

EVALUACIÓN DE LA INGESTA DE PROTEÍNAS EN DEPORTES DE RESISTENCIA

ASSESSMENT OF PROTEIN INTAKE IN RESISTANCE EXERCISES

INTRODUCCIÓN

Siempre se ha prestado mucha atención a las proteínas en relación con el rendimiento deportivo. Los atletas de la antigüedad tenían una manera muy gráfica de imaginarse los efectos de determinados alimentos: creían que la carne de los animales más fuertes proporcionaba fuerza a los luchadores, los corredores recibían fuerza y rapidez de la carne de cabra o peces cogidos con la mar agitada, etc. En la actualidad, el uso de suplementos de proteínas y aminoácidos en los deportistas es uno de los aspectos más debatidos en el campo de la nutrición del ejercicio. Dos áreas han recibido una atención particular en los últimos tiempos: el metabolismo proteico y la síntesis de glucógeno muscular después de un intenso ejercicio de resistencia. Esta revisión de la literatura científica más reciente pretende evaluar que funciones desempeñan las proteínas en la recuperación de un ejercicio de resistencia.

¿QUÉ CANTIDAD DE PROTEÍNAS NECESITAN LOS DEPORTISTAS DE RESISTENCIA?

En la Figura 1 se detalla el metabolismo de las proteínas, los aminoácidos son las unidades más pequeñas que componen las proteínas, estos pueden ser utilizados para la síntesis proteica o la formación de glucosa a través de la neoglucogénesis, ser oxidados hasta dióxido de

carbono (CO₂), ser utilizados para la formación de cetonas o usarse para la síntesis de catecolaminas, purinas, pirimidinas, porfirinas o tiroxina¹.

La determinación de valor nutritivo o "calidad" de una proteína es útil para conocer la capacidad de satisfacer las necesidades de nitrógeno y aminoácidos del consumidor. El valor biológico representa la proporción de nitrógeno absorbido y que es retenido por el organismo para ser utilizado como elemento de crecimiento o mantenimiento. El valor biológico de la proteína está directamente relacionado con la "utilización neta proteica" (UNP) que permite conocer con exactitud el nitrógeno proteico utilizado realmente. La proteína de óptima calidad es la que tiene una UNP de 100 (Tabla 1)².

La cantidad necesaria de proteína para los adultos sanos es de 0.8 g/kg/día según indican

Alimentos	Cantidad (g/100 g)	Calidad Valor Biológico %
Huevos de gallina	13	95
Leche de vaca	3.5	90
Pescado	18	75
Carne	20	75
Patata	2	70
Soja	35	70
Lentejas (secas)	4.9	65
Arroz blanco (seco)	7.1	60
Pan blanco	7	50
Guisantes (secos)	6	50

Cervera P, Clapes J, Rigolfas R. Alimentación y dietoterapia. Madrid: Interamericana Mc Graw-Hill, 1993.

Raúl Bescós García

Becario del Departamento de Nutrición y Fisiología del Centro de Alto Rendimiento (CAR) de Sant Cugat

TABLA 1.- Cantidad de proteínas y valor biológico de alimentos

CORRESPONDENCIA:

Raúl Bescós García. Pasaje Pirineos, 71 3º2º. 08227 Terrassa. Barcelona
E-mail: raulbescos@yahoo.es Tel: 93 731 64 76

Aceptado: 13-09-2004 / Revisión nº 182

Figura 1: Degradación de las proteínas y metabolismo de los aminoácidos.

