

Article

Revisiones BJSM: A-Z de los Suplementos Nutricionales: Suplementos Dietarios, Alimentos para la Nutrición Deportiva y Ayudas Ergogénicas para la Salud y el Rendimiento Parte 4

L., M. Burke¹, L. M. Castell², S. J. Stear³, P. J. Rogers⁴, E. Blomstrand⁵, S. Gurr⁶, N. Mitchell⁷ y F. B. Stephens⁸

¹Australian Institute of Sport, Canberra, Australia

²University of Oxford, Oxford, UK

³English Institute of Sport, London, UK

⁴Department of Experimental Psychology, University of Bristol, Bristol, UK

⁵Astrand Laboratory, Swedish School of Sport and Health Sciences, Stockholm, Sweden

⁶Sports Nutrition, Australian Institute of Sport, Belconnen, Australia

⁷British Cycling, English Institute of Sport, Sheffield, UK

⁸School of Biomedical Sciences, The Medical School, The University of Nottingham, Nottingham, UK

Documento sin título

INTRODUCCIÓN

Bienvenidos a la cuarta parte de nuestra serie de suplementos nutricionales de la A a la Z. Uno de los aspectos agradables de revisar los numerosos suplementos siguiendo un orden lógico desde la A hasta la Z es que, de vez en cuando, la revisión abarca un surtido real de suplementos, y la Parte 4 es ciertamente uno de estos casos!

En la Parte 4, iremos desde el aspartame, un ingrediente edulcorante que se encuentra presente en muchos alimentos y bebidas, a los BCAA, los tres aminoácidos esenciales de cadena ramificada, luego nos centraremos en el polen de abejas, que se comercializa como "superalimento", posteriormente nos referiremos al boro que es un elemento ultra traza, conocido por su asociación con la salud de los huesos y finalmente describiremos la L-carnitina, un suplemento ampliamente utilizado en el ámbito deportivo que se está volviendo muy popular. Agradecemos las excelentes contribuciones de nuestros críticos invitados que nos han aportado sus consejos imparciales sobre el valor de estos ingredientes individuales y suplementos. Estas contribuciones han dejado en claro que, en algunos casos, la evidencia disponible sobre el rendimiento es limitada o simplemente todavía no existe.

En la publicación de enero de 2010, realizaremos una descripción de los "buffers", y nos centraremos en los mas

importantes utilizados por muchos atletas, como la beta-alanina y carnosina, junto con los dos compuestos más conocidos que son el bicarbonato de sodio y el citrato de sodio.

ASPARTAME

P.J. Rogers

El aspartame (C₁₄H₁₈N₂O₅) es un ejemplo de edulcorante intenso o no nutritivo, que se encuentra en miles de bebidas y productos alimenticios que se consumen en el mundo. Es un éster de metilo de un di-péptido compuesto por los aminoácidos ácido aspártico y fenilalanina, que forman parte de todos los alimentos que contienen proteínas. El aspartame es aproximadamente 180 veces más dulce que la sacarosa, y para la mayoría de los individuos tiene un sabor dulce levemente amargo de buena calidad. Al estar compuesto de aminoácidos, tiene un valor energético de 4 kcal/g; sin embargo, en las concentraciones que se utilizan para endulzar los alimentos y las bebidas, su valor nutritivo es despreciable. En los productos puede mezclarse con uno o más de los otros edulcorantes de alta intensidad (ej, acesulfame K y sucralosa) y/o con azúcares, entre los que se incluyen la sacarosa, fructosa y glucosa.

La seguridad del aspartame ha sido objeto de mucho debate, a menudo con información errónea. Después de ser ingerido, el aspartame es degradado a sus aminoácidos constitutivos y metanol, y a algunos productos menores. Incluso en ingestas dietéticas altas de aspartame, la cantidad de metanol producida es demasiado pequeña para ser perjudicial. Dado que las altas ingestas de fenilalanina son perjudiciales para aquellas personas que padecen fenilcetonuria (1), los productos que contienen aspartame deben llevar la leyenda descriptiva "Contiene fenilalanina". Una reciente revisión comprensiva concluyó que: "La evidencia existente tiene el suficiente peso para afirmar que el aspartame es seguro en los niveles actuales de consumo como edulcorante no nutritivo" (2).

