



SUPLEMENTOS PARA CONSIDERAR EN EL FÚTBOL



James P. Morton | Asesor en Nutrición | Liverpool Football Club | Profesor Senior en Metabolismo del Ejercicio y Nutrición | Liverpool John Moores University | Liverpool, Reino Unido

PUNTOS CLAVE

- Los suplementos deben consumirse para “complementar” una dieta saludable equilibrada, no como un reemplazo.
- Los suplementos para el deporte deben ser seguros y legales, tener una base científica bien fundamentada y evidencia que los soporte, y deben consumirse junto a una dieta diaria que ya sea considerada suficiente en su contenido tanto de macro como de micronutrientes.
- Los suplementos deben administrarse con el objetivo estratégico de mejorar el rendimiento el día del partido, promover las adaptaciones al entrenamiento y llevar al máximo la recuperación.
- Los jugadores pueden experimentar fatiga progresiva durante un partido, que se manifiesta como una disminución gradual en la capacidad del rendimiento físico y habilidades técnicas. Para reducir los síntomas de fatiga progresiva, el consumo de cafeína antes del juego puede mejorar el rendimiento cognitivo, físico y técnico.
- Los jugadores también pueden experimentar fatiga temporal durante un partido, que se presenta como una reducción transitoria en el rendimiento físico en los minutos siguientes a un periodo del juego en particular físicamente demandante. Para mejorar la capacidad de rendir en episodios repetidos de actividad de alta intensidad muy próximos uno de otro, los jugadores pueden beneficiarse de una carga previa con β -alanina, creatina y nitrato.
- Las proteínas altas en leucina consumidas después del partido y del entrenamiento pueden facilitar la recuperación y las adaptaciones al entrenamiento al promover la síntesis de proteína muscular. Ésta puede ingerirse en un producto de nutrición deportiva o como alimentos normales.
- La suplementación con vitamina D probablemente sea necesaria durante los meses del invierno (para compensar la reducción natural en la exposición a los rayos UV-B) así como para promover la función inmune y la salud ósea además de mantener potencialmente la función del músculo esquelético.
- Los suplementos no deben administrarse como una estrategia única para todos, dado que muchos jugadores están entrenando para diferentes objetivos (por ejemplo, cuestiones de composición corporal, rehabilitación de lesiones, etc.) y tienen diferentes cargas de entrenamiento.
- Los jugadores deben experimentar en el entrenamiento o en juegos simulados las estrategias con suplementos no familiares (para evaluar cualquier efecto secundario negativo potencial) antes de implementarlo durante la competencia de nivel élite.

INTRODUCCIÓN

Los suplementos son un tema de moda entre los atletas y entrenadores, y con frecuencia se utilizan para incrementar el rendimiento, mejorar la recuperación o mantener la salud general. Es importante notar que casi nunca hay una necesidad de suplementos si la dieta del atleta es saludable, variada y equilibrada. Hay excepciones donde los suplementos pueden ayudar al rendimiento o a la recuperación, pero en cualquier caso deben consumirse para “complementar” una dieta equilibrada saludable, no como un reemplazo. En este contexto un suplemento se define como un producto creado para el consumo que contiene un “ingrediente dietético” creado para añadir un valor nutricional adicional (complementar) a la dieta (FDA, 2014; Finley et al., 2013). Un “ingrediente dietético” puede ser una, o una combinación, de las siguientes sustancias: una vitamina, un mineral, una hierba u otra sustancia botánica, un aminoácido o una sustancia dietética para uso de la gente para complementar la dieta al aumentar la ingesta dietética total con un concentrado, metabolito, constituyente o extracto. Los productos de nutrición deportiva tales como las bebidas deportivas y las bebidas de proteínas para la recuperación no se consideran suplementos.

La industria de los suplementos deportivos es un negocio en crecimiento multibillonario con miles de suplementos disponibles comercialmente que afirman mejorar la fuerza muscular, potencia, velocidad y resistencia así como prevenir (y promover la recuperación de) enfermedad y lesión. Dado que todos los indicadores de rendimiento físico mencionados son relevantes para el futbolista profesional, es poco sorprendente que los jugadores de élite, entrenadores y personal de ciencias del deporte estén frecuentemente agobiados cuando se enfrentan al reto de desarrollar una estrategia de suplementación práctica y basada en la evidencia que soporte los partidos y entrenamientos de fútbol. Además, la gran mayoría de los suplementos deportivos comúnmente utilizados por jugadores profesionales son también impulsados comercialmente (en lugar de basados en la evidencia). Lo que es más importante, la estrategia de suplementación elegida debe cumplir con el código de conducta de la Asociación Mundial Anti Dopaje (WADA por sus siglas en inglés) en cuanto a que todos los suplementos estén libres de sustancias prohibidas. Con esto en mente, el presente artículo proporciona una revisión basada en la evidencia de aquellos suplementos que pueden considerarse apropiados para el uso práctico en un partido y entrenamiento de fútbol.

SUPLEMENTOS PARA EL PARTIDO Y EL ENTRENAMIENTO

Cafeína

La cafeína (nombre químico 1,3,7-trimetilxantina) se encuentra en una variedad de bebidas y alimentos (por ejemplo, té, café, cola, chocolate, etc.) y es tal vez la más ampliamente estudiada y probada científicamente de todas las ayudas ergogénicas. De hecho, se ha demostrado consistentemente que la cafeína mejora tanto el rendimiento cognitivo como el físico a través de una variedad de deportes de resistencia tales como carrera, ciclismo, remo, natación, etc. (ver Burke, et al., 2013, para una revisión completa). Sin embargo, numerosos datos sugieren que la cafeína también mejora los elementos físicos y técnicos del rendimiento que son inherentes al partido de fútbol. Por ejemplo, la cafeína puede mejorar el rendimiento en sprints repetidos y el salto (Gant et al., 2010), agilidad reactiva (Duvnjak-Zaknich et al., 2011) y precisión de pase (Foskett et al., 2009) durante protocolos de ejercicio intermitente. Los efectos ergogénicos de la cafeína generalmente se alcanzan con el consumo de 2-6 mg/kg MC (Burke et al., 2013). Dado que los niveles de cafeína en plasma llegan al máximo aproximadamente 45-60 min después de su consumo (Graham & Spriet, 1995), se recomienda consumir bebidas, cápsulas o geles con cafeína (dependiendo de las preferencias de los jugadores) dentro del periodo de calentamiento antes de la patada inicial.