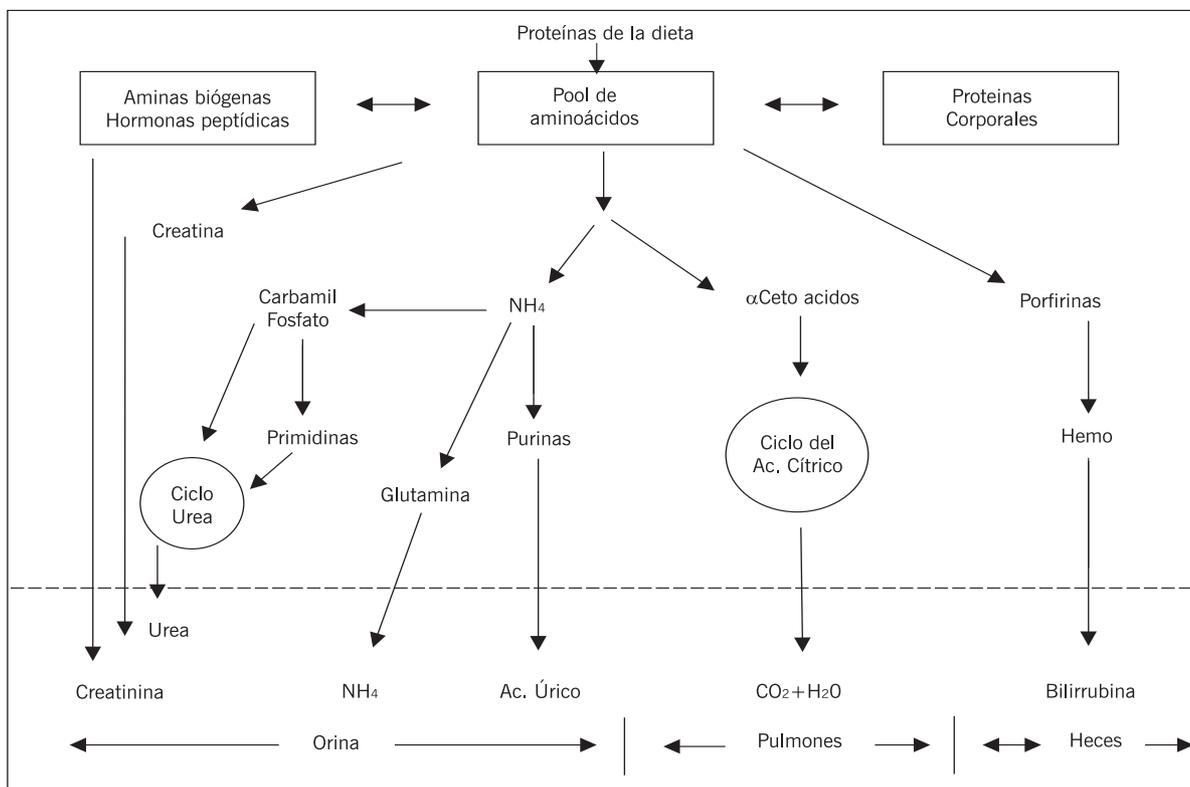


FIGURA 1.-
Degradación
de las proteínas
y metabolismo de
los aminoácidos

Córdoba A. La fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Madrid: Síntesis, 1997.

las Ingestas Dietéticas de referencia (DRI: *dietary reference intake*)³. Estos valores han sido establecidos por expertos estadounidenses y canadienses con el propósito de cubrir las necesidades de nutrientes de determinados colectivos de la población (niños, adolescentes, adultos, etc). Las DRIs son el resultado de la revisión de los valores de las Ingestas Dietéticas Recomendadas (RDA)⁴ que fueron publicadas por última vez en el año 1989 por la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos y por el gobierno Canadiense respectivamente. Pero las necesidades proteicas de los deportistas que practican modalidades de resistencia (ciclismo, atletismo de fondo, triatlón, natación de larga distancia, etc.) parecen ser más elevadas. A principios de la década pasada algunos autores indicaban que la cantidad necesaria de proteína en deportistas de resistencia oscilaba entre 1.6 y 2 g/kg/día^{5,6}. En el año 2000 en la publicación

del Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) apareció un artículo de la Asociación Americana de Dietistas (ADA) y de la Asociación Canadiense de dietistas (DC) en el cuál citaban cantidades similares a las anteriores, entre 1.2 y 1.7 g/kg/día⁷. Cabe destacar que estas cantidades de proteínas diarias no han evidenciado efectos negativos a nivel renal⁸.

A pesar de que la oxidación de aminoácidos para producir energía durante un ejercicio físico es muy baja ($\pm 5\%$), los atletas de resistencia pueden tener incrementados los requerimientos de aminoácidos debido al gran volumen de entrenamiento que realizan^{9,10}.

Pero en la práctica existe una gran controversia, porque un número importante de deportistas consumen cantidades de proteínas y aminoácidos más elevadas que las recomendaciones

realizadas por el ADA y DC, en detrimento de otros macronutrientes como los carbohidratos^{11,12}. El ejercicio de resistencia implica un gasto energético elevado, los deportistas de resistencia realizan dietas con un contenido calórico elevado, superiores a 3000 kcal, con lo cuál pueden consumir y sobrepasar con facilidad las cantidades de proteínas aconsejadas, sino se realiza una dieta adecuada¹³.