Al reemplazar los azúcares en los productos, los edulcorantes intensos pueden ayudar potencialmente a controlar la ingesta de energía y el peso, pero la magnitud de cualquier beneficio dependerá del contexto en que se utilice (3). Adicionalmente, el aspartame reduce el apetito independientemente de su sabor dulce, por una acción fisiológica que hasta el momento se desconoce (4). El aspartame y otros edulcorantes se utilizan en las bebidas deportivas para permitir un ajuste del perfil y de la tonicidad nutricional, al tiempo que se conserva un nivel agradable de dulzura. El sabor y la dulzura de tales productos es importante para motivar el consumo y de esta manera poder alcanzar niveles deseados de hidratación y de ingesta de nutrientes.

AMINOÁCIDOS DE CADENA RAMIFICADA

E. Blomstrand

Los tres aminoácidos de cadena ramificada (BCAA; leucina, isoleucina y valina) no pueden ser sintetizados en el cuerpo humano por lo que deben ser ingeridos en la dieta. Las fuentes nutricionales que contienen BCAA son los alimentos con proteínas tales como la carne, pollo, pescado, huevo, leche y quesos quienes contienen 15-20 g de BCAA por cada 100 g de proteínas. Los BCAA se metabolizan principalmente en el músculo esquelético y no pasan por el hígado, por lo que la ingesta de BCAA provoca un aumento rápido en el nivel plasmático de los mismos. El efecto anabólico de los BCAA en el músculo esquelético humano fue demostrado por primera vez en condiciones de reposo, y luego aparecieron estudios que observaron efectos similares en el período de recuperación después de ejercicios de resistencia y de sobrecarga (5, 6). Datos más recientes indican que el efecto de los BCAA, particularmente de la leucina, se produce a través de la activación de enzimas reguladoras de la maquinaria de síntesis de proteínas (7).

El aumento en los niveles plasmáticos de BCAA durante el ejercicio puede reducir el transporte de triptófano al cerebro y la síntesis de 5-hidroxitriptamina (5-HT). Se ha sugerido que la 5-HT estaría involucrada en la fatiga central, es decir, la fatiga que se origina en el cerebro y no en los músculos (8). La suplementación con BCAA durante la actividad física sostenida ha provocado efectos positivos en el rendimiento cognitivo y en el esfuerzo percibido (8, 9). Bajo ciertas condiciones, la suplementación con BCAA también puede mejorar el rendimiento físico, aunque la mayoría de los estudios no han observado ningún efecto de los BCAA en el rendimiento cuando son proporcionados junto con carbohidratos (10).

La cantidad de BCAA recomendada es 0,03-0,05 g/kg de peso corporal por hora o 2-4 g por hora ingeridos de manera repetida durante el ejercicio y la recuperación, preferentemente consumidos en forma de bebida. Las dosis más elevadas

(aprox. 30 g por día) son bien toleradas; sin embargo, pueden ser perjudiciales para el rendimiento debido al incremento en la producción de amoníaco en el músculo que está realizando ejercicio.

POLEN DE ABEJAS

S. Gurr

El polen de abejas es una mezcla recolectada por las abejas de gránulos de polen de los estambres y de néctar de las flores. Se encuentra disponible comercialmente en forma de gránulos, cápsulas o tabletas. Éstos contienen una amplia variedad de nutrientes, entre los que se incluyen azúcares, aminoácidos, vitaminas y minerales, así como también posibles contaminantes.

A pesar de su larga historia en medicina tradicional como "superalimento" existe poca evidencia que sustente la amplia gama de efectos atribuidos al polen de abeja. El interés por sus propiedades ergogénicas surge de informes anecdóticos y de testimonios de atletas (11). Sin embargo, los pocos estudios disponibles realizados en los 70 y los 80 con atletas que consumieron polen de abeja como suplemento (protocolos de 3-12 semanas siguiendo las dosis recomendadas por los fabricantes) observaron efectos mínimos en: las concentraciones de hemoglobina (12), capacidad aeróbica y de fuerza (13), esfuerzo percibido (14), rendimiento en pruebas contrarreloj (12) o en ejercicios repetidos de alta intensidad (14). Un estudio (13) observó una disminución en los días perdidos por infecciones respiratorias en nadadores que recibieron suplementación con polen de abejas.