Aunque los mecanismos ergogénicos concretos aún se consideran imprecisos, la mayoría de los investigadores están de acuerdo en que la habilidad de la cafeína de modular el sistema nervioso central (SNC) es el mecanismo predominante (Meeusen, 2014). De hecho, la cafeína se transporta fácilmente a través de la barrera hematoencefálica y puede actuar como un antagonista de la adenosina, oponiéndose así a la acción de la adenosina. Como tal, la cafeína puede incrementar las concentraciones de neurotransmisores importantes tales como la dopamina (Fredholm, 1995), lo cual se manifiesta en sí mismo como un aumento en la motivación (Maridakis et al., 2009) y el impulso motor (Davis et al., 2003). Además de su efecto sobre el SNC, datos recientes sugieren que la cafeína también puede ejercer sus influencias ergogénicas durante el ejercicio intermitente de alta intensidad a través de un mecanismo adicional relacionado con el mantenimiento de la excitabilidad del músculo. De hecho, Mohr y colaboradores (2011) observaron una mejoría en el rendimiento de una prueba de ejercicio de alta intensidad específico para el fútbol altamente confiable y validada (Yo-Yo Intermittent Recovery Test 2) después de suplementación con cafeína que se asoció con una reducción de la acumulación de potasio (K^+) en el intersticio muscular durante ejercicio intermitente intenso. La última observación es consistente con la noción de que la acumulación extracelular de potasio es una causa que contribuye a la fatiga durante el ejercicio de muy alta intensidad.

En contraste con los días de partido cuando generalmente se consumen productos deportivos especializados con cafeína, en los días de entrenamiento los jugadores pueden obtener los efectos ergogénicos consumiendo cafeína en forma de te o café con su desayuno antes del entrenamiento. De hecho, esta estrategia parece apropiada dada la evidencia reciente de que el consumo de café antes del ejercicio induce beneficios en el rendimiento similares a los del consumo de cafeína anhidra (Hodgson et al., 2013). Finalmente, se ha sugerido que el consumo de cafeína post-entrenamiento puede ayudar a promover

la recuperación y el rendimiento durante una sesión de entrenamiento posterior realizada el mismo día. Ciertamente, la resíntesis de glucógeno muscular post-ejercicio aumentó cuando la cafeína (8 mg/kg administrados como 2 dosis de 4 mg/kg a intervalos de 2 h) se ingirió junto con la alimentación de carbohidratos (Pedersen et al., 2008). De acuerdo con esto, la capacidad de carrera intermitente de alta intensidad mejora durante una sesión de entrenamiento por la tarde terminada cuatro horas después de una sesión matutina de entrenamiento cuando se adopta el mismo protocolo de dosis de los autores previos (Taylor et al., 2011). Sin embargo, es digno de atención que no todos los investigadores han observado que el consumo de cafeína post-ejercicio aumente la resíntesis de glucógeno muscular (Beelen et al., 2012).

A pesar de la evidencia sustancial que sirve como base para soportar el consumo de cafeína para el rendimiento en el ejercicio, es altamente recomendable que los jugadores inicialmente experimenten con cafeína en las sesiones de entrenamiento (para evaluar cualquier efecto secundario negativo no deseado y optimizar la estrategia de dosificación individual) antes de implementarla en juegos competitivos. De hecho, no todos los individuos demuestran mejorías en el rendimiento después de un consumo agudo de cafeína, y grandes dosis (es decir, especialmente >6 mg/kg MC) frecuentemente pueden provocar síntomas negativos tales como aumento de la frecuencia cardiaca, irritabilidad, temblor, confusión, disminución de la concentración y dificultad para respirar, etc. (Graham & Spriet, 1995). Además, consumir altas dosis de cafeína antes de o durante los juegos nocturnos también puede ser problemático dado que la calidad del sueño puede afectarse negativamente (Drake et al., 2013).

Creatina

Además de la cafeína, la creatina también es uno de los suplementos más ampliamente investigados que tiene una fuerte base de evidencia científica que la respalda. La creatina es un componente de guanidina que se sintetiza en el hígado y en el riñón a partir de los aminoácidos arginina y glicina. Desde una perspectiva de la dieta, las fuentes predominantes de creatina son el pescado y la carne roja. El almacén más grande de creatina en el cuerpo es el músculo esquelético (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000), donde aproximadamente el 60-70% se almacena como una forma fosforilada conocida como fosfocreatina (PCr). La suplementación con creatina ha estado tradicionalmente asociada con los atletas de fuerza y potencia tales como levantadores de pesas y velocistas dado el papel de la hidrólisis de la PCr en la regeneración de ATP durante los segundos iniciales de la actividad supra maximal. Sin embargo, en el contexto del fútbol, la suplementación con creatina también es de mención particular dado que los almacenes de fosfocreatina presentan una disminución significativa durante un partido de fútbol (Krustrup et al., 2006). De acuerdo con esto, la suplementación con creatina mejora el rendimiento de sprints repetidos durante protocolos de ejercicio de corta duración (Casey et al., 1996) y ejercicio intermitente prolongado (Mujika et al., 2000), probablemente debido al aumento de los almacenes de PCr muscular en reposo así como de la mejoría en las tasas de resíntesis de fosfocreatina en los periodos de recuperación entre sprints sucesivos (Casey et al., 1996). Además de aumentar el rendimiento en sprints repetidos, los jugadores también pueden desear consumir creatina con la meta de incrementar las mejorías inducidas por el entrenamiento en la masa muscular, fuerza y potencia (Branch, 2003).