EFFECTO DE LA INGESTIÓN DE AMINOÁCIDOS DESPUÉS DE UN EJERCICIO DE RESISTENCIA

Durante un ejercicio de resistencia puede producirse un aumento de la degradación de proteínas musculares, provocando un balance proteico negativo (la degradación es mayor que la síntesis de proteínas)^{9,14}.

La ingestión de aminoácidos altera esta respuesta, pero dependiendo de si la ingesta es antes o después del ejercicio físico pueden actuar de forma diferente: la administración de proteína previa al ejercicio físico puede disminuir el catabolismo muscular durante la actividad física. La ingesta de proteína en la finalización del entreno o competición estimula la síntesis proteica y el aumento de masa muscular¹⁵. Por consiguiente, el consumo de aminoácidos después de un entrenamiento o competición de resistencia puede promover un balance proteico positivo, y por tanto, producir un efecto anabólico¹⁶⁻¹⁸. Este efecto anabólico puede estar relacionado con un incremento de la hormona de crecimiento (GH) y/o de la insulina¹⁹.

Pero el consumo de aminoácidos para promover una óptima recuperación a nivel muscular debe ser lo más inmediato posible a la finalización de un ejercicio físico de resistencia, preferentemente antes de que transcurra la primera hora después de su terminación²⁰. Rasmussen *et al.* comparó una suplementación post-ejercicio de 6 g de aminoácidos esenciales combinados con 35 g de sucrosa frente a un compuesto placebo. Los aminoácidos mezclados con sucrosa promovieron un incremento de la síntesis proteica durante

la primera hora del post-ejercicio²¹. Parece ser que la mejor forma de optimizar la recuperación de un ejercicio de resistencia es combinar la ingesta de carbohidratos y aminoácidos, los primeros para facilitar la recuperación del glucógeno consumido durante el ejercicio físico y los segundos para promover un balance proteico positivo²². Pero todavía existen dudas de como actúa la insulina sobre el metabolismo proteico, de hecho, Borsheim *et al.*²³ obtuvo que ingiriendo 6 g de aminoácidos esenciales solos, sin carbohidratos, durante la recuperación se produjo un balance proteico positivo comparable al de Rasmussen *et al.*²¹. Parece ser que los aminoácidos no esenciales tienen poca capacidad para estimular la síntesis proteica muscular, con lo cuál, para promover un reequilibrio proteico se debería priorizar la ingesta de alimentos con un contenido de proteínas de alto valor biológico (ricos en aminoácidos esenciales). En situaciones especiales, dietas hipocalóricas, baja disponibilidad de alimentos con un valor proteico adecuado, periodos de entrenamientos muy intensos, vegetarianos estrictos... pueden estar aconsejados el uso de suplementos ricos en aminoácidos esenciales²⁴.

De Palo *et al.* observó que tras realizar una suplementación continuada durante un mes de aminoácidos ramificados los sujetos mostraron una disminución del lactato y un aumento de la hormona de crecimiento después de un ejercicio físico prolongado²⁵.

EFFECTO DE LA INGESTIÓN DE PROTEÍNA SOBRE LA SÍNTESIS DEL GLUCÓGENO MUSCULAR DESPUÉS DE UN EJERCICIO FÍSICO PROLONGADO

El glucógeno muscular es el principal sustrato utilizado para obtener energía durante un ejercicio físico prolongado de elevada intensidad. La habilidad de los deportistas para reponer los depósitos musculares de glucógeno es uno de los factores primordiales en la recuperación post-ejercicio en deportes de resistencia. Es bien conocido que los carbohidratos (CHO) son la fuente

primaria para la síntesis del glucógeno en el organismo²⁶. Recientes estudios analizaron si la ingestión de CHO y proteína podía aumentar la velocidad y/o cantidad de la formación de glucógeno. En un primer estudio que se realizó en ciclistas entrenados Zawadski *et al.* comparó tres preparados, administrados inmediatamente después de la finalización de un ejercicio de más de dos horas de duración, que provocará una deplección de los depósitos de glucógeno, y a las dos horas de la finalización del ejercicio:

- CHO sólo (112 g).
- CHO + Proteína (112 g + 40.7 g)
- Proteína sola (40.7 g).

