfeiffer, Stellingwerff, Zaitas, & Jeukendrup 2010).
- Las investigaciones realizadas en laboratorio y en el campo han demostrado que el uso de geles deportivos es bien tolerado por la mayoría de los atletas (Pfeiffer et al., 2010; Pfeiffer, Cotterill, Grathwohl, Stellingwerff, & Jeukendrup, 2009).
- Aunque cada gel proporciona ~ 20-25 g de carbohidratos, el envasado en frascos personalizados permite consumir la gel en volúmenes más variables. En algunos deportes, el gel también puede ser agregado a una botella de agua durante el evento para crear una bebida deportiva más diluida.

Barras deportivas

Constituyen un alimento deportivo cuya función principal es aportar carbohidratos y pueden utilizarse para ese fin de un modo similar al de los geles. No obstante, además de contener carbohidratos suelen incluir otros nutrientes como las proteínas, además de grasas, minerales, así

como algunos micronutrientes. De este modo también constituyen una opción para otros momentos, tales como la recuperación.

Composición

Además de carbohidratos, cuyo aporte por porción es similar al que aporta un gel (20-25 g) o en algunos casos mayor (30-40 g), en su composición incluyen por lo general otros nutrientes, como las proteínas (ver tabla 3). Además suelen incluir minerales como el sodio y también micronutrientes.

Aplicaciones

Al contener en su formulación otros nutrientes además de los carbohidratos, constituyen una opción apropiada para otros momentos de la competencia o entrenamiento. Así pueden ser utilizadas como snack de recuperación después del esfuerzo o incluso entre los alimentos seleccionados en las ingestas previas a entrenamientos y competiciones.

Timing

Además de su aplicación intraesfuerzo, al igual que los geles y las bebidas deportivas, pueden ser utilizadas tanto antes como después para alcanzar las demandas de nutrientes objetivo.

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

- Las barras deportivas son una fuente compacta y práctica de carbohidratos con cantidades variables de proteínas y micronutrientes que pueden ser consumidas cuando se realizan ejercicios o cuando se lleva un estilo de vida intenso.
- La función principal de las barras deportivas es aportar una forma concentrada de carbohidratos para satisfacer las necesidades de combustible antes, durante y después de los ejercicios.
- Muchas barras deportivas están fortificadas con diferentes vitaminas y minerales y pueden contener importantes cantidades y fuentes de proteínas. En este sentido, son un bocadillo portátil accesible y no perecedero con un contenido valioso de macronutrientes y micronutrientes.
- Se encuentran disponibles una gran variedad de barras deportivas. Las características que las diferencian incluyen la cantidad o tipo de macronutrientes, proteínas y carbohidratos. Mientras algunas barras ricas en proteínas pueden contener 20 a

30 g de proteína de alta calidad, otras barras pueden aportar 5 a 10 g de proteínas de diferentes fuentes.

- Algunas barras deportivas están fortificadas con micronutrientes, y generalmente contienen 25 a 50 % de los valores de referencia de nutrientes (NRV) de varias vitaminas y minerales por barra, mientras que otras también pueden contener supuestos ingredientes mejoradores del rendimiento.
- La mayoría de las barras deportivas tienen una apariencia gomosa consistente con un bajo contenido de fibra. Otras variables incluyen cobertura de chocolate o capas de caramelo, o tienen formas similares a las barras de cereales (con granos, nueces, semillas).
- Las barras deportivas pueden proporcionar una fuente de combustible sólida en aquellos deportes en los cuales están ampliamente documentados los beneficios del reemplazo de carbohidratos. Entre estos se incluyen los eventos de resistencia o ultrarresistencia y el ejercicio intermitente prolongado (p. ej., los juegos de equipo).
- Un estudio reciente demostró que las formulaciones sólidas de carbohidratos producen similares tasas de utilización de combustibles que las formulaciones líquidas (p. ej., bebidas deportivas) cuando se consumen durante el ejercicio de resistencia (Pfeiffer et al. 2010). Este estudio utilizó ejercicio de intensidad moderada y el consumo de un gran volumen de fluidos. Otras situaciones pueden necesitar investigaciones adicionales.
- Las barras deportivas aportan un tipo de carbohidratos de fácil consumo con un contenido bajo de fibra y pueden ser utilizadas en forma de comidas o bocadillos antes de un evento donde el atleta corre un gran riesgo de padecer problemas gastrointestinales.
- Pueden ser utilizadas en diferentes escenarios para aportar una forma práctica de energía y mezcla de macronutrientes, como en los siguientes casos:
 - Luego de sesiones de entrenamiento o de competencias importantes, para compensar las necesidades de carbohidratos para recuperar combustibles (y si el contenido de proteínas es adecuado, para contribuir con las metas de síntesis de proteínas).

- Como un bocadillo para proporcionar una ingesta de energía o macronutrientes sin la necesidad de preparar o consumir alimentos adicionales o comidas. Las situaciones incluyen: cargas de entrenamiento pesada, etapas de crecimiento, programa para aumentar la masa corporal magra, supresión del apetito.
- Reemplazo de la ingesta habitual de comidas para aportar energía y requerimientos nutricionales mientras se reduce el contenido gastrointestinal y la masa corporal.
- Plan de alimentación con bajos residuos para llegar al peso o reducir la masa corporal antes de una competencia.
- Plan de alimentación con bajos residuos para reducir la necesidad de movimientos intestinales el mismo día de un evento.
- Comida o bocadillo portátil, no perecedero y de fácil preparación: ambientes con instalaciones mínimas para preparación o almacenamiento de alimentos, viaje a países con posibilidades de acceso a los alimentos inadecuadas o difíciles, o donde la higiene vinculada a los alimentos puede ser una preocupación, sin regulaciones sobre prácticas de contravenciones.

Tabla 3: Composición nutricional de una serie de barras deportivas (se presenta un promedio obtenido de los diferentes sabores)

Marca/barra	Tamaño	Sabores	Energía (kJ)	CHO (g)	Proteínas (g)	Grasas (g)	Fibra (g)	Sodio (mg)	Otros
PowerBar. (Barra para el rendimiento).	60 g	Chocolate, vainilla, coco.	918-954	40-41	8	3	2	230	El sabor coco contiene 50 mg de cafeína.
Barra PB Ride	55 g	Maní caramelo, chocolate caramelo.	875	22.5	10.4	8.5	4.1	110	
PB Energía Natural	40 g	Cacao crujiente, frutilla y arándano.	659	26.2	3.3	3.8	2.3	80	
Barra PB Protein Plus	65 g	Caramelo-vainilla crocante chocolate, vainilla-coco.	737	16.5	16.7	4.6	?	?	
Barra Endura energy	60 g	Chocolate.	1022	38.2	8.1	6.4	?	47.4	200 mg calcio, 107 mg magnesio
Barra Endura con bajo contenido de carbohidratos	35 g	Caramelo.	596	14.3	10.9	3.5	2.2	146	
Barra	50 g	Dátil, chocolate-	~710	~32	~3	~2.5	~4.2	~10	