Harris y colaboradores (1992) proporcionaron la evidencia inicial de que la suplementación con creatina (usando un protocolo de carga de 20 g/día por 5 días) aumentó (en la magnitud de 20%) tanto la creatina total como los almacenes de PCr en el músculo esquelético. Así, la estrategia de dosificación de creatina convencional es empezar un protocolo de carga (generalmente involucrando 4 dosis de 5 g por día, durante 5-7 días) seguido de una dosis diaria de mantenimiento de 3-5 g/día (Hultman et al., 1996). Sin embargo, dado que la adherencia del jugador a ese tipo de protocolo puede estar limitada, es digno de tomar en cuenta que el consumo diario de una dosis menor durante un periodo más prolongado (es decir, 3 g/d por 30 días) aumentarán eventualmente la creatina en músculo a un nivel similar que el observado con los protocolos de carga clásicos (Hultman et al., 1996). Después de la interrupción de la suplementación, los almacenes elevados de creatina muscular tienden a regresar hacia los niveles basales dentro de 5-8 semanas (Hultman et al., 1996). Para llevar al máximo el almacenamiento de creatina a una dosis determinada, también se recomienda que la creatina se consuma después del ejercicio y en conjunto con la alimentación con carbohidratos y/o proteínas dado que se sabe que la contracción y la insulina elevada aumentan la absorción de creatina por el músculo (Robinson et al., 1999). En un contexto práctico, esto significa asegurar la provisión de creatina antes y después de los periodos de entrenamiento en conjunto con otros productos de nutrición deportiva que contienen carbohidratos (y/o proteína) o con la provisión de alimentos enteros en las comidas principales de desayuno, almuerzo/comida y cena. La carga previa con creatina también puede aumentar las tasas de resíntesis de glucógeno muscular post-ejercicio (Robinson et al., 1999). Considerando la dificultad de reponer los almacenes de glucógeno muscular después del juego aún con consumos suficientes de carbohidratos y proteínas, esta estrategia parece relevante durante aquellos periodos de programación intensa de encuentros cuando se juegan múltiples partidos con un tiempo de recuperación limitado.

Al igual que con la cafeína, es digno de atención que cada individuo no responderá de manera similar a la suplementación con creatina en términos tanto de aumento de los almacenes de creatina en músculo como de las mejorías posteriores en el rendimiento. De hecho, la magnitud de la elevación de la creatina en músculo a una dosis determinada de suplementación con creatina es altamente variable y parece estar en gran medida determinada por el nivel inicial de la concentración de creatina muscular antes de la suplementación, esto último probablemente determinado por la dieta habitual (Hultman et al., 1996). En general, los individuos con bajos almacenes de creatina muscular exhiben grandes incrementos en la creatina muscular total durante la suplementación comparado con aquellos individuos que ya tienen altas concentraciones de creatina en músculo (Hultman et al., 1996). De acuerdo con esto, las mejorías inducidas por la creatina en el rendimiento de ejercicio intermitente son mayores en aquellos individuos que exhiben mayores incrementos en la creatina y la PCr del músculo (especialmente en fibras Tipo II) (Casey et al., 1996).

La suplementación aguda con creatina (es decir, la carga) también puede inducir a una ganancia de 1-1.5 kg en la masa corporal, un efecto que es mayor en hombres comparado con mujeres (Mihic et al., 2000). Tales incrementos en la masa corporal están limitados a la masa libre de grasa y probablemente se deban a un aumento en la acumulación

de agua intracelular. Por esta razón, no todos los jugadores pueden elegir la suplementación con creatina dada la percepción de sentirse más pesados y más lentos, un efecto que puede ser especialmente relevante para aquellos jugadores más ligeros (tales como delanteros y mediocampistas) quienes dependen de la velocidad y la agilidad como atributos físicos clave. Además, la suplementación con creatina con frecuencia también se piensa que tiene efectos negativos para la salud en términos de la función del hígado y el riñón. Sin embargo, es digno de atención que los estudios prospectivos demuestran que no hay efectos adversos a la salud en individuos saludables que utilizaron creatina por un tiempo prolongado (Poortmans & Francaux, 1999). No obstante, dado que toma semanas para que los almacenes de creatina regresen hacia los niveles basales desde la interrupción de la suplementación (por lo que los efectos ergogénicos aún deben ocurrir), puede ser prudente para los jugadores realizar la suplementación con creatina "en ciclos" para etapas específicas de la temporada (por ejemplo, antes de la temporada, programación acumulada de partidos) y/o metas de entrenamiento (por ejemplo, metas de fuerza/hipertrofia).

β -alanina

En las células del músculo esquelético, la β -alanina se combina con la L-histidina para formar el dipéptido β -alanil-L-histidina, más conocido comúnmente como carnosina. La carnosina es de particular referencia para el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad dado que puede actuar como un buffer intracelular para H^+ debido a su anillo de imidazol que tiene un pKa de 6.83 aunque también está presente en el músculo en concentraciones bastante altas (por ejemplo, 10-60 mmol/kg peso seco) (Hobson et al., 2012). Dada la naturaleza de sprints repetidos de un partido de fútbol, el pH del músculo disminuye a niveles que pueden perjudicar la capacidad de generar ATP a través del metabolismo glucolítico (Krustrup et al., 2006). De por sí, ha llegado a ser una práctica común para los jugadores de fútbol consumir suplementos de β -alanina diariamente (ya que es el factor limitante de la tasa de síntesis de carnosina) por lo que incrementa los almacenes de carnosina en el músculo y por lo tanto, mejora potencialmente el rendimiento en el ejercicio de alta intensidad. De hecho, en relación a lo anterior, se ha demostrado consistentemente que la suplementación diaria de β -alanina eleva la concentración de carnosina en el músculo esquelético en aproximadamente 50% tanto en las fibras tipo I como tipo II del músculo esquelético humano (Hill et al., 2007; Harris et al., 2012). Además, en meta-análisis recientes, Hobson y colaboradores (2012) concluyeron que probablemente hay efectos ergogénicos de la suplementación de β -alanina durante los deportes de alta intensidad con duración de 1-6 min tales como eventos de pista y campo, ciclismo, remo y natación.

Desafortunadamente, las investigaciones que evalúan los efectos de la suplementación con β -alanina durante protocolos de ejercicio intermitente de alta intensidad que son aplicables al fútbol son limitados y contradictorios. Por ejemplo, Saunders y colaboradores (2012a) observaron que no hubo efectos beneficiosos de 4 semanas de suplementación con β -alanina (6.4 g/día) sobre el rendimiento en sprints durante una prueba de circuito intermitente (Loughborough Intermittent Shuttle Test), una prueba de campo prolongada diseñada para imitar el patrón de actividad de los deportes de equipo. En contraste, los mismos investigadores más tarde observaron mejorías

en el rendimiento durante una prueba de recuperación intermitente (Yo-Yo Intermittent Recovery Test Nivel 2) después de 12 semanas de suplementación diaria con 3.2 g de β -alanina (Saunders et al., 2012b). Desafortunadamente, en ambos estudios no se reportaron los cambios en los almacenes de carnosina del músculo después de la suplementación aunque es posible que los efectos de mejoría observados en el último estudio fueran debido a un periodo más largo de suplementación. Esta hipótesis es especialmente relevante dado que la duración de la suplementación con β -alanina es un determinante del aumento de la concentración de carnosina en el músculo (Hill et al., 2007).

