PubliCE, (PubliCE) 2001

Monograph

Aminoácidos, Proteínas y el Rendimiento Deportivo

Martin J Gibala[1,4], Mark Hargreaves[2,4] y Kevin Tipton[3,4]

Palabras Clave: dieta, rendimiento deportivo, suplementación, proteica, ergogenia

PUNTOS CLAVES

- En todos los casos salvo raras excepciones, la máxima contribución de proteína como fuente de energía durante el ejercicio, varia entre el 2% y el 10% del total de energía expendida.
- En teoría, los aminoácidos podrían contribuir el metabolismo de los carbohidratos durante el ejercicio, pero no hay ninguna buena prueba de que esto ocurra, ni tiene ninguna relación con la performance deportiva.
- Complementar la dieta del atleta con cadenas aminoácidos de cadena ramificada, aparentemente no beneficia la performance deportiva.
- Los factores más importantes para optimizar el crecimiento muscular, cuando uno entrena en ejercicios de resistencia, son: estar seguros de que la resistencia sea adecuada, que la ingesta de energía dietaria (calorías) sea suficiente, que por lo menos una pequeña cantidad de carbohidrato y / o proteína sea consumida inmediatamente después de cada sesión de entrenamiento, y que el atleta obtenga un buen descanso entre las sesiones de entrenamiento.
- Con raras excepciones, el máximo requerimiento dietario diario de proteínas para un atleta, varia entre 1.2-1.6 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal, o como 3-4 onzas de proteína por día para un atleta que pese 160 libras. Esta cantidad de proteína puede casi ser obtenida en una dieta normal. No hay evidencia concisa de que ciertas mezclas especiales de aminoácidos provean alguna ventaja sobre proteínas dietarias comunes, en la estimulación del crecimiento muscular.

INTRODUCCIÓN

Por muchos años, expertos y aficionados por igual, han estado debatiendo sobre el tema de sí los atletas, especialmente aquellos que desean incrementar la masa muscular, debían o no consumir cantidades extraordinarias de proteínas en sus dietas. Las proteínas en polvo y las mezclas especiales de aminoácidos han mantenido sus lugares entre los mas vendidos complementos dietarios desde hace mucho tiempo. Supuestamente, los atletas gastan anualmente, cientos de millones de dólares en mezclas y copos de proteínas, pero es imposible saber certeramente si estos productos han hecho diferencia en sus físicos o en su actuación deportiva. ¿Qué contribución hace la proteína a los requerimientos de energía de un levantador de pesas, comparado con un ciclista o un corredor de resistencia? ¿El consumo de carbohidratos acelera o no la producción de proteínas en los músculos? ¿Cuánta cantidad de proteínas necesitan los atletas de varios deportes en sus dietas? ¿Puede esta ingesta ser alcanzada consumiendo comida normal, o deberían los atletas consumir un complemento dietario de proteínas? ¿Son las proteínas lo suficiente buenas o es mejor consumir ciertas mezclas de aminoácidos hechas para mejorar notablemente la síntesis de proteína en los músculos? Hicimos estas y otras preguntas a un panel de expertos

en el metabolismo de aminoácidos y proteínas. Cada uno de estos panelistas tuvo experiencia extensiva en investigaciones del metabolismo en descanso y durante el ejercicio. (Algunas de sus tantas publicaciones científicas están citadas al final de esta mesa redonda.) Por otra parte, cada uno de los panelistas tienen antecedentes en la práctica y participación atlética, de este modo, aprecian los aspectos prácticos del tema.

1. ¿Cuánta de la energía liberada durante ejercicios de diversos tipos, puede ser atribuida al uso de proteínas y aminoácidos como combustibles?

Gibala: La mayoría de la energía, para todo tipo de ejercicios, deriva de carbohidratos y lípidos. Para ejercicios de corta duración (ej., correr velozmente o levantar pesas). La contribución de los aminoácidos y las proteínas a la producción de energía es despreciable, descuidando la intensidad. Durante formas de ejercicio mas prolongadas (ej., ciclismo de resistencia o carreras de larga distancia), estudios recientes sugieren que la oxidación de aminoácidos da cuenta de aproximadamente 2-5% del total de energía expendida. En algunas condiciones la contribución de energía del aminoácido puede ser mayor, ej., cuando las reservas iniciales de glucógeno en los músculos son bajas, pero la contribución máxima de fuente proteínica, durante ejercicio prolongado, es probablemente menos de 10%.