Carboshotz energy		menta, manzana-berry, chocolate-almendra.							
Barra Science in Sport-Go	65 g	Chocolate-naranja, Manzana-grosella negra.	~950	~43	~8	~2	-1.3	-300	
Barra Science in Sport-Go bar Energizante	40 g	Chocolate.	590	26.5	4.6	1.6	1.1	100	
Barra deportiva High 5 Sports	55 g	Caramelo.	900	38	3	6	2	70	
Barra High 5 Energy	60 g	Berry	827	45	2	1	3	90	

Fuente: AIS, 2014. Recuperado de <http://goo.gl/aqCaLS>

2.1.2 Bebidas de recuperación o rehidratación

Bebidas de recuperación

Además de los nutrientes que conforman las bebidas deportivas, las bebidas de recuperación incluyen otro nutriente clave: las proteínas. La importancia del aporte de carbohidratos y de fluidos ha sido estudiada en apartados previos. No obstante, en esta sección se analizarán los aspectos prioritarios a tener en cuenta en el período de recuperación, donde los objetivos deben ser:

- 1) Rehidratar para lograr la euhidratación una vez finalizado el ejercicio, en el que el deportista alcanza un alto grado de deshidratación.
- 2) Aportar carbohidratos para restituir las reservas de glucógeno muscular y hepático.
- 3) Aportar proteínas para favorecer todos los procesos de recuperación y activar los mecanismos de adaptación al entrenamiento (destacamos que ciertos aminoácidos como la leucina favorecen la síntesis de proteínas, lo que analizaremos en una sección posterior).
- 4) Aportar sodio para favorecer el proceso de rehidratación.

Composición

Además de agua, carbohidratos y sodio, el nutriente clave en las bebidas de recuperación son las proteínas. En la actualidad, sabemos que a diferencia de las bebidas deportivas, las bebidas de recuperación

deben ser hipertónicas, ya que esto favorece la rehidratación, lo mismo se aplica en el caso de la concentración de sodio. Por lo tanto, se propone la siguiente formulación como ideal:

- Agua.
- Carbohidratos (50-80 g/l).
- Proteínas (15-20 g/l).
- Sodio (500-700 mg/l).
- Leucina (2-4 g).

Nota: Hay quienes utilizar solamente CHO en la bebida post entreno (6 al 8%), y los 15 -20 g de proteína o los 3-4 g de leucina suelen incorporarse aparte y no son por Litro sino como dosis post para cada jugador.

Aplicaciones

Su aplicación es común a todos los deportes, donde el aporte de fluidos, carbohidratos y proteínas es clave para favorecer los procesos de recuperación y adaptación. Se debe tener en cuenta que de acuerdo a las características del entrenamiento realizado se puede aplicar o no la utilización de una bebida de recuperación (por ejemplo, sesión de recuperación frente a sesión de alta intensidad).

Timing

Están diseñadas para ser utilizadas después del ejercicio y la competición.

2.1.3 Proteínas y leucina

Proteínas

En el músculo, la mayoría de aminoácidos se incorporan en las proteínas de los tejidos, con un pequeño grupo de aminoácidos libres. Este grupo se somete a recambio (turnover) recibiendo aminoácidos libres a través de la descomposición de las proteínas y contribuyendo con aminoácidos para la síntesis de proteínas. La descomposición de las proteínas en el músculo esqueléticos tiene dos propósitos principales:

- Proporcionar aminoácidos esenciales cuando los aminoácidos individuales se convierten en Acetil CoA o en intermediarios del ciclo de Krebs.

- Proporcionar aminoácidos individuales que pueden ser utilizados en cualquier parte del cuerpo para la síntesis de los neurotransmisores, las hormonas, la glucosa y las proteínas.

Requisitos para incrementar proteínas

Aún existe un debate considerable sobre qué cantidad de proteínas dietéticas son necesarias para un rendimiento atlético óptimo. (Philips, 2013). El músculo representa el 30-50% del total de proteínas en el cuerpo.

Tanto las proteínas estructurales que constituyen las proteínas miofibrilares como las proteínas que actúan como enzimas dentro de las células musculares, cambian como adaptación al entrenamiento. De hecho, la masa muscular, la composición de la proteína del músculo y el contenido de la proteína del músculo cambiarán como respuesta al entrenamiento. El ejercicio (sobre todo el de resistencia aeróbica) resulta en aumento de la oxidación de los aminoácidos de cadena ramificada (AACA), que son aminoácidos esenciales y no pueden ser sintetizados en el cuerpo. Por consiguiente, la oxidación incrementada implicará que los requisitos en proteínas dietéticas se aumenten.

Los grupos de investigación que defienden una mayor ingesta de proteínas por atletas de resistencia recomiendan normalmente una ingesta diaria de 1,2-1,8 g/kg MC. Esto es aproximadamente el doble del nivel de proteínas que se recomienda en la población sedentaria (Moore et al., 2014). Además, la descomposición de las proteínas del músculo y la síntesis después del ejercicio aumenta hasta 3 y 24 h posteriores al ejercicio pero vuelven a los niveles basales a las 48 h. Estos resultados parecen aplicarse tanto para el ejercicio de resistencia de alta intensidad como para ejercicios dinámicos (Areta et al., 2014).

Los suplementos proteicos se utilizan a menudo, pero no son necesarios para cumplir con la ingesta de proteínas recomendada. Tampoco hay evidencias que los suplementos sean más eficaces que los alimentos normales.

Para el BFC, es importante tener en cuenta que el atleta debe recordar todo el tiempo comprobar la calidad y el origen de los suplementos con proteínas, ya que algunos han sido catalogados como fuentes potenciales de doping inadvertido (Maughan 2013).

Composición

Hay distintos tipos de proteínas disponibles en el mercado con diferente composición, a saber: caseína, proteínas de huevo, proteínas de soja o proteínas de suero (whey protein). En la actualidad, sabemos que por su composición, las proteínas de suero constituyen la opción apropiada

para el deportista contemplando su composición de aminoácidos (son ricas en aminoácidos de cadena ramificada, como la leucina), velocidad de absorción, precio, etcétera.

Aplicaciones

En el contexto del deporte de rendimiento, su aplicación principal está relacionada con favorecer los procesos de recuperación y adaptación al entrenamiento. En relación a la salud, pueden ser utilizadas como snacks a lo largo del día (media mañana y media tarde, por ejemplo) y prevenir la pérdida de masa magra durante dietas hipocalóricas.

Timing

En el contexto del deporte, después del entrenamiento, para favorecer los procesos de recuperación y adaptación. Valoramos su aplicación en otros momentos para alcanzar las demandas en función del objetivo específico.