Se han informado reacciones alérgicas entre las que se incluye la anafilaxis en personas que consumen los suplementos de polen de abeja (15). La investigación empírica limitada sugiere que la suplementación con polen de abejas no aporta un beneficio adicional al rendimiento deportivo que el que aporta una dieta balanceada.

BORO

N Mitchell

El boro, un elemento con número atómico igual a 5, es un nutriente esencial para las plantas, pero su papel fisiológico en las personas no ha sido establecido con detalle aún. El boro puede ser considerado como un elemento ultratraza (16). Por lo tanto los requerimientos de boro están en el orden de microgramos por día. La ingesta dietaria humana se estima que va de 2,1 a 4,3 mg de boro por kilogramo de peso corporal por día.

El boro entra en la cadena alimenticia por medio de su incorporación a las estructuras vegetales que posteriormente son consumidas por las personas. Existe poca evidencia sobre la deficiencia de boro en los humanos, sin embargo, la suplementación con boro por vía oral se utiliza en el ámbito de la salud general y en el ámbito deportivo.

El boro ha sido vinculado con aumentos en los niveles de testosterona endógena, pero en la bibliografía existe poca evidencia de estudios con poblaciones de deportistas que apoyen esto. Las investigaciones (17) sobre la suplementación con boro en mujeres postmenopáusicas (después de una dieta restringida en boro) se han centrado en el metabolismo mineral y en el metabolismo del estrógeno y de la testosterona. Una suplementación con 3 mg de boro por día se asoció con un aumento en los niveles de testosterona. No se informó ningún mecanismo para el incremento en la testosterona, sin embargo, los autores sugirieron que el mantenimiento de niveles adecuados de boro en las mujeres postmenopáusicas podría prevenir pérdida de calcio y la desmineralización de los huesos.

Pocos estudios han investigado los efectos de la suplementación con boro para aumentar los niveles de testosterona en una población de deportistas. Fernando y Green (18) usaron un diseño aleatorizado y controlado con placebo que incluyó participantes que habían realizado entrenamiento de la fuerza durante por lo menos 1 año (sin embargo, no se aportaron datos sobre el estado de entrenamiento de los participantes). Los voluntarios consumieron 2,5 mg/día de boro (n=10) o un placebo (n=9) durante un período de 7 semanas. Los resultados sugirieron un aumento en la fuerza (sobre la base de estudios de una repetición máxima, sentadillas y press de banca), aumentos en la masa magra y en la testosterona en ambos grupos. Pero no observaron ninguna evidencia que la suplementación con boro tuviera algún efecto adicional. Por consiguiente, los cambios sólo pudieron ser atribuidos al efecto del entrenamiento.

Un estudio de suplementación con boro de 10 meses realizado con atletas mujeres jóvenes (19), versus mujeres sedentarias, produjo un efecto modesto en el estado mineral. Este efecto incluyó una disminución en el nivel sérico de fósforo y una mayor excreción de calcio en la orina que fue mayor en las atletas que en las mujeres del grupo control. Actualmente hay poca evidencia que apoye el uso de suplementación con boro en la población de deportistas

L-CARNITINA

FB Stephens, PL Greenhaff,

El noventa y cinco por ciento de las reservas de carnitina corporal (3-hidroxi-4-N,N,N ácido trimetil-amino-butirico; C7H15NO3) (aprox. 25 g) se encuentran dentro de músculo esquelético, en donde desempeñan un papel central en la oxidación de grasas y de carbohidratos, particularmente durante el ejercicio (para más datos consultar la revisión de Stephens et al. (20)). El límite superior recomendado para la suplementación con L-carnitina es 2 g/día (21) pero no se han reportado efectos adversos luego del consumo de hasta 6 g/día durante 1 día (21, 22). La principal fuente nutricional de carnitina es la carne. Quienes no son vegetarianos ingieren 1 mg/kg de carnitina dietética por día, mientras que los vegetarianos estrictos ingieren alrededor de 0,01 mg/kg (23). Se han realizado investigaciones sobre la suplementación de la dieta con L-carnitina para mejorar el rendimiento físico. Sin embargo, se ha demostrado que ni la administración oral (2-6 g/día durante 1 día a 4 meses) ni la administración intravenosa (hasta 65 mg/kg) de L-carnitina *per se* puede alterar el metabolismo de combustibles durante el ejercicio o, más notablemente, aumentar el contenido muscular de carnitina en humanos (20, 22, 24). A pesar de esto, en la actualidad el consumo de L-carnitina como herramienta para promover una aparente pérdida de grasas sigue siendo el sustento de una industria multimillonaria de suplementos dietarios.