Tipton: Parece depender del tipo e intensidad del ejercicio. Para ejercicios de larga duración, los estimativos varían de 2-3% hasta un máximo de 10%. No estoy familiarizado con ningún estimativo para ejercicios de resistencia.

Hargreaves: Generalmente, se acepta que la contribución de las proteínas y aminoácidos al metabolismo de energía durante el ejercicio, es relativamente poco. Dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio, sumado al estado nutricional del individuo, esta contribución varia entre 3% 10% del total de energía expendida.

2. Aunque las proteínas, por ellas mismas, contribuyan relativamente poca energía. ¿El catabolismo de proteínas a aminoácidos acelera la producción de energía por parte de los carbohidratos, durante el ejercicio?

Hargreaves: Los aminoácidos pueden participar en reacciones que generan moléculas involucradas en los procesos metabólicos que llevan a la oxidación de carbohidratos, y estas reacciones se aceleran durante el ejercicio. Aunque, todavía no sabemos si este potencial involucramiento de los aminoácidos tiene alguna relación sobre la performance deportiva.

Gibala: Ciertamente, el metabolismo de amino ácidos, influye sobre otros procesos metabólicos, pero como sugirió el Dr. Hargreaves, la significancia de estas interacciones durante el ejercicio permanecen debatibles. Un ejemplo notable de esta interacción, ocurre al nivel del ciclo del ácido tricarboxílico (TCA), que son una serie de reacciones metabólicas que forman un paso critico involucrado en la oxidación de carbohidratos (y lípidos). Varios "intermediarios" metabólicos en el ciclo TCA suceden dentro de reacciones que involucran aminoácidos; por esto, el metabolismo de aminoácido puede potencialmente afectar la oxidación de carbohidratos. Por ejemplo, el aminoácido glutamato puede ser un contribuyente clave para el incremento rápido de intermediarios del ciclo TCA que ocurre al comenzar el ejercicio, mientras que la oxidación de leucina, otro aminoácido, puede reducir las concentraciones de intermediarios del ciclo TCA durante una ejercitación prolongada. Fue sugerido, que estos cambios influyen la capacidad aeróbica de producción de energía pero estudios recientes han indicado que los cambios en los intermediarios del ciclo TCA durante el ejercicio no están relacionados con el funcionamiento de dicho ciclo. Por esto, en el caso del ciclo TCA, se puede argumentar teóricamente, que los aminoácidos influyen en la oxidación de carbohidratos durante el ejercicio, pero no hay buena evidencia que soporte este argumento.

Tipton: Haya evidencia que indica que algunos aminoácidos realizan una gran contribución, al proveer intermediarios del ciclo TCA, sin los cuales el metabolismo aeróbico seria limitado. Todavía, la evidencia sobre este tema es incompleta, y yo no recomendaría ingerir complementos de aminoácidos o proteínas, esperando que aceleraran notablemente el metabolismo de carbohidratos.

3. ¿Cuáles son los determinantes básicos que demuestran o no un incremento del tamaño muscular cuando uno realiza ejercicios de resistencia?.

Tripton: Los estímulos primarios para determinar incremento muscular son, el entrenamiento para ejercicios de resistencia y la interacción del entrenamiento con la ingesta de comida. Parece haber un umbral de intensidad de ejercicio, debajo del cual no ocurrirá un incremento muscular significativo, tal vez debido a la falta de estimulación de síntesis neta de proteínas musculares. En sumatoria, parece ser que el ejercicio demasiado intenso inhibe la síntesis de las proteínas, por esto, reducen el potencial para el crecimiento muscular. Es también probable que la falta de un buen descanso inhiba el crecimiento muscular, durante un período de entrenamiento. Aunque todavía no esta claro, exactamente que composición dietaria estimula mejor el crecimiento muscular, es certero que el crecimiento será limitado si se consumen insuficientes calorías. Es probable, que se necesiten cantidades mínimas de proteínas y carbohidratos también, pero lo que estos niveles debieran ser, debe todavía ser determinado. Por supuesto, que el efecto total se ve restringido por nuestros propios limites genéticos.