Lineamientos de la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva:

- Una considerable cantidad de estudios apoyan la idea de que los individuos implicados en entrenamiento de un modo regular requieren más proteínas en la dieta que los individuos sedentarios.
- Las ingestas de proteínas de $1.4-2.0 \text{ g.kg}^{-1}.\text{día}^{-1}$ para los individuos activos no solo es segura, sino que puede mejorar las adaptaciones al entrenamiento inducidas por el ejercicio.
- Cuando forma parte de una dieta densa en nutrientes y balanceada, la ingesta de proteínas a este nivel no es perjudicial para la función de los riñones o el metabolismo óseo en personas sanas y activas.
- Mientras que es posible para los individuos físicamente activos obtener sus requerimientos de proteína a partir de una dieta regular y variada, la suplementación con proteínas en diferentes formas constituye una forma práctica para los atletas para asegurar una ingesta de proteínas adecuada y de calidad.
- Los diferentes tipos y calidades de proteínas pueden afectar la bioadaptabilidad de los aminoácidos luego de la suplementación con proteínas. La superioridad de un tipo de proteína sobre otros, en términos de optimización de la recuperación o las adaptaciones al entrenamiento, todavía debe ser demostrada de manera convincente.

- La ingesta de proteína en el momento apropiado constituye un componente importante de un programa de entrenamiento general; es esencial para una correcta recuperación, la función inmune y el crecimiento y mantenimiento de la masa corporal magra.
- Bajo ciertas circunstancias, los suplementos con aminoácidos específicos, tales como aminoácidos de cadena ramificada (BCAA) pueden mejorar el rendimiento del ejercicio y la recuperación después de este.

Las directrices sobre el consumo de proteínas están ilustradas en la tabla 4. Las recomendaciones sobre proteínas deberían ser redefinidas según consideraciones individuales de la energía total necesaria, de las necesidades en entrenamientos específicos y del feedback del rendimiento en la competición o en los entrenamientos.

Tabla 4: Directrices sobre el consumo de proteínas

Ocasión	Objetivo proteico	Principio
Ingesta diaria	1,5-2,0 g / kg MC/ día.	Comidas que contengan 20-25g de proteínas tomadas de manera rutinaria (intervalos de 3h) durante el día.
Ejercicio	20-25 g de proteína de alta calidad que contenga 2-3g de leucina.	Ingesta inmediata después del ejercicio para ayudar a la adaptación.
Dormir	30 g caseína.	Ingesta previa al dormir.

Fuente: Adaptado de FCB Sports Nutrition GSSI guía traducida.

Leucina

La leucina es un aminoácido que puede inducir la síntesis de proteínas por sí mismo. Su importancia para favorecer los procesos de recuperación y adaptación viene siendo ampliamente estudiada en la actualidad. Se ha demostrado que añadir leucina mejora la síntesis de la proteína muscular en estudios in vitro y en animales (principalmente roedores) (Mitchell et al., 2010; Tanaka et al., 2011; Barclay et al., 2012; Maughan et al., 2012; Maughan & Shirreffs 2012).

Hasta la fecha, la eficacia del consumo de la leucina en la síntesis del músculo esquelético in vivo aún está por determinar. Sin embargo, el uso potente de la leucina como estimulador de la síntesis muscular en sujetos con mayor degradación muscular como atletas involucrados en ejercicios de resistencia regulares o aquellos susceptibles a sufrir

pérdida muscular, como lo serían los atletas maduros o lesionados justificarían una investigación más profunda.

Composición

La leucina está formada por un solo aminoácido, una pequeña molécula, que puede actuar en el núcleo de las células para inducir su maquinaria de síntesis de proteínas.

Aplicaciones

Al igual que las proteínas, su aplicación está relacionada con la recuperación y con el favorecimiento de las adaptaciones al entrenamiento. Los datos disponibles indican que la cantidad requerida para lograr un efecto óptimo es de 1.5 a 2.5 g por ingesta.

Timing

El momento apropiado para su utilización es después del ejercicio, para favorecer los procesos de recuperación y adaptación.

Aminoácidos frente a la ingesta de proteínas

En el pasado, los aminoácidos que el atleta consumía eran los que provenían de las proteínas incluidas en la dieta. Sin embargo, en los últimos años, la administración de aminoácidos de forma individual ha sido popularmente incrementada.

Actualmente, los aminoácidos individuales se utilizan para reducir las pérdidas de nitrógeno y mejorar las funciones de los órganos en pacientes enfermos críticos (Roth, 1985). Los resultados de estos estudios se pueden aplicar a poblaciones de atletas e individuos sanos, cuando la ingesta de aminoácidos por separado es necesaria para mejorar el rendimiento, estimular la liberación de hormonas y mejorar la función inmune, entre una variedad de otros efectos positivos.

Sin embargo, el metabolismo de los aminoácidos es muy complejo. Un aminoácido puede convertirse en otro y esto puede influenciar la transmisión del impulso nervioso así como la secreción hormonal. La composición de las mezclas de aminoácidos específicos o hasta dietas altas en proteínas puede conllevar a desequilibrios nutricionales ya que la sobrecarga de un aminoácido puede reducir la absorción de otro.

2.1.4 Reemplazantes de comidas o meal replacements, probióticos y sales

Reemplazantes de comidas

Los reemplazantes de comidas constituyen suplementos que contienen todos los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y lípidos), así como también micronutrientes y fibra.

Composición

Sobre la base de la evidencia actual (Cabanillas et al., 2009) sabemos que la composición óptima para un reemplazante de comidas es la siguiente:

- Carbohidratos (40-55 %).
- Proteínas (20-30 %).
- Lípidos (25-30 %).
- Fibra (3-5 g).
- Vitaminas y minerales (33 % IDR).

Aplicaciones

Al ser un alimento fácilmente transportable, constituye una opción útil para el atleta que viaja; sólo con agua, el deportista puede prepararse una comida. Es una opción muy buena para evitar que el deportista consuma comida chatarra o alimentos pobres en nutrientes en determinadas situaciones. También puede ser consumido como snack en diferentes momentos del día e incluso como snack de recuperación.

Timing

Los reemplazantes de comidas pueden ser utilizados tanto antes, durante como después del ejercicio.

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

- Pueden ser utilizados con el fin de aportar una forma práctica de energía y mezcla de macronutrientes.
- Luego de sesiones de entrenamiento o competencias importantes, para proporcionar cantidades definidas de proteínas y carbohidratos con el fin de promover simultáneamente la reparación, adaptación y recuperación de combustibles, como las siguientes situaciones:
 - Entrenamiento de resistencia;

- sesiones prolongadas de entrenamiento de alta intensidad;
- eventos competitivos extenuantes.
- Situaciones que requieren la ingesta de energía o macronutrientes sin necesidad de preparar o consumir alimentos o comidas adicionales, como las detalladas a continuación:
 - Programas para aumentar la masa magra corporal;
 - cargas de entrenamiento pesadas;
 - crecimiento repentino;
 - supresión del apetito.
- Reemplazo de la ingesta de alimentos habituales para aportar energía y nutrientes necesarios, reduciendo los volúmenes gastrointestinales y la masa corporal, como en los siguientes casos:
 - Planes de alimentación con residuos bajos para alcanzar el peso objetivo o reducir la masa corporal antes de una competencia;
 - plan de alimentación con residuos bajos para reducir el movimiento intestinal el día de un evento;
 - alimentación previa a un evento para atletas que presentan un riesgo elevado de sufrir alteraciones gastrointestinales.
- Alimento o bocadillo portátil, no perecedero y de fácil preparación, útil para situaciones como las enumeradas a continuación:
 - Lugares con instalaciones deficientes para la preparación y almacenamiento de alimentos;
 - viaje a países que tienen un acceso inadecuado o difícil a los suministros alimentarios o en los cuales las condiciones sanitarias de los alimentos pueden no ser óptimas;
 - de manera característica, viaje a destinos internacionales sin regulaciones sobre costumbres prohibidas. Es importante que esto sea verificado antes de la salida. Las presentaciones en polvo pueden ser mejores cuando se desea disminuir el peso del equipaje o cumplir con las restricciones sobre la portación de líquidos durante el viaje en avión.

