

Monograph

# Revisiones del BJSM - Suplementos de la A a la Z - Suplementos Dietarios, Alimentos para la Nutrición Deportiva y Ayudas Ergogénicas para la Salud y el Rendimiento - Parte 1 y 2

Louise M Burke<sup>1</sup>, Lindy M Castell<sup>2</sup> y Samantha J Stear<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Australian Institute of Sport, Canberra, Australia.*

<sup>2</sup>*University of Oxford, Oxford, Reino Unido.*

<sup>3</sup>*English Institute of Sport, London, Reino Unido.*

**Palabras Clave:** nutracéuticos, alimentos funcionales, suplementos dietéticos, ayudas ergogénicas, suplementos alimenticios, suplementos que mejoran el rendimiento

## INTRODUCCION

Todos los términos anteriores (y otros) han sido utilizados para incitar a los atletas no precavidos (y a los precavidos!) a que gasten dinero en productos dietéticos que prometen mejorar su salud y rendimiento deportivo.

La definición de suplemento dada por el Diccionario Inglés Oxford es: "Algo que se adiciona para corregir una deficiencia". Sin embargo, muchos suplementos o sus ingredientes individuales, son nutrientes o alimentos químicos para los que el cuerpo no tiene una necesidad estimada o teórica. Por lo tanto existen claramente otros factores que apuntalan su consumo por parte de los atletas.

Los atletas eligen consumir un suplemento por diferentes razones, entre las que se incluyen:

- Prevenir o tratar una deficiencia percibida de nutrientes, sobre todo cuando las necesidades de un nutriente se incrementan a causa de un programa de ejercicio.
- Proporcionar una forma más conveniente de nutrientes en situaciones donde los alimentos cotidianos no son prácticos, particularmente para satisfacer necesidades nutricionales / metas durante una sesión de ejercicio.
- Proporcionar un efecto ergogénico directo (aumento del rendimiento).
- Porque ellos creen que los mejores atletas lo consumen y ellos no pueden permitirse no hacerlo.

Antes de decidir el consumo de un suplemento, los atletas deben considerar siempre los aspectos de eficacia, seguridad y legalidad /éticos asociados con el producto. Lamentablemente, en muchos casos, hay poca información específica.

Los estudios que analizaron los efectos de aumento del rendimiento de la enorme variedad de suplementos son relativamente pocos, especialmente las investigaciones realizadas en el campo sobre deportes, eventos y deportistas de elite en condiciones de la vida real. Los estudios que involucran subpoblaciones especializadas como atletas paraolímpicos son aun más escasos (comunicación personal, Jeanette Crosland, consultora nutricional de BPA). Por lo tanto frecuentemente las decisiones sobre la eficacia deben extrapolarse a partir de la mejor investigación disponible y no de evidencia bien definida.

Las decisiones sobre la seguridad deben contemplar la posibilidad de tomar una dosis tóxica de un compuesto, ya sea por el consumo indiscriminado del suplemento o por la creencia que "si un poco es bueno, más es mejor". Sin embargo, los problemas de seguridad también deben considerar cualquier afección médica que pueda presentar un conflicto con las metas o consejos de nutrición deportiva. Por ejemplo: en la diabetes las necesidades de proteínas recomendadas están reducidas; la hipertensión puede tener implicaciones en la ingesta de sodio; y algunas condiciones médicas pueden tener contraindicado el consumo de cafeína. Es posible que se deban corregir las dosis de suplementos para grupos especiales como atletas en la silla de ruedas, debido a que poseen menor masa muscular activa (comunicación personal, Jeanette Crosland, consultora nutricional de BPA).

Una última consideración sobre la seguridad de los suplementos es el problema de pureza de los productos y el riesgo de consumir contaminantes que, o son directamente perjudiciales o están prohibidos por los códigos anti-dopping bajo los cuales se rige el deporte de élite. Los aspectos éticos/legales del deporte pueden ser infringidos por el uso deliberado de compuestos de venta libre que están prohibidos en dichos códigos (eg, prohormonas y estimulantes) o por la ingesta inadvertida de estos productos cuando están ocultos en los otros productos. La contaminación de suplementos con sustancias prohibidas es un problema fundamental en el deporte y se analiza con mayor detalle a continuación.