Gibala: Existen varios factores que últimamente determinan la respuesta de los músculos estriados ante ejercicios de resistencia, pero los determinantes esenciales son: (1) la intensidad de la carga, ej., el peso levantado, (2) el estado nutricional del individuo, particularmente inmediatamente después de un período de ejercitación, y (3) la duración de la recuperación entre sucesivas ejercitaciones. La aplicación del principio de sobrecarga, sugiere que una carga utilizada para entrenar de por lo menos 60-70% de la una-repetición-máxima (one-repetition-maximun IRM), es la carga mínima requerida para estimular la hipertrofia de la fibra muscular. Para la mayoría de los individuos la intensidad optima (que corresponde a un 80% del IRM, para casi todos los ejercicios) es una carga que pueda ser levantada entre 8-12 veces antes de la falla. La alimentación post-ejercitación es también muy importante. La ingesta de proteínas y/o carbohidratos durante un periodo de 1-2 horas inmediatamente después de una serie de ejercicios de resistencia, potencializa el efecto del ejercicio por si solo, al estimular el crecimiento de la proteína muscular. Notablemente, una cantidad relativamente chica de alimento puede provocar esta respuesta, ej. la energía contenida en ½ taza de yoghurt o una típica barra energética. Sin embargo, el estudio completado hasta el momento, ha estudiado el metabolismo y el efecto de la alimentación proteínica por solo un par de horas. Hay una clara necesidad de estudios de más largo alcance, designados para clarificar el curso del tiempo y la magnitud de los cambios en el metabolismo de proteínas en los músculos y el impacto de las intervenciones nutricionales en la relación de la hipertrofia de las fibras, sobre un período de días, semanas, meses de entrenamiento de resistencia y alimentación. Finalmente, una adecuada recuperación entre las sesiones de entrenamiento es crucial, porque el daño a los tejidos causados por ejercicios de resistencia puede persistir por 3-5 días en levanta pesas experimentados y mucho más en personas que recién están comenzando un programa de entrenamiento. Como una regla general, es inteligente evitar trabajar un músculo que siente resentido por un trabajo del día precedente.

Hargreaves: Estoy de acuerdo con mis dos colegas en que los factores más importantes para optimizar la hipertrofia muscular son, escoger una adecuada carga como resistencia y consumir suficiente energía dietaria. La consumición de proteínas y carbohidratos, es secundaria a estas dos consideraciones.

4. ¿Cuanta proteína dietaria debiera de consumir, en una base diaria, un atleta que practique ejercicios de larga duración u otro que realice pruebas de fuerza. Puede esta ingesta de proteínas ser alcanzada por una dieta normal, o es necesaria una complementación especial de proteínas?

Hargreaves: Tanto los atletas de fuerza como los de larga duración podrían necesitar consumir 1.2-1.6 gramos de proteínas por kilogramo de peso corporal por día (alrededor de 3-4 onzas por día para un atleta de 160 libras), que es algo mas que la Dosis Diaria Recomendada. Por otro lado, hay alguna evidencia que los atletas bien entrenados para ejercicios de larga duración, utilicen menos proteína para energía durante el ejercicio, que aquellos individuos no entrenados; esto tendría importantes implicancias para los requerimientos diarios de proteínas. Así mismo, como los atletas incrementan su consumo de energía durante el entrenamiento, deberían poder obtener la proteína que necesitan, de su alimentación ordinaria, sin necesidad de recurrir a complementos especiales de proteínas.

Tipton: Con la posible excepción de aquellos atletas que sean vegetarianos, es extremadamente improbable que ningún atleta de países Occidentales necesite complementos de proteínas. No parece haber ninguna evidencia de que sea necesaria una ingesta mayor de proteínas, de la que casi todos los atletas ya consumen, mientras que la ingesta energética no sea demasiado baja. Sin embargo, no esta exactamente claro cual debiera ser la ingesta de proteínas sobre una base diaria. Algunos estudios sugieren que la ingesta de proteínas debiera ser mayor a la Dosis Diaria Recomendada de 0.8 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal por día para ambos atletas de fuerza y de larga duración. Por otra mano, estudios de nuestro laboratorio indican que ejercicio puede reducir los requerimientos de ingesta de proteínas, debido a la estimulación del anabolismo por el propio ejercicio. Esto puede explicar, como ciertos atletas de pruebas de larga duración, como los corredores de largas distancias de Kenya, pueden medrar con muy bajas ingestas de proteínas. Para aquellos atletas que les sea importante la hipertrofia muscular, no podrán competir con ingestas tan bajas como las de algunos atletas de pruebas de larga duración. No creo que haya recomendaciones definitivas, que puedan hacerse con la información que se maneja hoy en día.