Observaron un incremento de la síntesis de glucógeno con el segundo preparado que atribuyeron a un incremento de la secreción de insulina y, presumiblemente, esto produjo una mayor captación de glucosa plasmática por parte de las células musculares y hepáticas. No obstante, un factor importante a tener en cuenta y que puede invalidar los resultados de este estudio es que los sujetos estudiados consumieron un 41% más de energía durante el período que realizaron la suplementación combinada de CHO y proteínas que en el resto de fases del estudio²⁷. Posteriormente Carrithers *et al.* no observó diferencias en la recuperación del glucógeno muscular en un estudio con el propósito de determinar los efectos de diferentes compuestos mixtos de carbohidratos y proteína cuando se administró la misma cantidad de energía en todos los preparados²⁸.

En otra investigación también se controló rigurosamente la cantidad de energía ingerida por ciclistas entrenados que rodaron durante 90 minutos dividiendo la muestra en 3 grupos que fueron suplementados con tres preparaciones diferentes:

- CHO (0.8 g/kg/hora)
- CHO + Proteína (0.8 g/kg/hora + 0.4 g/kg/hora)
- CHO (1.2 g/kg/hora)

Después de 5 horas de recuperación no se observaron diferencias en la síntesis de glucógeno muscular entre los preparados 2 y 3, pero sí que existieron diferencias significativas con respecto al preparado 1. Esto sugiere que la cantidad de proteína añadida no resultó más efectiva cuando se proporcionó una cantidad suficiente de CHO, no aumentó la secreción de insulina²⁹. Estos resultados anularían los conseguidos por Zawadski *et al.* debido a que utilizó dosis bajas de CHO (0.8 g/kg/hora) durante el post-ejercicio²⁷. Estas conclusiones están reforzadas por los estudios de van Hall *et al.* y Jentjens *et al.* que demostraron que la proteína ingerida durante la recuperación no tenía efecto en la reabsorción de glucosa para la síntesis de glucógeno cuando la cantidad de CHO fue igual o superior a 1.25 g/kg/hora^{30,31}. En controversia a estos resultados, parece ser que ciertos aminoácidos como la Glutamina^{32,33} y posiblemente la Arginina³⁴ pueden influir en la síntesis de glucógeno durante el post-ejercicio, aumentando la tasa de formación de glucógeno hepático y muscular, pero sólo cuando no se ingiere la cantidad suficiente de CHO. Por tanto, la forma más recomendable de optimizar la recuperación de los depósitos de glucógeno es ingerir más de 1.2 g/kg/h de CHO durante las horas posteriores a la finalización de un ejercicio físico de resistencia.

CONCLUSIÓN

La ingestión de proteínas y aminoácidos puede provocar cambios en el metabolismo proteico durante la recuperación de un ejercicio físico intenso. Parece existir un consenso de que las necesidades proteicas de los deportistas de resistencia están aumentadas, estos deberían consumir entre 1.5 - 2 g/kg/día. Cantidades de hasta 2 g/proteína/día no han evidenciado que provoquen alteraciones renales⁸. La bibliografía más reciente señala que la ingestión de aminoácidos después de un ejercicio aeróbico prolongado no incide en el incremento de la síntesis de glucógeno muscular si se ingiere la cantidad necesaria de carbohidratos (> 1.2 g/kg/hora). Por otro lado, la ingestión de peque-

ñas cantidades de aminoácidos esenciales después de un ejercicio de resistencia se ha mostrado que puede promover un balance proteico positivo, permitiendo una respuesta anabólica de los músculos afectados. Por lo conocido hasta el momento, la mejor forma de optimizar la recuperación después de un ejercicio de resistencia es mediante la ingestión de un combinado de carbohidratos (>1.2 g/kg/hora) y aminoácidos esenciales (>6 g/hora), pero teniendo en cuenta que estos últimos no promueven el incremento del glucógeno muscular ni hepático, sino, que pueden tener un efecto estimulador de la síntesis proteica muscular. Recientes investigaciones²⁰ parecen indicar que las fórmulas nutricionales específicas pueden resultar más efectivas que la ingestión de alimentos tradicionales, debido a la mayor proporción de aminoácidos esenciales en los suplementos que en gran parte de alimentos²⁰, pero, se debería tener en cuenta algunos aspectos⁹:

- El elevado consumo de proteínas es un práctica costosa tanto en términos económicos como en una posible degradación del funcionamiento renal.
- Aspectos como la edad, sexo, tipos de entrenamientos, consumo energético, etc. también deben ser considerados.