## PROBLEMAS DE CONTAMINACIÓN

---

Uno de los factores fundamentales que los atletas de élite deben considerar en la negociación en el complejo mundo de los suplementos y alimentos deportivos es si el consumo de estos productos podría derivar en un caso inadvertido de doping. Siguiendo la ola de resultados obtenidos sobre la nandrolona a fines de los 90, varios estudios han intentado explorar la magnitud de la contaminación. En 2000-01, el Comité Olímpico Internacional (COI) subsidió un extenso proyecto de investigación utilizando laboratorio acreditado en ese momento del COI en Colonia, para analizar 634 suplementos nutricionales no hormonales adquiridos independientemente en 13 países. Esta investigación fundamental confirmó el problema de la contaminación, ya que se encontró que 15% (94 productos) de los productos contenían esteroides no declarados, prohibidos por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA, [www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)). Del total, 289 muestras (21% positivas) provenían de compañías conocidas por vender esteroides/prohormonas pero, quizás lo más preocupante es que 345 muestras (9,6% positivas) provenían de compañías que no vendían esteroides/prohormonas.

Los resultados del Estudio del COI en Colonia continúan siendo confirmados, lo que refleja que el problema de la contaminación todavía está presente. En 2007, el HFL *Sport Science* (un laboratorio especializado de WADA, integrante del Grupo *Quotient Bioscience*) en el REINO UNIDO, analizó 58 suplementos comprados a través de puntos de ventas minoristas estándares en EE.UU. En el estudio se observó que 25% estaba contaminado con esteroides prohibidos y 11% estaba contaminado con estimulantes prohibidos (comunicación personal, Catherine Judkins, HFL *Sport Science*). En 2008, HFL continuó con el análisis de 152 productos comprados en los puntos de venta minoristas estándares en el REINO UNIDO y observó que más de 10% estaba contaminado con esteroides y/o estimulantes (comunicación personal, Catherine Judkins, HFL ).

Lo que generalmente se asume es que la presencia de sustancias prohibidas por la WADA es el resultado de contaminación inadvertida de materias primas y/o contaminación indirecta durante el proceso de fabricación o empaquetado y no la adulteración deliberada de los productos con el fin de aumentar la efectividad del suplemento. Por consiguiente, las cantidades de esteroides descubiertas han sido sumamente variables, incluso dentro de un solo lote, pero generalmente ha sido sumamente pequeña. Sin embargo, niveles muy bajos de contaminación (medido en partes por billón) pueden dar positivas las pruebas de doping a un atleta de elite, en un nivel mucho menor que los niveles de impurezas aceptables (típicamente alrededor de 0,01%) en los códigos de buenas prácticas de elaboración industriales.

Es importante destacar que, aunque esta cantidad mínima de contaminación pudiera producir consecuencias terribles para un atleta que compite bajo el código de WADA, en la mayoría de los casos, es improbable que esta cantidad pueda causar problemas de salud perjudiciales para el consumidor general. Diariamente se retiran y devuelven productos alimenticios a causa de un inadecuado etiquetamiento y presencia no declarada de alérgenos. Esto, junto con las preocupaciones sobre las impurezas y contaminación de los residuos de medicamentos, insectos y pedazos pequeños de metales y plástico,

demuestra que la contaminación inadvertida no sólo es un problema para los productos de nutrición deportiva.

La regulación inadecuada de los suplementos dietéticos significa que los consumidores no tienen ninguna manera de saber realmente lo que muchos suplementos contienen o cuán puros son los ingredientes y el producto. Los fabricantes con control de buena calidad y de evaluación de sustancias prohibidas pueden controlar mejor el riesgo. La aparición del código de WADA y las implicaciones de obligación estricta significan que un atleta es considerado responsable de cualquier cosa que esté en su cuerpo independiente de cómo llegó allí. Por consiguiente, los atletas que compiten bajo el código de WADA deben ser sumamente cuidadosos con respecto al uso de suplementos y siempre deben trabajar junto con un profesional calificado para minimizar los riesgos del consumo de suplementos.

## **SERIES DE SUPLEMENTOS DEL BJSM**

---

Hay muchos trabajos de revisión sobre suplementación en atletas, algunos de los cuales son muy buenos. Nuestro objetivo no es reproducir estos trabajos, sino que dar una serie de apreciaciones globales muy breves, algunas de las cuales serán dadas por los expertos en el tema. Nuestro objetivo principal simplemente es desmitificar algunos de los numerosos suplementos disponibles en el mercado con el fin de proporcionar un recurso útil para atletas, personas interesadas en el deporte y ejercicio, junto con profesionales aliados como nutricionistas, entrenadores, fisioterapeutas y doctores. Se aportarán algunas citas de las investigaciones sobre cada tema (o comentario sobre la falta de las mismas) para aquellos que deseen investigar con más detalle. En los casos en que sea posible, se darán consejos prácticos sobre la dosificación y momento de administración. Es innecesario decir, que el consejo será dado en base a las mejores fuentes disponibles hasta el momento. (Los autores no se hacen responsables del fracaso para mejorar el rendimiento de ninguna dosis específica, etc.)