Recientemente, se ha observado que la infusión intravenosa de L-carnitina junto con insulina (para estimular el transporte muscular de carnitina dependiente de Na⁺) aumenta el contenido total de carnitina muscular en un 15% en voluntarios saludables, y tiene un efecto mensurable en el metabolismo de combustibles musculares en reposo (20). Este efecto estimulador de la acumulación de carnitina muscular se produce en un cierto rango fisiológico de concentración sérica de insulina (50-90 mU/l) (20). Además, el suministro de L-carnitina (3 g/d) junto con carbohidratos (500 ml de una solución que contenía 94 g de azúcares simples) durante 2 semanas, aumentó la retención de carnitina en el cuerpo entero en comparación con la ingesta de L-carnitina sola (25). Sin embargo, debido a que la L-carnitina administrada oralmente tiene una pobre biodisponibilidad (aprox. 15% para una dosis de 2-6 g), es probable que este régimen de suplementación demore 100 días para aumentar el contenido de carnitina muscular en un 10% (25). Se necesitan investigaciones adicionales para determinar cuál sería el impacto que tendría un aumento en el contenido de carnitina muscular mediado por insulina sobre los combustibles musculares y sobre el rendimiento durante el ejercicio.

COMENTARIOS FINALES

Aunque el aspartame no es un suplemento *per se*, su uso extendido en muchos alimentos deportivos y bebidas justifica su inclusión en las series de revisiones. Los edulcorantes no nutricionales están presentes hace mucho tiempo; la sacarina fue introducida por primera vez en 1878 y se transformó en un sustituto del azúcar durante las restricciones de azúcar padecidas durante la Primera y Segunda Guerra Mundial. El aspartame, descubierto en 1965, es ahora el edulcorante más común y probablemente también es el aditivo nutricional más investigado y evaluado en el mundo. Ha habido muchas advertencias sobre la seguridad de usar edulcorantes como el aspartame, particularmente porque han sido asociados con el riesgo de sufrir cáncer, algo que realmente ha sido refutado regularmente. Nosotros esperamos que esta breve revisión sobre los ingredientes haya significado una importante contribución para abordar este problema. No hay duda que el sabor depende de las preferencias, y que depende de cada individuo escoger productos con o sin edulcorantes.

A pesar de la popularidad de los suplementos de polen de abejas, esta revisión demuestra la falta de evidencia que apoye los efectos beneficiosos sobre el rendimiento y, debido a la complicación adicional de las potenciales reacciones alérgicas, es mejor evitar el consumo de este suplemento. Con respecto al boro, existe alguna evidencia que apoya su utilidad para la salud de los huesos. Sin embargo, en la actualidad existe evidencia limitada que apoye la necesidad de consumir suplementos de boro cuando se sigue una dieta saludable, correctamente seleccionada ya sea para los huesos o para el rendimiento deportivo.

A partir de las síntesis que presentamos aquí, existiría evidencia de potenciales beneficios de consumir BCAA, y los trabajos futuros que se realicen sobre la L-carnitina también podrían obtener algunos resultados útiles. No obstante, es

pertinente enfatizar nuevamente que recomendamos que aquel atleta que esté considerando utilizar un suplemento, primero busque el asesoramiento de un profesional de nutrición deportiva. En particular, debe discutir cualquier problema médico potencial. Además, con respecto a la contaminación de los suplementos, tal como discutimos en la revisión introductoria de septiembre sobre este problema, debemos reiterar que cualquier atleta que compite bajo la supervisión de la Agencia Antidoping Mundial (<http://www.wada-ama.org>) debe ser sumamente cuidadoso con el consumo de tales suplementos. Los atletas siempre deben trabajar con un profesional calificado para minimizar los riesgos asociados al consumo de un suplemento.

Intereses de competencia: Ninguno.

Procedencia y revisión de pares: Comisionado; sin revisión externa por pares.