Probióticos

Los probióticos son alimentos o suplementos que contienen microorganismos vivos que forman parte de la flora intestinal. Hay evidencia que indica que los probióticos pueden modificar la población de las bacterias intestinales (microbiota) e influenciar positivamente el sistema inmune (Gleeson, et al., 2012).

Composición

Diferentes probióticos han mostrado efectos beneficiosos. Podemos mencionar algunos, como *L. rhamnosus*, *L. fermentum*, *L. acidophilus*, *L. casei* Shirota, entre otros.

Aplicaciones

Los probióticos tienen diferentes mecanismos de acción. A través de su crecimiento y metabolismo pueden inhibir el crecimiento y reducir los efectos potencialmente dañinos de otras bacterias, antígenos, toxinas y carcinogénicos en el intestino. Además, se sabe que interactúan con el tejido linfoide asociado al intestino, lo que conduce a efectos positivos en el sistema inmune.

Timing

Pueden ser consumidos como un snack junto a otros alimentos en diferentes momentos del día (desayuno, merienda, mediatarde, etc.).

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

- Los atletas con antecedentes previos de problemas gastrointestinales durante los períodos de entrenamiento fuerte o en las temporadas de competencias podrían beneficiarse por el consumo de probióticos.
- Las investigaciones sobre probióticos realizadas por el AIS apuntan a los beneficios de reducción de los efectos de las enfermedades respiratorias. Dada la probabilidad razonable de que los atletas experimenten síntomas de enfermedades respiratorias en algún momento del entrenamiento y de la temporada de competencias, podría ser útil un abordaje preventivo para antes de los períodos específicos de entrenamiento o competencias.
- Independientemente de si la aplicación es focalizada o preventiva, es necesario que el individuo comience la suplementación diaria aproximadamente 14 días antes del viaje, la competencia o los entrenamientos con carga elevada para permitir la colonización del intestino por parte de las bacterias.

Sales

Nos referimos específicamente al sodio y al potasio dentro de las sales, y en particular al sodio, ya que es este el mineral que se pierde en cantidades significativas a través del sudor durante el esfuerzo. Además, la evidencia actual nos indica que es el sodio el mineral clave

tanto dentro de las bebidas deportivas como de las de recuperación. Este está siendo estudiado en la actualidad en relación a su potencial efecto beneficioso cuando se lo ingiere en cantidades determinadas durante los esfuerzos prolongados característicos de los deportes de endurance (maratón, ciclismo de montaña, triatlón, etcétera).

Composición

El cloruro de sodio y potasio es la presentación habitual para estos minerales, que pueden estar disueltos en una bebida o formar parte de algún alimento natural o deportivo.

Aplicaciones

El sudor puede contener tanto como 1,5 g de sodio por litro, mientras que la mayor parte de las bebidas deportivas aportan tan solo 0,5 g/l. Por lo que la cantidad de sodio perdido en el sudor en esfuerzos prolongados es significativa. Las aplicaciones principales del sodio y el potasio constituyen la reposición de estos minerales perdidos durante el esfuerzo.

Timing

Las sales deben ingerirse tanto durante el esfuerzo, por ejemplo, a través de la ingesta de bebidas deportivas, como después del ejercicio o la competición, en forma de alimentos naturales ricos en sodio o bebidas deportivas, de modo que el atleta pueda recuperar el estado de hidratación normal (euhidratación).

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

Entre las situaciones que pueden producirse en los deportes, en las cuales es necesario realizar un remplazo de electrólitos, podemos mencionar las siguientes:

- Rehidratación rápida luego de déficits de fluidos moderado-grandes producidos durante el ejercicio u otras actividades que producen deshidratación (p. ej., llegar al peso en deportes de lucha).
 - El atleta con un déficit de fluidos moderado-grande debe seguir un plan de rehidratación diseñado para recuperar la pérdida estimada de fluidos. Específicamente, durante 2-4 horas el atleta debe consumir un volumen de fluido igual a ~ 1,2-1,5 veces su déficit estimado de fluidos.

- Cuando el período de rehidratación previo a una serie de ejercicios es menor a 1-2 horas (p. ej., pesajes previos a las competencias, recuperación entre entrenamiento repetido o sesiones de competición), se puede presentar incomodidad gastrointestinal que impida al atleta alcanzar la cantidad de ingesta de fluidos establecida. En esta situación el atleta debe consumir el mayor volumen de su ingesta establecida que pueda tolerar cómodamente.
- El consumo de fluidos debe ser acompañado por el remplazo de electrólitos, particularmente sodio, para optimizar la retención de fluidos. Cuando un atleta tiene una ingesta restringida de alimentos o se limita a consumir alimentos deportivos y bocadillos con un contenido de sodio bajo, puede ser beneficioso el consumo de bebidas deportivas con una cantidad de sodio más alta, soluciones de rehidratación oral o suplementos de electrólitos.
- Un nivel de sodio más alto reduce la palatabilidad de la mayoría de las bebidas. Muchos atletas pueden preferir diluir ligeramente las soluciones farmacéuticas de rehidratación oral (ORS) en lugar de seguir las instrucciones del fabricante. Si la palatabilidad de la bebida se reduce, el atleta debe recordar que debe alcanzar una ingesta de fluidos establecida y no una ingesta voluntaria.
- El contenido de carbohidratos de las ORS y de algunos suplementos deportivos de electrólitos es despreciable y no contribuirá sustancialmente con las metas de recuperación de combustibles del atleta.
- Remplazo de pérdidas de sodio elevadas durante actividades de ultra resistencia o para individuos con elevadas tasas de sudor o sudor con elevada concentración de sodio.
 - Es necesario realizar recomendaciones individualizadas para la suplementación con sodio durante el ejercicio y las mismas deben ser supervisadas por un nutricionista o un médico deportivo. Se puede incluir el consumo de bebidas deportivas con elevado contenido de sodio, la adición de suplementos de electrólitos a otros fluidos y el consumo cotidiano de alimentos y bebidas salados (p. ej., sándwiches vegemite, caldos, papas instantáneas, sopa de pollo con fideos).
 - Es necesario educar a los atletas sobre las prácticas individuales de hidratación antes y durante el ejercicio para reducir el consumo excesivo de fluidos y el riesgo de sufrir hiponatremia por una excesiva hidratación.
- Prevención y tratamiento de la deshidratación durante la presencia de diarrea y gastroenteritis.