Esta serie normalmente cubrirá un rango de los suplementos consumidos por los atletas. En la Tabla 1 se proporciona un ejemplo de 102 suplementos que serán incluidos en la serie. Algunos de éstos son productos completos, mientras que otros son sustancias individuales que forman parte de los suplementos con varios ingredientes que están disponibles en el mercado. Nuestros comentarios fueron diagramados en orden alfabético. Sin embargo, permitiremos que se realicen comentarios sobre cualquier suplemento que recientemente se haya transformado en un "tema caliente" en lugar de esperar que le toque su turno en la lista. Los artículos serán relacionados unos con otros para tener en cuenta aquellos suplementos que los atletas conocen popularmente con más de un nombre.

Dado el inmenso rango de suplementos e ingredientes comercializado para atletas, no podremos simplemente abarcarlos a todos y, para algunos, solo haremos apenas una mención breve o referencia cruzada. Además, debido a aspectos relacionados a tiempo y espacio, estos artículos tratarán específicamente de los efectos que tienen estos suplementos sobre aspectos de la salud y la rendimiento vinculados al ejercicio y al deporte y no sobre aspectos de salud general o médicos.

Alfa cetoglutarato	Calostro	Extractos Glandulares	Magnesio	Ribosa
Ajo	Carbohidratos	Flavonoides	Medicina China	Sales de fosfato
Aceite de germen de trigo	Carnitina	Fosfatidilserina	Melanina	Selenio
Aceite de pescado	Cissus quadrangularis	Gamma oryzanol	Melatonina	Succinato
Acido Ferúlico	Citocromo C	Gamma-butirolactona (GBL)	Minerales	Sulfato de Vanadilo
Acido Fólico	Citrulina	Gingko biloba	MSG	Te Verde
Acido Gama aminobutírico	CLA	Ginseng	MSM	Teobromina
Acido Linoleico	Cobre	Glicerol	N-Acetylcisteina	Teofilina
Ácidos Grasos & MCTs	Coenzyma Q10	Glucosamina	Octacosanol	Tirosina
Ácidos Grasos Omega 3, 6, 9	Condroitina	Glutamina	Ornitina	Vanadio
Agua Oxigenada	Creatina	Glutati6n	Phlogenzym	Vitaminas
Aminoácidos	Curcumina	Guaraná	Picnogenol	Wobenzymal
Androstenediona	DHEA	Hierro	Picolinato de cromo	Yohimbina
Antioxidantes	Dihidroxiacetona	HMB	Piruvato	Yucca
Arnica	Dimetil Glicina	Hydroxycut	Polen de Abeja	Zinc
Azúcares & Endulzantes	Efedra (Ma Huang)	Inosina	Polilactato	ZMA
Bitartrato de Colina/acetilcolina	Electrolitos	Inositol	Pre/probi6ticos	
Boro	Equinacea	Jalea real	Prohormonas	
Buffers	Espirulina	KIC (alfa-cetoisocaproato)	Proteínas	
Cafeína	Esteroides Vegetales	Lecitina	Quercetina	
Calcio	Estimulantes del Oxido Nitrico	Leptina	Rhodiola rosea	

**Tabla 1.** Ejemplo de la mayoría de los suplementos que se tratarán en la serie de suplementos de BJSM

CLA=Acido Linoleico Conjugado; DHEA= Dehidroepiandrosterona; MCTs=triacilglicéridos de cadena media; GBL=Gama-butirolactona; HMB=Beta-hidroxi-beta-metil-butirato; MSG=Glutamato Monosódico; MSM=Metil-sulfonilmetano; ZMA, Zinc Magnesio Aspartato.

## R BUDGETT

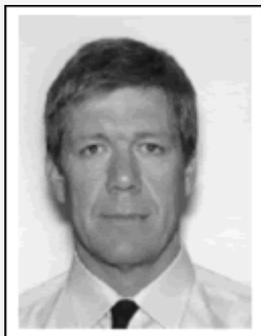
*Olympic Medical Institute, Northwick Park Hospital, London*

Durante los últimos 20 años el Comité Olímpico Internacional (COI), la Asociación Olímpica Británica, Deportes de REINO UNIDO y otros, han publicado declaraciones de posición sobre suplementos. El tema de los suplementos es de importancia crucial y los atletas y el personal de apoyo, tienen una necesidad vital de contar con información confiable, equilibrada e imparcial. El uso y potencial para el abuso de los suplementos por parte de los atletas ha sido un motivo de preocupación para todos aquellos que han participado en actividades de apoyo con atletas durante muchos años.

El aspecto más importante es la salud del atleta. Las discusiones sobre rendimiento son secundarias y solo se podrá mejorar el rendimiento si se mantiene un estado de salud óptimo. Los efectos ergogénicos de muchos suplementos son controversiales y son pocas las buenas evidencias sobre la eficacia de los mismos.