Un efecto secundario negativo de la suplementación con β -alanina cuando se administra como una sola dosis >10 mg/kg MC (especialmente cuando está en solución o como cápsulas de gel) es un adormecimiento de la piel y sensación de hormigueo (Harris et al., 2006), un fenómeno conocido como parestesia. Para reducir tales síntomas, se han desarrollado formulaciones de liberación sostenida que permiten que se ingieran simultáneamente dos dosis de 800 mg sin ningún síntoma (Decombaz et al., 2012). Aunque actualmente no se conoce la dosificación óptima y la estrategia de liberación de la suplementación con β -alanina, es notable que existe una relación lineal significativa entre el consumo total de β -alanina (dentro del rango de 1.6-6.4 g/día) y el incremento tanto relativo como absoluto en la carnosina del músculo (Stellingwerff et al., 2012a). Con este fin, Stellingwerff y colaboradores (2012b) observaron que cuatro semanas de suplementación con 3.2 g de β -alanina indujeron aumentos 2 veces mayores en los almacenes de carnosina del músculo al comparar con 1.6 g diariamente.

Más aún, estos investigadores también observaron que dosis posteriores diariamente de 1.6 g/día continuaron provocando incrementos adicionales a pesar de que los almacenes de carnosina ya eran altos después de cuatro semanas de suplementación con una dosis más alta de β -alanina. Más recientemente, Stegen y colaboradores (2014) también observaron que después de 6 semanas de 3.2 g de β -alanina/día, se requirió una dosis de mantenimiento diaria adicional de 1.2 g/día para mantener el contenido de carnosina del músculo elevado un 30-50% por encima de los niveles basales. De hecho, tras el cese de la suplementación, los almacenes de carnosina típicamente regresan hacia los niveles basales dentro de 10-20 semanas (Baguet et al., 2009). Con base al antecedente anterior, se recomienda por lo tanto que donde se requiera que los almacenes de carnosina muscular se eleven rápidamente (tal vez durante etapas importantes de competencia tales como programación intensa de encuentros), la carga con dosis más grandes (por ejemplo, 3-6 g/día por 3-4 semanas) sería beneficiosa inicialmente seguida por la dosis de mantenimiento diaria >1.2 g. Para llevar al mínimo los síntomas de parestesia, los jugadores pueden beneficiarse al consumir fórmulas de lenta liberación en un número de dosis distribuidas en partes iguales durante el día.

Nitrato

En años recientes, la investigación acerca de la suplementación con nitrato inorgánico de la dieta ha recibido una cantidad significativa de atención debido a los efectos del óxido nítrico sobre una variedad de funciones fisiológicas. De hecho, el óxido nítrico tiene efectos bien documentados en la regulación del flujo sanguíneo, absorción de glucosa en el músculo y propiedades contráctiles del músculo esquelético (Jones, 2014). La vía

tradicional de producción endógena de óxido nítrico se reconoce como la de oxidación de L-arginina, que se facilita por la enzima óxido nítrico sintetasa. Sin embargo, ahora se sabe que el nitrato inorgánico consumido en la dieta también puede metabolizarse a nitrito, y posteriormente, a óxido nítrico, complementando así el que se produce por la vía de L-arginina (Hord et al., 2009). Por lo tanto, la identificación de estas vías bioquímicas han llevado a una serie de estudios realizados en la última década evaluando los efectos del consumo de nitrato inorgánico sobre el rendimiento en el ejercicio.

Los nitratos son especialmente altos en los vegetales de hojas verdes tales como la remolacha (betabel o betarraga), lechuga y espinaca, aunque el contenido exacto puede variar considerablemente con base en las condiciones de la tierra y las época del año. Como un medio para proporcionar una dosis constante de nitrato, la mayoría de los investigadores han utilizado por lo tanto dosis estandarizadas de jugo de remolacha (0.5 L es equivalente a aproximadamente 5 mmol de nitrato) para elevar así la disponibilidad de nitrato y nitrito. Utilizando la ingesta crónica (variando de 3-15 días de 0.5 L de jugo de remolacha por día) y/o la ingesta aguda 2.5 h antes del ejercicio, se ha demostrado colectivamente que el consumo de nitrato reduce la presión sanguínea, disminuye el consumo de oxígeno para una carga de trabajo o velocidad determinados durante el ejercicio constante así como mejora la capacidad de ejercicio durante ciclismo o carrera de alta intensidad y corta duración (Bailey et al., 2009, 2010; Vanhatalo et al., 2010; Lansley et al., 2011a). Estos estudios iniciales más tarde fueron soportados por experimentos que demostraban que el consumo agudo (Lansley et al., 2011b) y crónico de jugo de remolacha (Cermak et al., 2012) en atletas entrenados pero sub-élite también mejoró el rendimiento en pruebas de ciclismo contrarreloj en distancias que variaban de 4 km a 16.1 km (es decir, aproximadamente 5-30 min de ejercicio). Sin embargo, es notable que los efectos de aumento del rendimiento con nitrato no son fácilmente evidentes en atletas élite (Wilkerson et al., 2012), probablemente debido a una combinación de diferencias en la fisiología de los atletas élite en comparación con los sub-élite que en conjunto vuelven a un atleta entrenado menos sensible a la disponibilidad adicional de óxido nítrico, por ejemplo, una actividad más alta de la óxido nítrico sintetasa, valores de nitrito en plasma, mayor capilarización muscular, más fibras musculares Tipo I (Jones, 2014).

Actualmente se piensa que los mecanismos que llevan a la reducción en el costo de oxígeno del ejercicio y la mejoría en la capacidad/rendimiento se deben a una mejoría en la eficiencia del músculo y el metabolismo energético (Jones, 2014). Por ejemplo, Bailey y colaboradores (2010) observaron que la reducción en el consumo de oxígeno durante el ejercicio (después de 6 días de consumo de 0.5 L de jugo de remolacha por día) estuvo asociado con una reducción en la degradación de PCr y acumulación de ADP y Pi, lo que implica una disminución del costo de ATP de la contracción para una producción de potencia determinada y por lo tanto una disminución de las señales para estimular la respiración. Utilizando tres días de consumo de nitrato de sodio (0.1 mmol/kg MC), Larsen y colaboradores (2011) sugirieron que la eficiencia de la mitocondria puede mejorar en aislamiento del músculo esquelético humano después de la suplementación. Más recientemente, Haider y Folland (2014) observaron que siete días de carga de nitrato en forma de jugo de remolacha concentrado (9.7 mmol/día) también mejoraron las propiedades contráctiles in vivo del músculo esquelético humano,

como se evidencia por la mejoría en la excitación-acoplamiento a bajas frecuencias de estimulación así como la fuerza explosiva producida por la estimulación supra-máxima.