Algunos deportistas realizan dietas desequilibradas con consumos excesivos de proteínas de origen animal (carnes, embutidos y derivados) aumentando paralelamente la ingesta de lípidos asociados a ese tipo de alimentos y obviando productos de origen vegetal con un contenido proteico notable como legumbres (lentejas, judías, garbanzos), cereales, soja, arroz, que combinados entre sí pueden aportar proteínas de alto valor biológico³⁵.

Una alimentación variada y una adecuada combinación de proteínas vegetales y animales puede ser más que suficiente para cubrir la cantidad necesaria de aminoácidos esenciales en deportistas de resistencia. En ocasiones especiales, (dietas hipocalóricas, poca disponibilidad de

alimentos proteicos de alto valor biológico, altas cargas de entrenamiento, vegetarianos estrictos...) puede estar justificado el uso de suplementaciones específicas.

RESUMEN

El tema del consumo de proteína de la dieta y la suplementación de aminoácidos continúa siendo importante y polémico en el campo de la fisiología del ejercicio. Todavía no existe evidencia científica convincente que sugiera que los individuos activos necesitan reforzar sus dietas habituales con suplementos de proteicos o de aminoácidos.

Algunas investigaciones relatan que la oxidación de aminoácidos para producir energía durante un ejercicio físico es alrededor de un 5% del gasto calórico total, los atletas de resistencia pueden tener incrementados los requerimientos de aminoácidos debido al gran volumen de entrenamiento que realizan. Actualmente está establecido que la cantidad necesaria de proteínas en deportes de resistencia oscila entre 1.5 y 2 g/kg/día, estas cantidades no han evidenciado que puedan producir alteraciones de tipo renal, este es uno de los riesgos que puede estar asociado a dietas con un elevado consumo de productos proteicos. Estas cantidades de proteína pueden ser consumidas con una alimentación equilibrada sin necesidad de recurrir a la suplementación.

Se ha demostrado que el mejor método para la recuperación de un ejercicio de resistencia es la combinación de alimentos ricos en carbohidratos y productos proteicos de alto valor biológico.

Palabras clave: Proteína. Deporte de resistencia. Aminoácidos. Anabolismo.

SUMMARY

The topic of the consumption of protein intake and the supplementation of amino acids continues to be important and polemic in the field

of the physiology of the exercise. Still there does not exist scientific convincing evidence that suggests that the active individuals need to ingest supplements of proteins or amino acids.

Some investigations report that the oxidation of amino acids to produce energy during a physical exercise is about 5 % of the caloric total consumption. The athletes of resistance can have the requirements of amino acids increased due to the great volume of training that they realize. Nowadays it is established that the need of proteins in sports of resistance ranges between

1.5 and 2 g/kg/day. It has been suggested that diet high in proteins could affect the renal function, however it is unlikely that the amount of 2 g/kg/day can not represent a risk. This amount of proteins can be ingested with a normal balanced diet without the used supplementation.

The best way to recover from a high intensity exercise is a combination of high carbohydrate intake with some proteins of high biological value.

Key words: Protein. Resistance exercise. Amino acids. Anabolism.