Los atletas son singularmente vulnerables a las propagandas sobre suplementos dietéticos, alimentos de nutrición deportiva y ayudas ergogénicas. Están preocupados de que sus competidores obtengan una ventaja. La revisión A-Z educará a los doctores y a todo el personal de apoyo, lo que les permitirá aconsejar a atletas desde una posición de conocimiento y decidir si un atleta en particular realmente necesita un suplemento. ¿Es eficaz?, ¿está seguro?, ¿cuáles son los riesgos de contaminación?. Todos los que estén involucrados con atletas deben saber las respuestas a estas preguntas y

cuándo buscar el consejo experto de un profesional de nutrición deportiva calificado. A través de una apreciación global de la evidencia, presentando las opiniones de expertos en el campo y dando consejo prácticos, estos trabajos de revisión permitirán al personal de apoyo, proteger la salud de los atletas y ayudarlos a que perfeccionen tanto la salud como el rendimiento. Los editores de las series y del *British Journal of Sport Medicine* (BJSM) deben ser felicitados por asumir esta tarea.



**Figura 1.** D. Richard Budgett

## **AMINOÁCIDOS, ANDROSTENEDIONA, ARGININA, ASPARAGINA Y ASPARTATO**

---

### **Comentarios Introductorios**

Bienvenido a la primera revisión A-Z de Suplementos Nutritivos del BJSM. En esta revisión nosotros abordaremos de manera general los aminoácidos, seguidos por trabajos de revisión de algunos de nuestros autores invitados; éstos abordarán los efectos de arginina, aspartato y asparagina y androstenediona.

Es ciertamente difícil convencer a algunos atletas de que no es correcta la noción que sugiere que la suplementación es la respuesta a todos sus problemas. No obstante, también es innegable que puede haber ciertas situaciones en las que la suplementación puede ser ventajosa. Nuestro objetivo es proporcionar un buen acceso a consejos imparciales sobre el valor de los suplementos individuales aunque reconociendo que las evidencias sobre rendimiento son escasas o simplemente todavía no existen.

Las proteínas y aminoácidos de interés específico y/o sus moléculas de biosíntesis serán abordados por separado en revisiones posteriores. Los temas destacados incluyen: ( $\beta$ -alanina; aminoácidos de cadena ramificada (leucina, isoleucina y valina); carnitina; creatina; y glutamina. En la edición de noviembre continuaremos con la letra A con un trabajo de revisión sobre antioxidantes.

## **AMINOÁCIDOS**

---

LM Castell, LM Burke, SJ Stear

Normalmente se describe a los aminoácidos como los ladrillos de las proteínas. En química, un aminoácido es una molécula que contiene grupos funcionales de tipo amina y carboxilo. La mayoría de los aminoácidos ingeridos por los humanos están en forma combinada como proteínas dietéticas provenientes de fuentes animales y vegetales. No todas las proteínas en la dieta tienen el mismo valor nutricional, porque contienen diferentes proporciones de aminoácidos esenciales. Que sean aminoácidos esenciales o no esenciales (ver Figuras 2 y 3) se refiere a si el aminoácido en cuestión puede ser sintetizado o no por el cuerpo, en una proporción suficiente para cumplir con los requisitos normales para la síntesis de proteínas.

Sobre esta base, cantidades suficientes de aminoácidos esenciales están presentes en "proteínas de primera clase o

proteínas completas", ej, productos lácteos, huevos, pescado y carne. Sin embargo, las proteínas de fuentes vegetales, conocidas como "proteínas de segunda clase" pueden combinarse entre sí para formar proteínas completas. Por ejemplo, granos más legumbres, granos más nueces o semillas, y legumbres más nueces o semillas, con legumbres entre las que se incluyen tanto leguminosas (guisantes y frijoles) como maní (cacahuates), pueden consumirse durante el día para asegurar que se consumen cantidades adecuadas de aminoácidos esenciales. Los atletas vegetarianos estrictos y, en particular, los veganos, deben planear su dieta para asegurar que la combinación diaria de alimentos vegetales les aporta todos los aminoácidos esenciales. Durante el entrenamiento intensivo estos atletas pueden necesitar considerar suplementar sus dietas con aminoácidos esenciales.

Investigaciones recientes sugieren que el momento (*timing*) en que se ingieren las proteínas en relación al ejercicio puede ser más importante que la cantidad total de proteína consumida en un día. En el caso del entrenamiento con sobrecarga, una ingesta de aproximadamente 20-25 g de una fuente proteica de alta calidad en la hora posterior al ejercicio, produciría la tasa máxima de síntesis de proteínas (1). Se necesitan más trabajos de investigación para analizar el caso para otros tipos de ejercicios. Sin embargo, sólo los aminoácidos esenciales se necesitan para lograr este efecto, por lo que los atletas que necesitan disponer de energía pueden optar simplemente por consumir 6-8 g de aminoácidos esenciales, en lugar de una fuente de proteína completa. Esto se tratará con mayor detalle durante la revisión específica de proteínas y su papel en la recuperación muscular que luego del entrenamiento y de las competencias.