Actualmente, la dosis de carga óptima para facilitar los efectos ergogénicos del nitrato tampoco es bien conocida, especialmente en relación a si se requieren protocolos de carga agudos (es decir, 2.5 h antes del ejercicio) o crónicos (es decir, varios días). No obstante, en el contexto agudo, Wylie y colaboradores (2013a) observaron que la mejoría en la tolerancia al ejercicio (en relación al placebo) no fue diferente cuando se ingirió 8.4 o 16.8 mmol de nitrato 2.5 h antes del ejercicio. Sin embargo, es notable que la reducción en el costo de oxígeno durante el ejercicio asociada con el consumo de nitrato fue mayor con la dosis más alta. Tales datos sugieren que la inhabilidad para detectar los efectos fisiológicos del nitrato en escenarios agudos (especialmente con atletas élite) pueden superarse utilizando estrategias con dosis pre-ejercicio más altas y/o protocolos de dosificación de mayor duración (>3 días).

A pesar de los datos revisados anteriormente, aún no hay evidencia convincente disponible que demuestre los efectos ergogénicos del consumo de nitrato durante protocolos de ejercicio intermitente relacionados con el fútbol. Sin embargo, utilizando una dosis de carga más agresiva de jugo de remolacha concentrado (aproximadamente 30 mmol en un periodo de 36 h), Wylie y colaboradores (2013b) observaron mejorías significativas en la distancia corrida en una prueba intermitente (Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1) cuando se comparó con la suplementación con placebo. De manera interesante, estos investigadores observaron una reducción en la glucosa plasmática durante el ejercicio en el tratamiento con remolacha, sugiriendo que el aumento en la glucosa muscular y la mejoría en el rendimiento puede deberse al ahorro de glucógeno muscular. Además, la mejoría en el rendimiento puede haberse debido al mantenimiento de la excitabilidad de la membrana muscular dado que el K^+ plasmático fue más bajo durante el ejercicio posterior a la suplementación con jugo de remolacha. Desde una perspectiva práctica, el uso de un protocolo intenso de carga de nitrato de 36 h probablemente sea para ganar más aceptación entre los jugadores de fútbol que la estrategia de carga convencional de 3-6 días. No obstante, la aplicación práctica de la suplementación con nitrato (aún en forma concentrada) puede estar limitada debido a problemas con el sabor y la palatabilidad de los productos actuales de nitrato que están disponibles comercialmente. Por lo tanto, dada la limitada evidencia disponible para protocolos específicos de fútbol, es altamente recomendable que los jugadores experimenten con la suplementación con nitrato (tal vez aún más que con los suplementos revisados previamente) antes de implementarlo en la competencia de alto nivel.

Proteína

Aunque la proteína no se considera un ergogénico para el rendimiento en el ejercicio, el consumo de proteína próximo al estímulo del ejercicio aumenta la síntesis de proteína del músculo esquelético (SPM), y por lo tanto, facilita el proceso de remodelación post-ejercicio del músculo. Para este fin, la ingesta de 20-30 g de proteína es suficiente para inducir tasas máximas de SPM (Res, 2014; Moore et al., 2009). Además, debido a sus tasas rápidas de digestión y la concentración elevada de leucina, las proteínas del suero de leche son superiores a las fuentes de proteína de la soya y la caseína (Tang et al., 2009). Dado que la

proteína líquida induce aminoacidemia en plasma más alta que las fuentes de proteína sólidas, se recomienda que los jugadores tengan acceso a proteínas líquidas con base de proteína de suero de leche inmediatamente después de los juegos.

En el contexto de los días de entrenamiento, pueden consumirse fácilmente 20-25 g de proteína por medio de alimentos enteros con el desayuno (por ejemplo, leche, huevos, yogurt, etc.), aunque ocasionalmente puede ser más práctico aportar la proteína en forma de un batido (malteada) o bebida con proteína que aporte la cantidad exacta de proteína en una forma conveniente. Las prácticas de entrenamiento de los jugadores de fútbol generalmente consisten de una sesión específica de fútbol en campo (de 10:30 a.m. a 12 p.m.), seguida inmediatamente por 30-45 min de entrenamiento de fuerza con la intención de promover una combinación de hipertrofia, fuerza y potencia. Debido a que el desayuno generalmente tendrá que consumirse a las 9 a.m., puede ser beneficioso proporcionar acceso a fuentes de proteína de alta calidad antes de la sesión en el gimnasio para promover así la recuperación de la sesión en campo pero también aportar un suministro rápido de aminoácidos para la sesión posterior de entrenamiento de fuerza. En la práctica, esto puede lograrse por ejemplo al aportar 20 g de proteína de suero de leche en forma de una bebida saborizada lista para beber la cual también puede promover la adherencia del jugador. También es beneficioso para los jugadores consumir 30-40 g de proteína basada en caseína antes de dormir para estimular la SPM y promover la recuperación nocturna (Res et al., 2012).

Vitamina D

La vitamina D es un precursor hormonal que juega un papel bien documentado en soportar la salud ósea y la función inmune. Sin embargo, el descubrimiento del receptor de vitamina D en el músculo esquelético humano ha llevado a aumentar la investigación sobre el papel potencial de la vitamina D en la regulación de la SPM y la función muscular, teniendo así implicaciones obvias para las adaptaciones al entrenamiento. El estudio de la vitamina D es particularmente relevante dado que muchos atletas, incluyendo jugadores de fútbol profesional, presentan deficiencias de vitamina D en los meses de invierno (Morton et al., 2012; Close et al., 2013a). En ese periodo, no hay radiación UV de longitud de onda apropiada para que ocurra la producción cutánea de previtamina D3 (Webb & Holick 1988).