Gibala: Hasta bajo las condiciones mas extremas, requerimientos diarios de proteína, raramente excederían 1.6 gramos de proteína por kilogramo de peso corporal, y la mayoría de los atletas consumen gran cantidad de proteína como para cubrir cualquier tipo de necesidad. Algunos estudios han mostrado, que en promedio, los atletas de pruebas de larga duración tanto masculinos como femeninos, obtienen alrededor de 14% de su energía diaria de las proteínas y la proporción relativa para atletas masculinos involucrados en pruebas de fuerza es de 18%. Por ejemplo, un individuo activo de unos 70 kg., con una ingesta diaria de energía de 3500 kcal, consumiría típicamente 120 gramos de proteína por día.

Así es como se realiza el calculo:

1. Ingesta diaria de energía x la fracción de esa energía que consista de proteínas = calorías provenientes de proteínas por día. Ejemplo: 3500 kcal/d x 0.14 = 490 kcal de proteína por día.

2. Kcal de proteínas por día % 4 kcal/gramo = gramos de proteína consumidos por día. Ejemplo; 490 kcal / 4 = 122.5 gramos de proteína consumidos por día.

Asumiendo que el atleta esta comprometido con un entrenamiento extremadamente intenso y que tiene un requerimiento proteínico diario del doble de la DDR (70kg x 1.6g/kg = 112 g/día), este requerimiento es alcanzado por la ingesta diaria habitual. Los únicos atletas que podrían sufrir el riesgo de tener una ingesta insuficiente de proteínas en su dieta normal, son aquellos que consumen muy poca energía (ej., corredoras femeninas con amenorrea, luchadores, gimnastas, y otros atletas que compiten en deportes de certificación de peso). Para la más amplia mayoría de los atletas, no hay evidencia fuerte que marque la necesidad de suplementos de proteínas.

5. Es mejor consumir mezclas de aminoácidos para incrementar el crecimiento muscular, o las proteínas de las comidas normales pueden hacer el trabajo igual de bien.

Gibala: Esta pregunta no ha sido directamente examinada utilizando los métodos analíticos más sensibles, pero yo creo que las proteínas de las comidas normales son iguales de efectivas que los complementos de aminoácidos, para el crecimiento muscular. En una serie de estudios de un laboratorio, recientemente se ha demostrado que el balance neto de proteínas en los músculos estriados, después de ejercicios de resistencia, se incrementa a un nivel similar tanto si los sujetos consumían mezclas de aminoácidos, aminoácidos esenciales o una mezcla de aminoácidos y carbohidratos. Parece ser que es más importante el tiempo tomado para ingerir proteínas después del ejercicio que la mezcla especifica de aminoácidos o el tipo de proteína ingerida, este podría ser el factor más importante que influencie el crecimiento muscular. Además, es preferible alimentarse de pequeñas comidas frecuentemente, en vez de una única comida grande, para ayudar a mantener las concentraciones de aminoácidos en la sangre por en periodo mas largo de tiempo.

Tripton: Estoy de acuerdo; no hay evidencia de que consumiendo mezclas especiales de aminoácidos o clases especificas de proteínas, ofrezcan ninguna ventaja, hablando del crecimiento muscular. Para la mayoría de los atletas saludables, es probable que las proteínas de las comidas normales sean suficientes para estimular el crecimiento muscular, siendo, por supuesto, suficiente el entrenamiento. Pude llegar a haber un lugar para suplementaciones especiales par ciertas poblaciones, ej., pacientes quemados, gente mayor, para quienes la perdida de masa muscular sea un problema.

Hargreaves: Los aminoácidos contenidos en las comidas comunes son suficientes; no hay necesidad de complementar con mezclas especificas de aminoácidos.

6. Cuán importante es comer mucha cantidad de carbohidratos, sumados a las proteínas, si no desea maximizar el desarrollo muscular.

Gibala: Primero, para maximizar las ganancias musculares, un atleta debería estar consumiendo mas energía en sus alimentos de la que se libera, y loso carbohidratos deberían ser la mayor fuente de energía, ej., por lo menos el 50% del total de la ingesta calórica. Es notable que aunque los ejercicios de resistencia mejoren el balance neto de proteínas de los músculos estriados. Per se, la descomposición de la proteína excede la síntesis si el atleta entrena apresuradamente. Segundo, el tiempo que lleva el catabolismo del glucógeno es muy alto, durante ejercicios de resistencia, y durante múltiples series de un único ejercicio la concentración de glucógeno en el músculo puede decrecer un 20-40%. Por lo tanto, la ingesta de carbohidratos es especialmente importante después del ejercicio para poder restituir las concentraciones de glucógeno en los músculos. Si esto no se hiciera, se comprometería el rendimiento en periodos donde se entrena fuertemente un grupo especifico de músculos.