- El asesoramiento para el uso de suplementos con electrolitos durante la enfermedad debe ser brindado por un médico deportivo.

Las soluciones de rehidratación oral (ORS) se recomiendan para el tratamiento o la prevención de la deshidratación asociada con diarrea y gastroenteritis. La prioridad para los atletas que padecen afecciones gastrointestinales es la rehidratación y no la recuperación de combustibles.

2.2 Alimentos deportivos de utilización crónica

Presentamos a continuación los alimentos deportivos de utilización crónica. En la literatura científica puede que estas sustancias que analizaremos a continuación no sean clasificadas como alimentos deportivos. No obstante, por no constituir ayudas ergogénicas propiamente dichas (que analizaremos en el módulo 3 y último del presente curso) las presentamos aquí.

2.2.1 Micronutrientes (hierro, calcio y otros)

Micronutrientes

En el módulo anterior del curso introdujimos los micronutrientes, por lo que no lo haremos a continuación, más allá de recordar que no aportan energía al organismo, pero ejercen funciones clave para el funcionamiento de todo el cuerpo.

Composición

Gran parte de los suplementos del mercado que aportan micronutrientes, conocidos como multivitamínicos o multiminerales, contienen cantidades excesivas de éstos, lo que se conoce como megadosis. El consumo de estas cantidades claramente no está apoyado por el estado actual del conocimiento, ya que las recomendaciones cuando se utilizan estos suplementos es la de aportar hasta el 100 % de la ingesta diaria recomendada (IDR). Esto es de particular importancia en el caso de las vitaminas C y E, que suelen ingerirse en megadosis (como en los comprimidos de 1 y 2 g de vitamina C), y que no sólo no son beneficiosas, sino que pueden ser perjudiciales para el rendimiento deportivo.

Aplicaciones

Los requisitos diarios de algunas vitaminas y minerales se han incrementado en los niveles de población de gente que se somete a programas duros de ejercicios (Gleeson 2013). Las razones potenciales para este incremento son las pérdidas a través del sudor, la orina y a veces heces, y a través de la producción cada vez mayor de radicales libres.

Los factores clave que aseguran una ingesta adecuada de vitaminas y minerales son un consumo moderado a alto de energía y una dieta variada basada en alimentos nutritivos (Williams. 2005). Los estudios

dietéticos muestran que la mayoría de los atletas reportan prácticas dietéticas que fácilmente suministran vitaminas y minerales mayores a las cantidades diarias recomendadas (RDA). Sin embargo, no todos los atletas comen dietas variadas con la energía adecuada y algunos pueden necesitar algo de ayuda para mejorar tanto la calidad como la cantidad de sus selecciones al comer.

En el BFC se comulga en que la administración de vitaminas y minerales de manera generalizada para todos los atletas no está justificada. Además, los estudios no dan soporte a un incremento en el rendimiento con dichos suplementos excepto en los casos en que se quiera corregir una deficiencia que exista anteriormente (Clarkson 1991). La mejor gestión para un atleta con alto riesgo de no ingerir los micronutrientes necesarios, es proporcionarle formación sobre nutrición para mejorar la variedad y cantidad de la ingesta de alimentos. Sin embargo, hay situaciones concretas en las que está recomendado ingerir un multivitamínico o multimineral. Se recomiendan por ejemplo en las dietas hipocalóricas en las cuales se sabe que puede haber déficit de estos nutrientes; también en situaciones en las que debido a la alimentación se sabe que puede haber algún déficit (deportistas que viajan o compiten en pruebas internacionales o por etapas en el exterior) o para prevenir algún déficit en situaciones de incremento significativo de volumen e intensidad del entrenamiento.

Protocolo del instituto australiano del deporte

La suplementación de una ingesta inadecuada de vitaminas y minerales provenientes de los alimentos se justifica cuando hay una reducción inevitable en la ingesta de energía o la densidad de nutrientes de los alimentos que se ingieren.

- Un período prolongado de viaje, particularmente a países con provisión de alimentos inadecuada o limitada.
- Un período prolongado de restricción de energía o pérdida de peso, o mantenimiento de peso.
- Ingesta dietética restringida en sujetos quisquillosos o atletas con intolerancias alimentarias significativas que no pueden o no logran aumentar la variedad de alimentos que consumen.
- Esquemas de competencias sobrecargados que producen una alteración en los patrones de alimentación normales y dependen de un estrecho rango de alimentos y alimentos deportivos.
- Normalmente se utilizan para aportar un placebo a aquellos atletas que insisten en que necesitan un suplemento dietético.

Hierro

Un estado inadecuado de hierro puede reducir el rendimiento en el ejercicio a través de unos niveles subóptimos de hemoglobina y tal vez también de las enzimas musculares relacionadas con el hierro.

Un nivel de hierro bajo en los atletas se sobrediagnostica a partir de las medidas bajas de hemoglobina y los niveles de ferritina (Taniguchi et al., 1991). Un mayor problema es el fallo en reconocer que el incremento del volumen en sangre que acompaña los entrenamientos causará una dilución de todos los contenidos de la sangre. Esta hemodilución, a menudo conocida como anemia deportiva, no perjudica el ejercicio (Balaban 1992; Sacirovic et al., 2013).

La evidencia presente no está de acuerdo con que un nivel de hierro bajo sin anemia reduzca el rendimiento en el deporte. Sin embargo, muchos atletas con estas reservas bajas de hierro, o con una repentina caída del nivel de hierro, frecuentemente se quejan de agotamiento o de incapacidad para recuperarse después de un entrenamiento duro. Muchos de ellos responden a estrategias que mejoran los niveles de hierro o impiden un nuevo descenso en las reservas de hierro (DellaValle & Haas 2014).

En el BFC, la evaluación y el control del estado del hierro es tratado según la persona por expertos en medicina del deporte. La prevención y el tratamiento de la falta de hierro incluyen suplementos de hierro, con una dosis recomendada de 100 mg/día de hierro elemental durante unos 2-3 meses. Sin embargo, el plan de control tendría que incluir asesoramiento dietético para aumentar la ingesta de hierro biodisponible, y estrategias apropiadas para reducir cualquier pérdida injustificada del mismo. Muchos atletas se auto-recetan suplementos de hierro. Sin embargo, esta práctica no proporciona al atleta la oportunidad para una evaluación adecuada de pérdidas de hierro y asesoramiento dietético por expertos dietistas del deporte.

Calcio

El ejercicio de carga se considera como uno de los mejores protectores de la salud ósea. Por tanto, es desconcertante encontrar informes de baja densidad ósea en algunos atletas mujeres. Sin embargo, un resultado grave de los trastornos menstruales en las mujeres atletas es el alto riesgo de, tanto una pérdida directa de densidad ósea como el fracaso para mejorar la obtención de la masa ósea máxima durante la edad adulta temprana. De manera individual o en conjunto, los problemas que aparecen en la tríada de la mujer atleta (trastornos alimentarios, disfunción menstrual y menor densidad ósea) puede directamente repercutir en el rendimiento atlético generando a largo plazo un aumentado riesgo de padecer osteoporosis en la vida adulta.