Para contrarrestar la variación estacional en radiación ultravioleta B durante el invierno, ha llegado a ser una práctica común suplementar con vitamina D3 (colecalférol) con el fin de promover la síntesis de vitamina D. Para este fin, la suplementación diaria con 5,000 UI parecer ser una dosis segura y tolerable para restaurar las concentraciones circulantes de 25 (OH)D a niveles suficientes dentro de 6 semanas, esto es, aproximadamente 100 nmol/L (Close et al., 2013a). Aunque no es concluyente, la evidencia preliminar también sugiere que la suplementación con vitamina D en aquellos atletas que exhiben deficiencias severas (es decir, 25 (OH)D < 12.5 nmol/L) pueden mejorar el rendimiento en el sprint y el salto en un cohorte de jugadores juveniles de fútbol profesional (Close et al., 2013a).

En un intento por promover las adaptaciones al entrenamiento así como mantener tanto la salud ósea como la inmune, se recomienda que los jugadores de fútbol corrijan cualquier deficiencia con estrategias

de suplementación apropiadas durante el periodo de invierno cuando la exposición a la luz solar natural probablemente sea nula. Además, debido a las implicaciones clínicas de la deficiencia de vitamina D pero también a su toxicidad, es altamente recomendable que se evalúen adecuadamente los niveles estándar en suero de 25(OH)D de los individuos utilizando técnicas confiables y válidas (tales como espectrometría de masas en tándem) antes de la intervención con cualquier estrategia de suplementación. El último punto es particularmente conveniente debido a que la magnitud del aumento en 25(OH)D en suero es inversamente proporcional a los niveles basales (Close et al., 2013b) y por lo tanto, no es apropiada la suplementación con una sola estrategia para todos. De hecho, la suplementación con dosis altas en individuos que exhiben niveles basales altos también puede aumentar el riesgo de toxicidad. A pesar de la incertidumbre con estrategias de dosificación óptimas, los datos recientes sugieren que la suplementación semanal de 40,000 UI por semana por seis semanas es superior a 20,000 UI en términos de magnitud de elevación, aunque es notable que seis semanas de suplementación continua con 40,000 UI no induce elevaciones adicionales por encima de 100 nmol·L⁻¹ (Close et al., 2013b). Por ahora, la suplementación diaria de 5,000 UI parece una dosis segura y prácticamente relevante aunque los jugadores también deben buscar asesoría médica.

APLICACIONES PRÁCTICAS

Con base en la evidencia revisada anteriormente, se presentan a continuación varias estrategias prácticas y potenciales de suplementación. Debe hacerse notar que no se pretende que estas estrategias se apliquen inmediatamente o que sean relevantes para todos los jugadores. Más bien, estas estrategias podrían adoptarse como puntos de partida iniciales con los cuales experimentar durante situaciones en que no se compita y así afinar las estrategias individuales de suplementación para la competencia y fases importantes de entrenamiento.

- La ingesta de cafeína 30-60 min antes de un partido puede mejorar los elementos cognitivos, físicos y técnicos del rendimiento. Los efectos ergogénicos se alcanzan con 2-6 mg/kg MC en forma de cápsula, líquido o gel. El consumo de cafeína antes del entrenamiento puede lograrse fácilmente por la ingesta de café con el desayuno.
- La creatina puede aumentar el rendimiento en sprints repetidos durante un partido, promover la resíntesis de glucógeno muscular post-ejercicio y también aumentar las ganancias en masa magra, fuerza y potencia inducidas por el entrenamiento. Para alcanzar los efectos ergogénicos, los jugadores pueden comenzar con una dosis de carga de cinco días (4 x 5 g por día) seguidos por una dosis diaria de mantenimiento (por ejemplo, 3-5 g). Alternativamente, una estrategia más pertinente puede ser consumir 3 g diariamente aunque es notable que se requieren periodos más prolongados (por ejemplo, 30 días) para aumentar los almacenes de creatina muscular.
- La suplementación con β-alanina (1.6-6.4 g/día) aumenta los almacenes de carnosina en el músculo dentro de varias semanas que pueden posteriormente amortiguar la acidosis metabólica asociada con el ejercicio de alta intensidad, mejorando de esta manera el rendimiento en sprints repetidos. Para llevar al mínimo los síntomas de parestesia (es decir, adormecimiento de la piel) asociada con la suplementación, los jugadores deben consumir fórmulas de “liberación lenta” en dosis distribuidas uniformemente a través del día.
- La suplementación con nitrato antes del partido (especialmente usando una dosis de carga intensa de 30 mmol en 36 h) puede mejorar el rendimiento en sprints repetidos. Esto puede lograrse al consumir jugo de remolacha concentrado en el día anterior al partido así como en las horas antes del juego.
- El consumo después del partido y del entrenamiento de 20-30 g de proteína de suero de leche puede inducir tasas máximas de SPM, promoviendo así la recuperación y la adaptación al entrenamiento. Para promover la recuperación nocturna, los jugadores pueden consumir 30-40 g de proteína de caseína antes de dormir.
- El consumo diario de 5,000 UI de vitamina D durante los meses de invierno puede restaurar cualquier disminución estacional de vitamina D a niveles estimados como suficientes, promoviendo así la función inmune y ósea y mejorando potencialmente las adaptaciones al entrenamiento a través de la modulación de la SPM.

RESUMEN

Los jugadores de fútbol profesional generalmente entrenan 5-6 días por semana, los cuales consisten en entrenamiento en campo para promover la condición física específica del fútbol y entrenamiento de fuerza que está planeado para aumentar la fuerza muscular y la potencia. Estos estímulos diversos de entrenamiento generalmente están muy cercanos uno de otro con mínima recuperación entre sesiones sucesivas. Dadas las demandas de entrenamiento simultáneas así como los requerimientos para participar en hasta tres juegos por semana, la carga fisiológica acumulativa semanal es compleja y el tiempo de recuperación es limitado. Además de asegurar un consumo de energía diario que sea suficiente en cantidades de macro y micronutrientes, es una práctica común del equipo de apoyo en ciencias del ejercicio implementar un régimen de suplementación en un intento por llevar al máximo las adaptaciones al entrenamiento, el rendimiento el día del partido y la recuperación. Sin embargo, es de hacerse notar que la base de evidencia a favor de muchos suplementos populares revisados aquí generalmente se han derivado de protocolos de ejercicio de resistencia o de alta intensidad en lugar del estímulo de ejercicio “intermitente” de alta intensidad que es característico de los partidos y entrenamientos de fútbol. Además, mucha de la investigación en suplementos deportivos se ha realizado con participantes sub-élite o activos recreativos y por lo tanto hay una necesidad definitiva de investigación adicional de alta calidad utilizando tanto atletas altamente entrenados como protocolos de ejercicio específicos al fútbol. Asimismo, los jugadores deben experimentar inicialmente con estrategias de suplementación no familiares en entrenamiento o en juegos simulados (para evaluar así cualquier potencial efecto secundario negativo) antes de implementarlo durante la competencia a nivel élite.