Algunos estudios sobre ejercicios se han centrado en los cambios en los aminoácidos plasmáticos totales; esto sería de poca ayuda, ya que algunos no cambian, algunos suben y otros bajan. En lugar de simplemente considerar los aminoácidos como precursores de la síntesis de proteínas, es probable que sea más beneficioso observar los aminoácidos individuales y los papeles específicos que ellos pueden desempeñar en el metabolismo y en las vías de señalización celular. Aquellos que han sido investigados hasta el momento, ya sea de manera individual o en combinación con suplementos, serán el centro de una pequeña sección, separada en estas series de revisión.

Se plantean interrogantes sobre el consumo de un solo aminoácido, debido al impacto que puede tener en el desequilibrio de otros aminoácidos. Por consiguiente, en general es mejor optar por una mezcla equitativa de todos los aminoácidos o simplemente de los esenciales. No obstante, algunas veces existe un argumento bioquímico legítimo en favor de la recuperación de nutrientes específicos, ciertamente durante el agotamiento a largo plazo, y a veces durante el agotamiento temporario, en diversas situaciones.

Aminoácidos esenciales (EAA; son los que deben ser incluidos en la dieta) son: Leucina, Isoleucina, Valina, Histidina, Lisina, Metionina, Fenilalanina, Treonina, Triptófano.

Aminoácidos No esenciales (NEAA; aquéllos que normalmente son sintetizados por el cuerpo) son: - Alanina, Arginina, Asparagina, Ácido Aspártico, Cisteína, Glutamato, Glutamina, Glicina, Prolina, Serina, Tirosina,.

[\*Algunos EAA, notablemente arginina y glutamina, son considerados en la actualidad "condicionalmente esenciales", lo que significa que, en momentos de elevada utilización los mismos pueden necesitar ser recuperados por medio de la dieta].

Figura 2: Aminoácidos esenciales.

## ARGININA

R R Wolfe<sup>1</sup>, E UN Newsholme<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Arkansas for Medical Sciences, Little Rock, Arkansas, Estados Unidos.

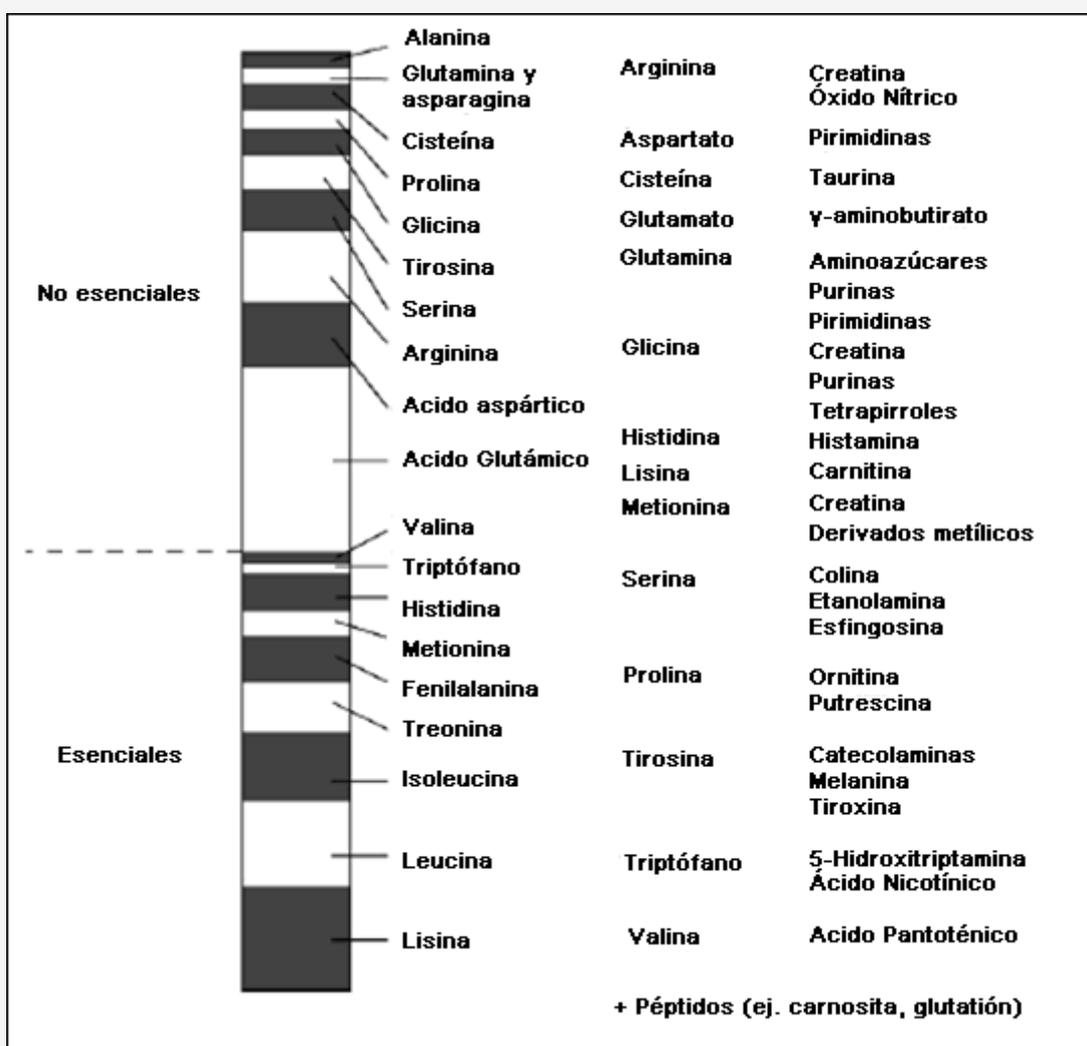
<sup>2</sup>Merton College, Oxford, Reino Unido.