Una ingesta adecuada de calcio es importante para la salud ósea. Se pueden necesitar hasta unos 1200-1500 mg/día en atletas con alteraciones de la función menstrual. De nuevo, los atletas tienen que integrar las estrategias para satisfacer las demandas de calcio en los objetivos nutricionales. Cuando una ingesta adecuada de calcio no se puede cumplir a través de medios dietéticos, normalmente mediante el uso de productos lácteos con bajo contenido en grasa o alternativas de soja enriquecidas con calcio, se tiene que valorar un suplemento de calcio.

La tabla de suplementos médicos para las deficiencias nutricionales se puede visualizar en la tabla 5.

Tabla 5: Complementación dietética para deficiencias nutricionales

Los siguientes suplementos dietéticos deben ser utilizados en situaciones específicas en el deporte bajo protocolos basados en la evidencia. Deben ser usados por aquellos atletas para contribuir directamente a mejorar el rendimiento. Los suplementos deben ser usados en protocolos individuales bajo la supervisión y el control de nutricionistas/médicos/expertos en ciencia del deporte.

Suplementos médicos para las deficiencias nutricionales	Suplemento
Los suplementos médicos se utilizan para tratar temas clínicos, incluyendo deficiencias nutricionales diagnosticadas.	Hierro
	Calcio
Requieren dispensación individual y supervisión llevada a cabo por expertos en ciencia del deporte o médicos especializados en deporte.	Multivitaminas/minerales
	Vitamina D

Fuente: FCB Sports Nutrition GSSI guía traducida.

2.2.2 Antioxidantes y antiinflamatorios (flavonoides, vitamina C y E, y otros)

Antioxidantes

El ejercicio se ha relacionado con una cada vez mayor producción de especies de radicales de oxígeno libre capaces de causar daño celular (Powers et al., 2010).

La administración de suplementos vitamínicos antioxidantes como la vitamina C o la vitamina E, a menudo hace que incremente el estado antioxidante y se ofrezca protección frente a este daño (Taghiyar et al., 2013).

Sin embargo, los estudios sobre los efectos de complementar con antioxidantes en el estado antioxidante, el daño y el funcionamiento celular son complejos y confusos.

Se desconoce si la administración de suplementos en curso es necesaria o incluso si es deseable para las adaptaciones al entrenamiento y el rendimiento óptimos de competencia de los atletas. Recientemente se ha sugerido que el aumento de la producción de radicales libres durante un período de ejercicio no excesivo puede

actuar como señal para la adaptación y por lo tanto, la ingestión de vitaminas antioxidantes en realidad puede interferir con la adaptación que se desea (McArdle & Jackson 2000).

Habiendo hecho mención a las vitaminas antioxidantes C y E en el apartado previo, nos concentraremos en sustancias que también ejercen un efecto antioxidante, pero que no son vitaminas.

En la actualidad, está apareciendo información interesante en cuanto a los antioxidantes y otros componentes alimenticios que pueden influir indirectamente en el proceso de recuperación. El ejercicio de carácter excéntrico ha demostrado que aumenta el daño muscular, la inflamación, las agujetas y la función muscular (Bowtell et al., 2011). Esta respuesta es potencialmente provocada por citoquinas inflamatorias (Davis et al., 2007). Este es un proceso saludable hasta cierto punto, pero puede rebasarse y limitar la recuperación. En estos casos, los componentes de la comida que modifican el proceso inflamatorio pueden ser de ayuda en el proceso de recuperación (Nedelec et al., 2013). Los estudios muestran algunos de los efectos beneficiosos de los ácidos grasos omega-3 (Tartibian et al., 2009), de la curcumina (Davis et al., 2007), del zumo de cerezas ácidas (Connolly et al., 2006; Howatson et al., 2010) y de la N-acetilcisteína (Michailidis et al., 2013) en el proceso de recuperación debido a los efectos antiinflamatorios y/o anti-oxidantes.

Aunque estos datos muestran resultados prometedores, se debería tener en cuenta que no todos fueron obtenidos de experimentos con humanos. Los efectos sobre los resultados funcionales no son siempre claros y no han sido evaluados a largo plazo. En cualquier caso, la administración antiinflamatoria y antioxidante debería ser cuidadosamente dosificada, ya que las reacciones de los procesos inflamatorios y reacciones redox gatillan las adaptaciones al ejercicio. Por lo tanto, las dosis elevadas de manera crónica o las dosis no periodizadas de antioxidantes pueden ser perjudiciales a largo plazo para el entrenamiento (Baar 2014).

Otro gran grupo de estas moléculas provienen de las plantas, tales como las catequinas del té o la naringenina de los cítricos, entre otros flavonoides. Estos últimos están compuestos por los flavonoles, flavonas, flavanonas, antocianidinas e isoflavonoides, que están ampliamente distribuidos en las plantas y funcionan como pigmentos, moléculas de señalización y defensa contra la infección y enfermedad. Una ingesta elevada de frutas y verduras ha sido relacionada con una reducción de las enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer. Este efecto puede estar relacionado en parte a los altos niveles de flavonoides de estos alimentos (Nieman, et al., 2010).

Composición

A continuación, destacamos algunos alimentos naturales ricos en flavonoides: cebolla, manzana, perejil, frutos rojos, uvas, apio, alcachofa, frutos rojos, soja, pimienta, verduras de hoja. En relación a los suplementos, lo importante es que estos contengan una combinación de antioxidantes en dosis moderadas en vez de una dosis elevada de uno solo.

Aplicaciones

Este tipo de antioxidantes tiene aplicaciones tanto para la salud como para el rendimiento. Destacamos que la opción más apropiada es buscar su aporte a través de los alimentos naturales. En caso de optar por suplementación, seguir las recomendaciones indicadas en el apartado anterior y utilizarlos con base en lo que el profesional especializado indique.

2.2.3 Vitamina D

Vitamina D

Es una vitamina hidrosoluble que actúa como precursor esteroideo para diferentes procesos metabólicos y biológicos. Una vez que se convierte en su forma biológicamente activa, 1,25-dihidroxitamina D, regula la expresión de más de 900 variantes de genes (Dahlquist, Dieter & Koehle, 2015). Notablemente, al parecer cerca del 90 % de la población mundial posee niveles inadecuados de vitamina D. Las reservas inadecuadas están asociadas a un incremento del riesgo de desórdenes óseos y fracturas, y posee efectos catabólicos sobre el tejido muscular, lo que causa debilidad muscular y disminución del rendimiento deportivo.

El descubrimiento del receptor de la vitamina D en el músculo esquelético humano ha dado lugar a un aumento de la investigación sobre el papel potencial de la vitamina D en la regulación de la síntesis de proteínas musculares (MPS) y la función muscular, lo que tiene implicaciones obvias para las adaptaciones al entrenamiento (Morton 2014). El estudio de la vitamina D es especialmente relevante teniendo en cuenta que muchos atletas, entre ellos jugadores profesionales de fútbol, presentan una deficiencia de vitamina D en los meses de invierno (Morton et al, 2012;.. Cerrar et al, 2013).