REFERENCIAS

- Baguet, A., Reyngoudt, H., Pottier, A., Everaert, I., Callens, S., Achten, E. and Derave, W. (2009). Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *J. Appl. Physiol.* 106: 837-842.
- Bailey, S.J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J.R., Dimenna, F.J., Wilkerson, D.P., Tarr, J., Benjamin, N. and Jones, A.M. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O cost of low-intensity exercise and enhances exercise tolerance to high-intensity exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 107: 1144-1155.
- Bailey, S.J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P.G., Blackwell, J.R., DiMenna, F.J., Wilkerson, D.P., Benjamin, N. and Jones, A.M. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J. Appl. Physiol.* 109: 135-148.
- Beelen, M., Kranenburg, J.V., Senden, J.M., Kuipers, H. and Van Loon, L.J. (2012). Impact of caffeine and protein on post-exercise muscle glycogen synthesis. *Med. Sci. Sports. Exer.* 44: 692-700.
- Branch, J.D. (2003). Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *Int. J. Sports. Nutr. Exer. Metab.* 13: 198-226.
- Burke, L., Desbrow, B. and Spriet, L. (2013). Caffeine and Sports Performance. Human Kinetics: Champaign, IL.
- Casey, A., D.Constantin-Teodosiu, S.Howell, E.Hultman and P.L.Greenhaff (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *Am. J. Physiol.* 271: E31-E37.
- Cermak, N., Gibala, M.J. and Van Loon, L.J. (2012). Nitrate supplementation's improvement of 10 km time trial performance in trained cyclists. *Int. J. Sports. Nutr. Exer. Metab.* 22: 64-71.
- Close, G.L., J.Russell, J.N.Cobley, D.J.Owens, G.Wilson, W.Gregson, W.D.Fraser and J.P.Morton (2013a). Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *J. Sports. Sci* 31: 344-353.
- Close, G.L., Leckey, J., Patterson, M., Bradley, W., Donovan, T.F., Fraser, W.D., Owens, D.J. and Morton, J.P. (2013b). The effects of vitamin D3 supplementation on serum 25[OH]D concentration, muscle function and aerobic performance: a dose response study. *Br. J. Sports. Med.* 47: 692-696.
- Davis, J., Zhao, Z., Stock, H., Mehl, K.A., Buggy, J. and Hand, G.A. (2003). Central nervous system effects of caffeine and adenosine on fatigue. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 284: R399-R404.
- Decombaz, J., Beaumont, M., Vuichoud, J., Bouisset, F. and Stellingwerff, T. (2012). Effect of slow release B-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. *Amino.Acids.* 43: 67-76.
- Drake, C., Roehrs, T., Shambroom, B.S. and Roth, T. (2013). Caffeine effects on sleep taken 0, 3 or 6 hours before going to bed. *J. Clin. Sleep. Med.* 9: 1195-2000.
- Duvnjak-Zaknich, D.M., Dwason, B.T., Wallman, K.E. and Henry, G. (2011). Effect of caffeine on reactive agility time when fresh and fatigued. *Med. Sci. Sports. Exer* 43: 1523-1530.
- Finley, J.W., Finley J.W., Ellwood, K and J. Hoadley J (2013). Launching a New Food Product or Dietary Supplement in the United States: Industrial, Regulatory, and Nutritional Considerations. *Annu Rev Nutr.* Jul 22. [Epub ahead of print].
- Foskett, A., A.Ali and N.Gant (2009). Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. *Int. J. Sports. Nutr. Exer. Metab.* 19: 410-423.
- Fredholm, B. (1995). Adenosine, adenosine receptors and the actions of caffeine. *Pharmacol. Toxicol.* 76: 93-101.
- Gant, N, Ali, A. and A, Foskett A (2010). The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *Int J Sport Nutr Exer Metab.* 20(3):191-7.
- Graham, T.E. and Spriet, L.L. (1995). Metabolic, catecholamine and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J. Appl. Physiol.* 78: 867-874.
- Haider, G. and Folland, J.P. (2014). Nitrate supplementation enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Med. Sci. Sports. Exer.* In press.
- Harris, R.C., Soderlund, K. and Hultman, E. (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin. Sci.* 83: 367-374.
- Harris, R.C., Tallon, M.J., Dunnett, M., Boobis, L., Coakley, J., Kim, H.J., Fallowfield, J.L., Hill, C.A., Sale, C., Wise, J.A. (2006). The absorption of orally supplied beta-alanine and its effects on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino.Acids.* 30: 279-289.
- Harris, R.C., Wise, J.A., Price, K.A., Kim, H.J., Kim, C.K. and Sale, C. (2012). Determinants of muscle carnosine content. *Amino.Acids.* 43: 5-12.
- Hill, C.A., Harris, R.C., Kim, H.J., Harris, B.D., Sale, C., Boobis, L.H., Kim, C.K. and Wise, J.A. (2007). Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnosine concentrations and high-intensity cycling capacity. *Amino. Acids.* 32: 225-233..
- Hobson, R.M., B.Saunders, G.Ball, R.C.Harris and C.Sale (2012). Effects of beta- alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino. Acids.* 43: 25-37.
- Hodgson, A.B., R.K.Randell, R.K. and A.E.Jeukendrup (2013). The metabolic and performance effects of caffeine compared to coffee during endurance exercise. *PLoS. One.* 8: e59561.
- Hord, N.G., Tang, Y. and Bryan, N.S. (2009). Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic contact for potential health benefits. *Am. J. Clin. Nutr.* 90: 1-10. Hultman, E., K.Soderlund, J.A.Timmons, G.Cederblad and P.L.Greenhaff (1996).
- Muscle creatine loading in men. *J. Appl. Physiol.* 81: 232-237. Jones, A.M. (2014). Dietary nitrate supplementation on exercise tolerance and performance. *Sports.Med.* 44: S35-S45.
- Krustrup, P., M.Mohr, A.Steensberg, J.Bencke, M.Kjaer and J.Bangsbo (2006). Muscle and blood metabolites during a soccer game: implications for sprint performance. *Med. Sci. Sports. Exer* 38: 1165-1174.
- Lansley, K.E., Winyard, P.G., Fulford, J., Vanhatalo, A., Bailey, S.J., Blackwell, J.R., DiMenna, F.J., Gilchrist, M., Benjamin, N. and Jones, A.M. (2011a). Dietary nitrate supplementation reduces the oxygen cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J. Appl. Physiol.* 110: 591-600.
- Lansley, K.E., Winyard, P.G., Bailey, S.J., Vanhatalo, A., Wilkerson, D.P., Blackwell, J.R., Gilchrist, M., Benjamin, N. and Jones, A.M. (2011b). Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *Med. Sci. Sports. Exer* 43: 1125-1131.
- Larsen, F.J., Schiffer, T.A., Borniquel, S., Sahlin, K., Ekblom, B., Lundberg, J.O. and Weitzberg, E. (2011). Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell. Metab.* 13: 149-159.
- Maridakis, V., Herring, M. and O'Connor, P. (2009). Sensitivity to change in cognitive performance and mood measures of energy and fatigue in response to differing doses of caffeine or breakfast. *Int. J. Neurosci.* 119: 975-994.
- Meeusen, R. (2014). Exercise, nutrition and the brain. *Sports. Med.* 44: S47-S56. Mihic, S., MacDonald, J.R., McKenzie, S. and Tarnopolsky, M.A. (2000). Acute creatine loading increases fat free mass but does not affect blood pressure, plasma creatinine or CK activity in men and women. *Med. Sci. Sports. Exer* 32: 291-296.
- Mohr, M., J.J.Nielsen and J.Bangsbo (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *J. Appl. Physiol.* 111: 1372-1379.
- Moore, D.R., M.J.Robinson, J.L.Fry, J.E.Tang, E.I.Glover, S.B.Wilkinson, T.Prior, M.A.Tarnopolsky and S.M.Phillips (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am. J. Clin. Nutr.* 89: 161-168.
- Morton, J.P., Iqbal, Z., Burgess, D., Drust, B., Close, G.L. and Brukner, P.D. (2012). Seasonal variation in vitamin D status of professional soccer players of the English Premier League. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 37: 798-802.
- Mujika, I., S.Padilla, J.Ibanez, M.Izquierdo and E.Gorostiaga (2000). Creatine supplementation and sprint performance in football players. *Med. Sci. Sports. Exer.* 32: 518-525.
- Pedersen, D.J., S.J.Lessard, V.G.Coffey, E.G.Churchley, A.M.Woolton, T.Ng, M.J.Watt and J.A.Hawley (2008). High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. *J. Appl. Physiol.* 105: 7-13.
- Poortmans, J.R. and Francaux, M. (1999). Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy adults. *Med. Sci. Sports. Exer* 31: 1108-1110.
- Res, P.T., B.Groen, B.Pennings, M.Beleen, G.A.Wallis, A.P.Gijsen and L.J.Van Loon (2012). Protein ingestion before sleep improves overnight recovery. *Med. Sci. Sports. Exer.* 44: 1560-1569.
- Res, P. (2014). Recovery nutrition for football players Sports Science Exchange #129. www.gssiweb.com.
- Robinson, T.M., D.A.Sewell, E.Hultman and P.L.Greenhaff (1999). Role of submaximal exercise in promoting creatine and glycogen accumulation in human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol.* 87:598-604.
- Saunders, B., Sale, C., Harris, R.C. and Sunderland, C. (2012a). Effect of beta- alanine supplementation on repeated sprint performance during the Loughborough Intermittent Shuttle Test. *Amino.Acids.* 43: 39-47.
- Saunders, B., C.Sunderland, C., R.C.Harris and C.Sale (2012b). Beta-alanine supplementation improves Yo Yo intermittent recovery test performance. *J. Int. Soc. Sports. Nutr.* 9: 39.