Hargreaves: Después de ingerir comidas ricas en carbohidratos, los carbohidratos se descomponen a, mayormente, glucosa en el intestino delgado. Cuando se absorbe la glucosa al flujo sanguíneo, se libera insulina en la sangre. La insulina, en presencia de mucha cantidad de aminoácidos que acompañan la digestión de las proteínas, estimula la síntesis de las proteínas, en los músculos. Por lo tanto, mi opinión es que es buena idea ingerir comidas ricas en carbohidratos y proteínas para optimizar el crecimiento muscular.

Tipton: El Dr. Hargreaves, esta correcto en su asesoramiento, pero yo prefiero una aproximación más cautelosa. Sabemos que por varias horas, elevados niveles de insulina asociados a la digestión de carbohidratos decrecen el catabolismo de las proteínas y por esto tienden a aumentar las proteínas en los músculos. Además, sabemos que la combinación de aminoácidos y carbohidratos, consumidos como suplementos después de la ejercitación causaran, por lo menos por varias horas, una mayor síntesis de proteínas en los músculos. Sin embargo, no esta clara que influencia realizaran sobre el desarrollo muscular a largo plazo, estos mejoramientos transitorios agudos después de ingerir suplementos, y no sabemos si los mismos efectos se producirán en respuesta a los carbohidratos y proteínas consumidos en comidas ordinarias sobre una base diaria. Por lo tanto, no sabemos certeramente como impactara sobre el crecimiento muscular, a largo plazo, la variación de la cantidad de carbohidratos consumidos en las dietas.

7. Pueden los complementos de aminoácidos de cadena ramificada, tomados antes y durante el ejercicio,

retrasar el comienzo de la fatiga.

Hrgreaves: Si el consumo de aminoácidos de cadena ramificada redujera el paso del aminoácido triptofano de la sangre al cerebro, para que menos triptofano sea convertido a serotonina en el cerebro, y si un crecimiento de la serotonina en el cerebro causara fatiga temprana durante el ejercicio, se podría abrir un caso para recomendar el consumo de estos aminoácidos de cadena ramificada antes y durante el ejercicio. Aunque existe alguna evidencia de parte de esto, sino de todo, los mejores estudios que directamente prueban el efecto de la consumición de estos aminoácidos de cadena ramificada sobre la performance deportiva, muestran que la ingesta de estas cadenas no influyen sobre la performance. De hecho, un potencial efecto secundario de la ingesta de estas cadenas de aminoácidos, es el incremento de amoniaco en los músculos y en el plasma, que por si solo puede provocar fatiga. Como balance, parece que la ingesta de las cadenas de aminoácidos no contribuyen a mejorar la calidad de la performance deportiva.

Gibala: La respuesta corta es no. A pesar de reclamos a su favor, los aminoácidos de cadena ramificada, no parecen ser una fuente importante de energía durante la ejercitación, sin tener en cuenta su intensidad, y no hay razones sólidas para utilizar este tipo de suplementos. Es notable, que después de ejercicios muy prolongados, las concentraciones de estos aminoácidos de cadena ramificada, en los músculos estriados, no se alteran significativamente; sugiriendo que no hay déficit de estos substratos para la producción de energía. Mas aún, la ingesta de carbohidratos durante la ejercitación es una practica típica de atletas que compiten en pruebas de larga duración; esto reduce la contribución de los aminoácidos de cadena ramificada a probablemente menos de un 1% del total de energía liberada. Los mas controlados estudios científicos realizados hasta la fecha, han reportado que la suplementación basada en aminoácidos de cadena ramificada no tiene ningún efecto sobre la performance deportiva en humanos.

Tipton: Pienso que las respuestas de los doctores Hargreaves y Gibala dan justo en el blanco. Algunos estudios publicados hacen algunos años, sugieren que la suplementación basada en aminoácidos de cadena ramificada podría retrasar la fatiga durante pruebas de larga duración. Sin embargo, estos estudios no están bien controlados, y varios estudios publicados desde entonces han demostrado que este tipo de complementación no tiene ningún demostrado que este tipo de complementación no tiene ningún efecto bajo circunstancias normales. Existe alguna evidencia de que esta suplementación pueda tener efectos bajo condiciones extremas como, gran altitud, pero yo mejor diría que no hay ninguna prueba contundente aún.