En este momento del año, no hay radiación UV de longitud de onda apropiada para que se estimule la producción cutánea de pre-vitamina D3 (Webb & Holick 1988; Webb et al, 1988). Teniendo en cuenta la

variación estacional de la radiación ultravioleta-B durante el invierno, se ha convertido en una práctica común el complementar con vitamina D3 (colecalfiferol) a fin de promover la síntesis de vitamina D. Para este fin, la complementación diaria de 5000 UI parece ser una dosis segura y tolerable para restaurar la circulación de 25 [OH] D a niveles suficientes en un plazo de seis semanas, es decir, aproximadamente 100 nmol / l (Cierre et al., 2013). La 25-hidroxivitamina D (25(OH)D) constituye el principal metabolito circulante en la sangre de la vitamina D y es, por lo tanto, el que es medido en las analíticas sanguíneas. Las recomendaciones actuales indican niveles óptimos en la sangre de 70 nmoles/L (2.5 nmol/L = 1 ng/mL).

En un intento de promover las adaptaciones al entrenamiento así como de mantener tanto la salud ósea como la inmunológica, se recomienda que los jugadores de fútbol corrijan cualquier deficiencia con una complementación apropiada durante el periodo de invierno, cuando la exposición a la luz solar natural sea probablemente difícil. En la actualidad, la complementación diaria de 5.000 UI, por tanto, parece ser una dosis segura y relevante en la práctica, aunque los jugadores también deben pedir consejo médico.

Composición

El Instituto de Medicina (Institute of Medicine, IOM) recomienda 400-800 IU/día (40 IU = 1 µg) para niños, adultos e individuos de más de setenta años, con el objetivo de mantener los niveles plasmáticos por encima de 50 nmol/L. No obstante, en deportistas, este aporte al parecer es insuficiente, y se recomienda un aporte a partir de todas las fuentes (salmón fresco, cereales fortificados, leche, exposición solar) de 2000 a 5000 IU/día para mantener los niveles plasmáticos de 25(OH)D entre 75 y 80 nmol/L.

En relación a la exposición solar, la recomendación en los meses de verano son dosis de 20 minutos que expongan el 5% de la piel a una radiación UVB de 290 a 315 nm de dos a tres veces por semana.

Aplicaciones

Las aplicaciones de la vitamina D están relacionadas tanto a la población general como a los deportistas. Es importante monitorear sus niveles con analítica sanguínea y trabajar con el equipo profesional idóneo (nutricionista, entrenador y médico) para que los niveles sanguíneos alcancen los valores recomendados en cada caso.

Protocolo del Instituto Australiano del Deporte

- Es posible encontrar pequeñas cantidades de vitamina D en alimentos como: peces grasos, yema de huevo, alimentos fortificados como leche, jugo de naranja, cereales y margarina. Sin embargo, los alimentos solos no aportan una cantidad suficiente de vitamina D.
- La deficiencia de vitamina D puede provocar varios problemas de salud, entre los que se incluyen: un mayor riesgo de lesiones óseas, dolor musculoesquelético crónico e infecciones virales del tracto respiratorio.
- Además, cada vez existe más evidencia de que la suplementación con vitamina D en atletas con niveles subóptimos de vitamina D, puede tener efectos beneficiosos en el rendimiento deportivo, particularmente en la fuerza, potencia, tiempo de reacción y equilibrio.
- No existe ninguna definición universalmente aceptada de deficiencia de vitamina D, sin embargo a menudo se citan las siguientes definiciones basadas en los niveles séricos de vitamina D 25(OH):
 - Deficiencia de vitamina D: niveles séricos < 20 ng/ml (50 nmol/L).
 - Insuficiencia de vitamina D: niveles séricos < 32 ng/ml (75 nmol/L).
 - Suficiencia de vitamina D: niveles séricos > 32 ng/ml (75 nmol/L).
- En atletas, se prefieren niveles más altos para permitir un margen de seguridad mayor y optimizar el rendimiento. Algunas agencias que trabajan con atletas de elite generalmente fijan sus propios umbrales para las concentraciones deseadas de vitamina D.

2.2.4 Sustancias inefectivas o peligrosas

Es notable la cantidad de sustancias inefectivas o peligrosas que hay en las formulaciones de los productos actualmente disponibles en el mercado. De hecho, la mayor parte incluye entre sus formulaciones, con sustancias que sí son efectivas, como los carbohidratos, la cafeína o la creatina, alguna sustancia inefectiva como una estrategia de marketing que atraiga al consumidor, que al parecer se impresiona por una formulación con mayor cantidad de sustancias. En este escenario, se alienta tanto al profesional como al deportista o persona interesada en utilizar un suplemento, a consultar las tablas de referencia que presentamos en el módulo 3 del curso en relación a las clasificaciones del Instituto Australiano del Deporte y la Sociedad Internacional de Nutrición Deportiva.

Presentamos a continuación algunas de estas sustancias inefectivas o peligrosas:

1. Cromo.
2. L-carnitina.
3. Garcinia Cambogia.
4. Ginseng.
5. Tribulus terrestres.
6. Ribosa.
7. Inosina.
8. Colina
9. Citrunila – malato de citrulina.
10. Coenzima Q10.
11. Efedrina – alcaloides de la efedra.
12. Ácidos grasos de cadena media (MCFA).
13. Ácido felúrico.
14. γ -oryzanol.
15. Anabólicos esteroides.
16. Efedrina.
17. Anfetaminas.
18. EPO.
19. STH.



Referencias

AIS Sports Supplement Framework. (2014). Protocolos del AIS para la utilización de geles deportivos. Recuperado el 3/6/2016 de <http://goo.gl/v03Q29>

AIS Sports Supplement Framework. (2014). Protocolos del AIS para la utilización de barras deportivas. Recuperado el 3/6/2016 de <http://goo.gl/OFIT2a>

AIS Sports Supplement Framework. (2014). Protocolo del AIS para el reemplazo de electrolitos. Recuperado el 3/6/2016 de <http://goo.gl/m1GSQ0>

Areta, J. L., L. M. Burke, D. M. Camera, D. W. West, S. Crawshay, D. R. Moore, T. Stellingwerff, S. M. Phillips, J. A. Hawley and V. G. Coffey (2014). Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 306(8): E989-997.

Armstrong, L., Casa, D., Millard-Stafford, M., Moran, D., Pyne, S., y Roberts W. (2007). Medicine position stand: Exertional heat illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

Baar, K. (2014). Nutrition and the molecular response to strength training. *Sports Science Exchange* 27(124): 1-4.

Balaban, E. P. (1992). Sports anemia. *Clin Sports Med* 11(2): 313-325.

Barclay, N. L., T. C. Eley, D. J. Buysse, B. Maughan and A. M. Gregory (2012). Nonshared environmental influences on sleep quality: a study of monozygotic twin differences. *Behav Genet* 42(2): 234-244.

Bowtell, J. L., D. P. Sumners, A. Dyer, P. Fox and K. N. Mileva (2011). Montmorency cherry juice reduces muscle damage caused by intensive strength exercise. *Med Sci Sports Exerc* 43(8): 1544-1551.