- Stegen, S., Bex, T., Vervaet, C., Achten, E. and Derave, W. (2014). The beta-alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels. *Med. Sci. Sports. Exer.* In press.
- Stellingwerff, T., J.Decombaz, R.C.Harris and C.Boesch (2012a). Optimizing human in vivo dosing and delivery of beta-alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino.Acids.* 43: 57-65.
- Stellingwerff, T., Anwander, H., Egger, A., Buehler, T., Kreis, R., Decombaz, J. and Boesch, C. (2012b). Effects of two B-alanine dosing protocols on muscle carnosine synthesis and washout. *Amino.Acids.* 42: 2461-2472.
- Tang, J.E., D.R.Moore, G.W.Kujiba, M.A.Tarnapolsky and S.M.Phillips (2009). Ingestion of whey protein hydrolysate, casein or soy protein isolate: effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *J. Appl. Physiol.* 107: 987-992.
- Taylor, C., D.Higham, G.L.Close and J.P.Morton (2011). The effect of adding caffeine to post-exercise carbohydrate feeding on subsequent high-intensity interval running capacity compared with carbohydrate alone. *Int. J. Sports. Nutr. Exer. Metab.* 21: 410-416.
- Vanhatalo, A., Bailey, S.J., Blackwell, J.R., DiMenna, F.J., Pavey, T.G., Wilkerson, D.P., Benjamin, N., Winyard, P.G. and Jones, A.M. (2010). Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate intensity and incremental exercise. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 299: R1121-R1131.
- Webb, A.R. and Holick, M.F. (1988). The role of sunlight in the cutaneous production of vitamin D3. *Ann. Rev. Nutr.* 8: 375-399.
- Wilkerson, D.P., Hayward, G.M., Bailey, S.J., Vanhatalo, A., Blackwell, J.R. and Jones, A.M. (2012). Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well trained cyclists. *Eur. J. Appl. Physiol.* 112: 4127-4134.
- Wylie, L.J., Kelly, J., Bailey, S.J., Blackwell, J.R., Skiba, P.E., Winyard, P.G., Jeukendrup, A.E., Vanhatalo, A. and Jones, A.M. (2013a). Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose response relationships. *J. Appl. Physiol.* 115: 325-336.
- Wylie, L.J., M.Mohr, P.Krustrup, S.R.Jackman, G.Ermidis, J.Kelly, M.I.Black, S.J.Bailey, A.Vanhatalo, and A.M.Jones (2013b). Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 113: 1673-1684.
- Wyss, M. and Kaddurah-Daouk, R. (2000). Creatine and creatinine metabolism. *Physiol. Rev.* 80: 1107-1213.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: Morton, J.P. (2014). Supplements for consideration in Football. *Sports Science Exchange* Vol. 27, No. 130, 1-8, por Lourdes Mayol Soto, M.Sc.