REFERENCIAS

1. Acosta P.B., Elsas L.J. (1999). Nutritional management of phenylketonuria. In: Sadler MJ, Strain JJ, Caballero, eds. *Encyclopedia of human nutrition*. San Diego: Academic Press. 1088-96.
2. Magnuson B.A., Burdock G.A., Doull J., et al. (2007). Aspartame: a safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Crit. Rev. Toxicol.*37:629-727.
3. Mattes R.D., Popkin B.M. (2009). Nonnutritive sweetener consumption in humans: effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *Am. J. Human Nutr.*89:1-14.
4. Rogers P.J., Burley V.J., Alikhanizadeh L.A., et al. (1995). Postingestive inhibition of food intake by aspartame: Importance of interval between aspartame administration and subsequent eating. *Physiol. Behav.*57:489-93.
5. Tipton K.D., Wolfe R.R. (2004). Protein and amino acids for athletes. *J. Sport Sci.*22:65-79.
6. Blomstrand E., Saltin B. (2001). BCAA intake affects protein metabolism in muscle after but not during exercise in humans. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.*281:E365-74.
7. Karlsson H.K.R., Nilsson P.A., Nilsson J., et al. (2004). Branched chain amino acids increase p70S6kphosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 287:E1-7.
8. Newsholme E.A., Blomstrand E. (2006). Branched chain amino acids and central fatigue. *J. Nutr.*136:274-6S.
9. Portier H., Chatard J.C., Filaire E., et al. (2008). Effects of branched chain amino acids supplementation on physiological and psychological performance during an offshore sailing race. *Eur. J. Appl. Physiol.*104:787-94.
10. Meeusen R., Watson P., Hasegawa H., et al. (2006). Central fatigue: the serotonin hypothesis and beyond. *Sports Med.* 36:881-909
11. Williams M.H. Ergogenic aids. In: Williams M. (1985). *Nutritional aspects of human physical and athletic performance*. 2nd edn. Springfield: Thomas Books. 296-321
12. Steben R.E., Boudreaux P. (1978). The effects of pollen and protein extracts on selected blood factors and performance of athletes. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 18:221-6.
13. Maughan R.J., Evans S.P. (1982). Effects of pollen extract upon adolescent swimmers. *Br. J. Sports Med.*16:142-5.
14. Woodhouse M.L., Williams M., Jackson C. (1987). The effects of varying doses of orally ingested bee pollen extract upon selected performance variables. *J. Ath. Training.* 22:22-8.
15. Mansfield L.E., Goldstein G.B. (1981). Anaphylactic reaction after ingestion of local bee pollen. *Ann. Allergy.* 47:154-6.
16. Nielsen F.H. (2008). Is Boron nutritionally relevant? *Nutr. Rev.*66:183-91.
17. Nielsen F.H., Hunt C.D., Mullen L.M., et al. (1987). Effect of dietary boron on mineral, estrogen, and testosterone metabolism in postmenopausal women. *FASEB J.* 1:394-7.
18. Fernando A.A., Green N.R. (1993). The effect of boron supplementation on lean body mass, plasma testosterone levels, and strength in male bodybuilders. *Int. J. Sport Nutr.*3:140-9
19. Meacham S.L., Taper L.Y., Volpe S.L. (1995). Effect of boron supplementation on blood and urinary calcium, magnesium, and phosphorus, and urinary boron in athletic and sedentary women. *Am. J. Clin. Nutr.*61:341-5.
20. Stephens F.B., Constantin-Teodosiu D., Greenhaff P.L. (2007). New insights concerning the role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle. *J. Physiol.*;581:431-44.
21. Hathcock J.N., Shao A. (2006). Risk assessment for carnitine. *Regul. Toxicol. Pharmacol.*46:23-8.
22. Wachter S., Vogt M., Kreis R., et al. (2002). Long term administration of L-carnitine to humans: effect on skeletal muscle carnitine content and physical performance. *Clin. Chim. Acta*;318:51-61.
23. Rebouche C.J., Lombard K.A., Chenard C.A. (1993). Renal adaptation to dietary carnitine in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 58:660-5.
24. Brass E.P. (2000). Supplemental carnitine and exercise. *Am. J. Clin. Nutr.*72:618-23S.
25. Stephens F.B., Evans C.E., Constantin-Teodosiu D., et al. (2007). Carbohydrate ingestion augments L-carnitine retention in humans. *J. Appl. Physiol.*102:1065-70.