Burke, L., Hawley, J., Wong S., y Jeukendrup, A. (2011). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*.

Cabanillas M., E. Moya Chimenti, C. González Candela, V. Loria Kohen, C. Dassen, y T. Lajo. (2009). *Características y utilidad de los sustitutos de comida: análisis de los productos comercializados de uso habitual en nuestro entorno.* *Nutr Hosp.*, 24 (5): 535-542.



Clarkson, P. M. (1991). Minerals: exercise performance and supplementation in athletes. *J Sports Sci* 9 Spec No: 91-116.

Connolly, D. A., M. P. McHugh, O. I. Padilla-Zakour, L. Carlson and S. P. Sayers (2006). Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br J Sports Med* 40(8): 679-683; discussion 683.

Coombes J., y Hamilton, K. (2000). The Effectiveness of Commercially Available Sports Drinks. *Sports Med.*

Dahlquist, D., Dieter B., y Koehle M. (2015) Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. *J. Int Soc Sports Nutr*, 12:33.

Davis, J. M., E. A. Murphy, M. D. Carmichael, M. R. Zielinski, C. M. Groschwitz, A. S. Brown, J. D. Gangemi, A. Ghaffar and E. P. Mayer (2007). Curcumin effects on inflammation and performance recovery following eccentric exercise-induced muscle damage. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 292(6): R2168-2173.

DellaValle, D. M. and J. D. Haas (2014). Iron supplementation improves energetic efficiency in iron-depleted female rowers. *Med Sci Sports Exerc* 46(6): 1204-1215.

Gleeson, M., Nieman, D., y Pedersen, B. (2004). Exercise, nutrition and immune function. *Journal of Sports Sciences.*

Gleeson, M. (2013). Nutritional support to maintain proper immune status during intense training. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser* 75: 85-97.

Howatson, G., M. P. McHugh, J. A. Hill, J. Brouner, A. P. Jewell, K. A. van Someren, R. E. Shave and S. A. Howatson (2010). Influence of tart cherry juice on indices of recovery following marathon running. *Scand J Med Sci Sports* 20(6): 843-852.

International Endurance Work Group. (2015). Protocolos del AIS para la utilización de suplementos con hierro. Recuperado el 3/6/2016 <http://goo.gl/mnevtY>

Jeukendrup A. (2010). Carbohydrate and exercise performance: the role of multiple transportable carbohydrates. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care.*

Maughan, R., y Leiper, J. (1993). Post-exercise rehydration in man: effects of voluntary intake of four different beverages. *Medicine & Science in Sports & Exercise.*



Maughan, R. J. (2013). Quality assurance issues in the use of dietary supplements, with special reference to protein supplements. *J Nutr* 143(11): 1843S-1847S.

Maughan, R. J. and S. M. Shirreffs (2012). Nutrition for sports performance: issues and opportunities. *Proc Nutr Soc* 71(1): 112-119.
McArdle, A. and M. J. Jackson (2000). Exercise, oxidative stress and ageing. *J Anat* 197 Pt 4: 539-541.

Michailidis, Y., L. G. Karagounis, G. Terzis, A. Z. Jamurtas, K. Spengos, D. Tsoukas, A. Chatzinikolaou, D. Mandalidis, R. J. Stefanetti, I. Papassotiriou, S. Athanasopoulos, J. A. Hawley, A. P. Russell and I. G. Fatouros (2013). Thiol-based antioxidant supplementation alters human skeletal muscle signaling and attenuates its inflammatory response and recovery after intense eccentric exercise. *Am J Clin Nutr* 98(1): 233-245.

Minehan, M., Riley, M., y Burke, L. (2002) Effect of flavor and awareness of kilojoule content of drinks on preference and fluid balance in team sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise*.

Moore, D. R., D. M. Camera, J. L. Areta and J. A. Hawley (2014). Beyond muscle hypertrophy: why dietary protein is important for endurance athletes. *Appl Physiol Nutr Metab*: 1-11.

Morton, J. P., Z. Iqbal, B. Drust, D. Burgess, G. L. Close and P. D. Brukner (2012). Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab* 37(4): 798-802.

Morton, J. P. (2014). Supplements for consideration in football. *Sports Science Exchange* 27(130): 1-8.

Nedelec, M., A. McCall, C. Carling, F. Legall, S. Berthoin and G. Dupont (2013). Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med* 43(1): 9-22.

Pfeiffer, B., Stellingwerff, T., Zaitas, E., y Jeukendrup, A. (2010). CHO oxidation from a CHO gel compared with a drink during exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.

Philips, S. (2013). Protein Consumption and Resistance Exercise: Maximizing Anabolic Potential. *Sports Science Exchange* 26(107): 1-5.

Powers, S. K., A. J. Smuder, A. N. Kavazis and M. B. Hudson (2010). Experimental guidelines for studies designed to investigate the impact of antioxidant supplementation on exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 20(1): 2-14.



Roth, E. (1985). [Amino acid and protein metabolism in critically ill patients]. *Infusionsther Klin Ernahr* 12(6): 270-280.

Sacirovic, S., J. Asotic, R. Maksimovic, B. Radevic, B. Muric, H. Mekic and R. Biocanin (2013). Monitoring and prevention of anemia relying on nutrition and environmental conditions in sports. *Mater Sociomed* 25(2): 136-139.

Taghiyar, M., R. Ghiasvand, G. Askari, A. Feizi, M. Hariri, N. S. Mashhadi and L. Darvishi (2013). The effect of vitamins C and e supplementation on muscle damage, performance, and body composition in athlete women: a clinical trial. *Int J Prev Med* 4(Suppl 1): S24-30.

Tanaka, N., A. K. Chakravarty, B. Maughan and S. Shuman (2011). Novel mechanism of RNA repair by RtcB via sequential 2',3'-cyclic phosphodiesterase and 3'-Phosphate/5'-hydroxyl ligation reactions. *J Biol Chem* 286(50): 43134-43143.

Taniguchi, M., H. Imamura, T. Shiota, H. Okamatsu, Y. Fujii, M. Toba and F. Hashimoto (1991). Improvement in iron deficiency anemia through therapy with ferric ammonium citrate and vitamin C and the effects of aerobic exercise. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 37(2): 161-171.

Tartibian, B., B. H. Maleki and A. Abbasi (2009). The effects of ingestion of omega-3 fatty acids on perceived pain and external symptoms of delayed onset muscle soreness in untrained men. *Clin J Sport Med* 19(2): 115-119.

Webb, A. R. and M. F. Holick (1988). The role of sunlight in the cutaneous production of vitamin D₃. *Annu Rev Nutr* 8: 375-399.

Webb, A. R., L. Kline and M. F. Holick (1988). Influence of season and latitude on the cutaneous synthesis of vitamin D₃: exposure to winter sunlight in Boston and Edmonton will not promote vitamin D₃ synthesis in human skin. *J Clin Endocrinol Metab* 67(2): 373-378.

Williams, M. H. (2005). Dietary supplements and sports performance: minerals. *J Int Soc Sports Nutr* 2: (1): 43-49.