La arginina es un aminoácido condicionalmente esencial (C<sub>6</sub>H<sub>14</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>). Se encuentra en una gran variedad de alimentos ricos en proteínas, tanto de fuente animal como vegetal. La arginina es un aminoácido que tiene funciones de relevancia para los atletas. No sólo es necesaria para la síntesis de proteínas si no que también desempeña un papel en la regulación de la misma (2). Por otra parte, la arginina es un precursor para la producción de la molécula mensajera, óxido nítrico, un importante vasodilatador y también de la creatina. La arginina puede remover el amoníaco de la sangre lo que puede ser importante en la recuperación de un entrenamiento duro. Finalmente, la ingesta de arginina puede estimular la secreción de hormona de crecimiento y la recuperación de los músculos después del ejercicio.

Se supone que la suplementación con arginina mejora la respuesta al entrenamiento, pero podría ser particularmente

importante para mejorar la recuperación de las sesiones de entrenamiento severo. En condiciones normales el flujo de sangre durante el ejercicio aeróbico es suficiente y la suplementación con arginina no tiene ningún efecto beneficioso (3). Sin embargo, el flujo de sangre a través del tejido conectivo tendinoso es normalmente pobre y podría no aportar los nutrientes lo suficientemente rápido a las células para reparar los tendones estresados o dañados durante el entrenamiento. La suplementación con arginina aumenta el flujo de sangre, debido a la provisión de óxido nítrico (4). La recuperación depende de la actividad de las células de los tendones que deben recibir oxígeno y nutrientes.

La capacidad de la arginina de estimular la síntesis de creatina y la secreción de hormona de crecimiento podría mejorar el aumento muscular en el entrenamiento de sobrecarga. Los estudios han obtenido resultados variables, quizás porque a menudo, la dosis de arginina ingerida es insuficiente (5). Los efectos de la suplementación con arginina sobre el aumento de fuerza durante el entrenamiento pueden estar relacionados con el nivel de arginina que se encuentra naturalmente. Los efectos beneficiosos de la suplementación con arginina sobre la fuerza muscular serían mínimos en hombres jóvenes, saludables que están ingiriendo suficientes proteínas. Si se realizan investigaciones adicionales, podría ser prudente centrarse en grupos que desean aumentar la fuerza muscular sin aumentar la cantidad de músculo y por consiguiente el peso corporal (ej. remeros de peso liviano, boxeadores, corredores de resistencia).



**Figura 3.** Composición de aminoácidos de la miosina, una de las dos proteínas más importantes en el músculo y por consiguiente en la carne magra y rol biosintético de algunos de estos aminoácidos. Reproducido con la autorización de Newsholme EA, Castell LM. En: Maughan R, ed. *Nutrition in Sport*. Cap 11. Oxford: Blackwell Science, 2000.

## ASPARTATO Y ASPARAGINA

---

F Trudeau<sup>1</sup>, R Curi<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Département des Sciences de l'Activité Physique, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec, Canadá.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Biomédicas da Universidade de Sao Paulo, Sao Paulo, Brasil.