REFERENCIAS

1. Biolo, G., S. P. Maggi, B. D. Williams, K. D. Tipton, and R. R. Wolfe (1995). Increased rates of muscle turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *Am. J. Physiol 268:E514-E520*
2. Biolo, G., K. D. Tipton, S. Klein, and R.R. Wolfe (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am. J. Pyisiol 273: E122-E129*
3. Danes, J. M., and S. P. Bailey (1997). Possible mechanisms of central nervous fatigue during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc. 29: 45-57*
4. Gibala, M. J (2000). Nutritional supplementation and resistance exercises: What is the evidence for enhanced skeletal muscles hypertrophy. *Can. J. Appl. Physiol. 25: 524-536*
5. Hargreaves. M (1997). Interacctions between muscle glycogen and blood glucose during exercise. *Exerc. Sport Sci. Rev. 25: 21-39*
6. Hargreaves, M (2000). Skeletal muscle metabolism during exercise in humans. *Clin. Exp. Pharmacol. 27: 225-228*
7. Hargreaves, M., M. J. McKenna, D. G. Jenkins, S. A. Warmington, J. L. Li, R. J. Snow, and M. A. Febbraio (1998). Muscle metabolites and performance during high intensity, intermittent exercise. *J. Appl. Physiol. 84: 1687-1691*
8. MacLean, D. A., T. E. Graham, and B. Saltin (1996). Stimulation of muscle ammonia during exercise following branched-chain amino acid supplementation in humans. *J. Physiol, 493: 909-922*
9. Meredith, C. N., J. Zackin, W. J. Frontera, and W. J. Evans (1989). Dietary protein requirements and body protein metabolism in endurance-trained men. *J. Appl. Physiol. 66: 2850-2856*
10. Rasmussen, B. B., K. D. Tipton, S. L. Miller, S. E. Wolfe (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exerceises. *J. Appl. Physiol. 88: 386-392*
11. Rennie, M. J., and K. D. Tipton (2000). Protein and amino acid metabolism during and after resistance exercises and the effects of nutrition. *Ann. Rev. Nutr. 20: 457-483*
12. Tarnopolsky, M. A (1999). Protein metabolism in strength and endurance activities. *In: D. R. Lamb and R. Murray (eds). pp. 125-157*
13. Tarnopolsky, M. A., J. D. MacDougall, and S.A. Atkinson (1998). Influence of protein intake and training status on nitrogen balance and lean body mass. *J. Appl. Physiol. 64: 187-193*
14. Tipton, K. D., A. A. Ferrando, S. M. Phillips, D. Doyle, Jr., and R. R. Wolfe (1999). Postexercise net protein synthesis in human muscle fron orally administrated amino acids. *Am. J. Physiol. 276: E628-E634*
15. Tipton, K. D., A. A. Ferrando, B. D. Willians, and R. R. Wolfe (1996). Muscle protein metabolism in female swimmers after a

combination of resistance and endurance exercises. *J. Appl. Physiol. 81: 2034-2038*
16. Tipton, K. D., B. E. Gurkin, S. Matin, and R. R. Wolfe (1999). Nonessential amino acids are not necessary to stimulate net muscle protein synthesis in healthy volunteers. *J. Nutr. Biochem. 10: 89-95*
17. Van Hall, G., J. S. H. Raaymakers, W. H. M. Saris, and A. J. M. Wagenmakers (1995). Ingestion of branched-chain amino acids and tryptophan during sustained exercise in man: failure to affect performance. *J. Physiol. 486: 789-794*
18. Wagenmakers, A. J. M (1999). Nutritional supplements: Effects on exercise performance . In: D. R. Lamb and R. Murrar (eds.) Perspectives in Exercise science and Sports Medicine. *Vol. 12, The Metabolic Basic of Performance in Exercise and Sport. Carmel, IN: Cooper Publishing Group, pp. 207-260*

Cita Original

Gibala, Martin J. Hargreaves, Mark. Tipton, Kevin. Aminoácidos, Proteínas y el Rendimiento Deportivo. G.S.S.I. Sports Science Exchange.