El aspartato es un aminoácido no esencial (C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>NO<sub>4</sub>). La necesidad normal diaria de L-aspartato en los humanos es aproximadamente 2 g. Principalmente se encuentra en la carne, pescados, mariscos (0,6-2,6 g/100 g), queso (1,2-2,9 g/100 g) y huevos (1,3-1,5g/100g) (6); y menor cantidad en fuentes vegetales (6). Los principales efectos ergogénicos asociados a la suplementación con aspartato son mayor resistencia en los ejercicios y atenuación de la hiperamonemia inducida por el ejercicio.

Seis estudios realizados con ratas demostraron un mayor tiempo de resistencia pasando de 14,5% a 111%; seis estudios realizados con ratas y uno con perros no observaron efectos positivos en ejercicio de resistencia (7). En humanos, el primer estudio de suplementación demostró un tiempo hasta el agotamiento 50,5% más alto (8). Dos estudios informaron aumentos en el tiempo de resistencia durante ejercicios de ciclismo (14,5%, 15,7%), mientras que en cinco estudios no se observaron efectos en ejercicios de resistencia (7). No se observaron correlaciones entre la dosificación del aspartato y los incrementos en el tiempo de los ejercicios.

Las afirmaciones de ahorro de glucógeno, disminución en hiperamonemia o de una mayor tasa de oxidación de ácidos grasos libres no han sido confirmadas en la bibliografía sobre aspartato. No se ha demostrado que el aspartato aumente la resistencia o fuerza muscular. Cuando se combina con asparagina (C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), la suplementación con aspartato produce un tiempo hasta el agotamiento significativamente más largo en ratas con menor contenido de lactato en sangre y degradación de glucógeno en músculo esquelético e hígado (9, 10). Sin embargo, un estudio recientemente realizado en 15 triatletas no confirmó los resultados obtenidos en ratas (11).

## ANDROSTENEDIONA

---

G UN Brown<sup>1</sup>, M D Vukovich<sup>2</sup>, D S King<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Department of Health, Physical Education, Recreation, and Leisure Studies, University of Nebraska, Nebraska, Kearney, Estados Unidos.

<sup>2</sup>EA Martin Program in Human Nutrition, South Dakota State University, Brookings, South Dakota, Estados Unidos.

<sup>3</sup>Department of Kinesiology, Iowa State University, Ames, Iowa, Estados Unidos.

La androstenediona (C<sub>19</sub>H<sub>26</sub>O<sub>2</sub>), es un precursor de la testosterona que se comercializó como una alternativa natural a los esteroides anabólicos, y se ha propuesto que incrementa los niveles de testosterona en la sangre y promueve tamaño y la fuerza muscular. Las investigaciones actuales no apoyan la eficacia de este suplemento. En los varones jóvenes, una única toma de 100-200 mg de androstenediona no aumenta los niveles sanguíneos de testosterona ni estimula la síntesis de proteínas en el músculo y 100 mg de androstenediona tres veces por día durante 8 semanas o dos veces por día durante 12 semanas no incrementaron los aumentos de tamaño y fuerza muscular durante el entrenamiento de sobrecarga. Aunque una sola dosis de 300 mg de androstenediona pueden aumentar ligeramente los niveles de testosterona en la sangre en varones jóvenes, es improbable que este incremento en la testosterona aumente el tamaño o la fuerza muscular. En mujeres y varones de mediana edad, la ingesta aguda de androstenediona incrementa los niveles de testosterona en sangre a valores similares a los observados en varones jóvenes. El efecto de la ingesta crónica de androstenediona en la fuerza y el tamaño del músculo no ha sido estudiado en mujeres. En varones de mediana edad, 200 mg de androstenediona por día no producen aumentos de fuerza mayores a los del entrenamiento con sobrecarga solo y suprimiría la producción endógena de testosterona.

La ingesta crónica de androstenediona puede tener riesgos significativos para la salud. El colesterol de lipoproteínas de alta densidad se reduce con la ingesta crónica de androstenediona, lo que corresponde a un 10-15% de aumento en el riesgo de enfermedad cardiovascular. La ingesta de androstenediona aumenta los niveles de dihidrotestosterona y estrógeno en la sangre lo que se ha vinculado con hipertrofia benigna de próstata, calvicie, un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, varios tipos de cáncer y ginecomastia en los varones. Los elevados niveles sanguíneos de androstenediona

pueden aumentar el riesgo de cáncer de próstata y cáncer de páncreas así como también producir cambios nerviosos/conductuales así como también una mayor hostilidad.

Los elevados niveles sanguíneos de testosterona en varones y mujeres pueden provocar riesgos para la salud. En síntesis, la androstenediona no produce efectos anabólicos ni efectos ergogénicos y puede aumentar el riesgo de sufrir consecuencias negativas para la salud.

## CONCLUSIONES

---

Algunas evidencias presentadas en estas revisiones sugieren el consumo de ciertos suplementos en dosis específicas. Sin embargo, se recomienda especialmente que cualquier atleta que esté considerando consumir un suplemento busque primero el consejo de un profesional de nutrición deportiva. Debe ser discutido cualquier problema médico potencial. Además, tal como se discutió previamente en la revisión anterior de la edición de septiembre, sobre aspectos vinculados a la contaminación de los suplementos, es esencial reiterar que cualquier atleta que compite bajo el código de la Agencia Mundial Antidopaje (<http://www.wada-ama.org>) debe ser sumamente cuidadoso con el consumo de suplementos y trabajar siempre con un profesional calificado en la minimización del riesgo asociado al consumo del suplemento.

### LECTURAS COMPLEMENTARIAS

- Brown GA, Dewey JC, Brunkhorst JA, et al. *Changes in serum testosterone and estradiol concentrations following acute androstenedione ingestion in young women*. *Horm Metab Res* 2004;36:62-6.
- Brown GA, Vukovich M, King DS. *Testosterone prohormone supplements*. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:1451-61.
- Geyer H, Parr MK, Mareck U, et al. *Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic esteroides: results of an international study*. *Intj Sports Med* 2004;25:124-9.
- Geyer H, Mareck U, Kohler K, et al. *Cross contaminations of vitamin- and mineral-tablets with metandienone and stanozolol*. In: Schanzer W, Geyer H,
- Gotzmann A, et al, eds. *Recent Advances in Doping Analysis* (14). Koln: Sportverlag Straub, 2006:11.
- Geyer H, Parr MK, Koehler K, et al. *Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances*. *J Mass Spectrom* 2008;43:892-902.
- Maughan RJ, King DS, Lea T. *Dietary supplements*. *J Sports Sci* 2004;22:95-113.
- Maughan RJ. *Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport*. *J Sports Sci* 2005;23:883-9.
- Newsholme EA, Castell LM. In: Maughan R, ed. *Nutrition in Sport*, chap 11. Oxford: Blackwell Science, 2000.
- Newsholme EA, Leech A, Duyster G. *Keep on running*. Chichester: Wiley, 1994.
- Sharp RL, D, Brown GA, et al. *Effect of oral androstenedione on serum testosterone and adaptations to resistance training in young men*. *JAMA* 1999;281:2020-8.

## INTERESES DE COMPETENCIA

---

Ninguno. Los autores no se hacen responsables de las fallas de cualquier dosis específica para aumentar el rendimiento.

## REFERENCIAS

---

1. Moore DR, Robinson MJ, Fry JL, et al (2009). Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. *Am J Clin Nutr* 89:161-8
2. Zhang X-J, Chinkes DL, Wolfe RR (2008). The anabolic effect of arginine on proteins in skin wound and muscle is independent of nitric oxide production. *Clin Nutr* 27:649-56
3. Liu TH, Wu CL, Chiang CW, et al (2009). No effect of short-term arginine supplementation on nitric oxide production, metabolism and performance in intermittent exercise in athletes. *J Nutr Biochem* 20:462-8
4. Nagaya N, Uematsu M, Oya H, et al (2001). Short-term oral administration of L-arginine improves hemodynamics and exercise capacity in patients with precapillary pulmonary hypertension. *Am J Respir Crit Care Med* 163:887-91
5. Wagenmakers AJ (1999). Amino acid supplements to improve athletic performance. *Curr Opin Nutr Metab Care* 2:539-44

6. US Department of Agriculture (2009). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, release 20. <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl> (accessed 23 April)
7. Trudeau F (2008). Aspartate as an ergogenic supplement. *Sports Med* 38:9-16
8. Ahlborg B, Ekelund LG, Nilsson CG (1965). Effect of potassium-magnesium-aspartate on the capacity for prolonged exercise in man. *Acta Physiol Scand* 74:238-45
9. Lancha AH Jr, Recco MB, Abdalla DSP, et al (1995). Effect of aspartate, asparagine, and carnitine supplementation in the diet on metabolism of skeletal muscle during moderate exercise. *Physiol Behav* 57:367-71
10. Marquezi ML, Roschel HA, Santos-Costa A, et al (2003). Effect of aspartate and asparagine supplementation on fatigue determinants in intense exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 13:65-75
11. Parisi A, Quaranta F, Masala D, et al (2007). Do aspartate and asparagine acute supplementation influence the onset of fatigue in intense exercise?. *J Sports Med Phys Fitness* 47:422-6

### **Cita Original**

Burke Louise M., Lindy M. Castell and Samantha J. Stear. BJSM reviews: A-Z of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 1 and 2. *Br.J Sports Med* 43: 728-729; 807-810, 2009.