B I B L I O G R A F Í A

- Córdova A.** La fatiga muscular en el rendimiento deportivo. Madrid: Síntesis,1997.
- Cervera P, Clapes J, Rigolfas R.** Alimentación y dietoterapia. Madrid: Interamericana McGraw-Hill, 1993.
- Institute of Medicine.** Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington: *The national academies press*, 2002.
- Wilmore J, Costill D.** Physiology of sport and exercise. Champaign: *Human Kinetics*, 1994.
- Villegas JA, Zamora Navarro S.** Necesidades Nutricionales en deportistas. *Archivos de Medicina del Deporte* 1991; 30:169-79.
- Tarnopolsky MA, Atkinson SA, MacDougall JD, Chesley A, Phillips S, Schwarcz HP.** Evaluation of protein requirements for trained strength athletes. *J Appl Physiol* 1992;73(5):1986-95.
- Nutrition and athletic performance.** Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American Collage of Sports Medicine. *J Am Diet Assoc.* 2000;100:1543-56.
- Poortmans JR, Dellalieux O.** Do regular high protein diets have potential health risks on kidney function in athletes?. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2000;10(1):28-38.
- Escanero JE, Villanueva J, Guerra M, Córdova A.** Necesidades proteicas del deportista. *Archivos de Medicina del Deporte.* 1991;30:119-26.
- Gibala MJ.** Dietary protein, amino acid supplements, and recovery from exercise. *Sports Science Exchange* 2002; 15(4):87.
- Boisseau N, Le Creff C, Loyens M, Poortmans JR.** Protein intake and nitrogen balance in male non-active adolescents and soccer players. *Eur J Appl Physiol* 2002;88(3):288-93.
- Jonnalagada SS, Rosenbloom CA, Skinner R.** Dietary practices, attitudes, and physiological status of collegiate freshman football players. *J Strength Cond Resp* 2001; 15(4):507-13.
- García-Rovés PM, Terrados N, Fernández S, Pattersib AM.** Comparison of dietary intake and eating behavior of professional road cyclists during training and competition. *Int J of Sport Nut and Exerc Metabolism* 2000; 10:82-98.
- Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR.** Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *Am J Physiol* 1997;273 (1):E99-E107.
- Kreider RB.** Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Med* 1999; 27(2):97-110.
- Tipton KD, Rasmussen BB, Millar SL, Wolf SE, Owens-Stovall SK, Petrini BE, Wolfe RR.** Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001;281(2):E197-206.
- Tipton KD, Ferrando AA, Phillips SM, Doyle D, Wolfe RR.** Postexercise net protein synthesis in human muscle from orally administered amino acids. *Am J Physiol* 1999;276 (4):E628-34.
- Devlin JT, Brodsky I, Scrimgeour A, Fuller S, Bier DM.** Amino acid metabolism after intense exercise. *Am J Physiol.* 1990;258:E249-255.

19. Zawadzki KM, Yaspelkis BB, Ivy JL. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J Appl Physiol* 1992;72:1854-59.
20. Esmarck B, Andersen JL, Olsen S, Richter EA, Mizuno M, Kjaer M. Timing of post-exercise protein intake is important for muscle hypertrophy with resistance training in elderly humans. *J Physiol* 2001;535(1):301-11.
21. Rassmussen BB, Tipton KD, Millar SL, Wolf SE, Wolfe RR. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol* 2000;88(2):386-92.
22. Millar SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Wolfe RR. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(3):449-55.
23. Borsheim E, Tipton KD, Wolf SE, Wolfe RR. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;283(4):E648-57.
24. Wolfe RR. Regulation of muscle protein by amino acids. *J Nutr* 2002;132(10):3219S-3224S.
25. De Palo EF, Gatti R, Cappellin E, Schiraldi C, De Palo CB, Spinella P. Plasma lactate, GH and GH-binding protein levels in exercise following BCAA supplementation in athletes. *Amino Acids* 2001;20(1):1-11.
26. Ivy JL. Glycogen resynthesis after exercise: Effect of carbohydrate intake. *Int J Sports Med*. 1998;19:S142-S145.
27. Zawadzki KM, Yaspelkis BB, Ivy JL. Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J Appl Physiol* 1992;72(5):1854-9.
28. Carrithers JA, Williamson DL, Gallagher PM, Godard MP, Schulze KE, Trappe SW. Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *J Appl Physiol* 2000;88(6):1976-82.
29. Van Loon LJ, Saris WH, Kruijshoop M, Wagenmakers AJ. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*. 2000;72(1):106-11.
30. Van Hall G, Shirreffs SM, Calbet JA. Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise: no effect of additional protein ingestion. *J Appl Physiol*. 2000;88(5):1631-6.
31. Jentjens RL, van Loon LJ, Mann CH, Wagenmakers AJ, Jeukendrup AE. Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. *J Appl Physiol* 2001;91(2): 839-846.
32. Bowtell JL, Nelly K, Jackman ML, Patel A, Simeón M, Rennie MJ. Effect of oral glutamin on whole body carbohydrate storage during recovery from exhaustive exercise. *J Appl Physiol* 1999;86:1770-7.
33. Varnier M, Leese GP, Thompson J, Rennie MJ. Stimulatory effect of glutamin on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am J Physiol* 1995;269(2): E309-315.
34. Yaspelkis BB, Ivy JL. The effect of carbohydrate-arginine supplement on postexercise carbohydrate metabolism. *Int J Sports Nutr* 1999;9:241-50.
35. Nuviola Mateo RJ, Lapeza Lainez MG, Bernadette Robinson M, Cejudo Oltra M. Estudio nutricional en mujeres deportistas de élite: *Energía, Principios Inmediatos y Macrominerales*. Archivos de Medicina del Deporte. 1999; 69:15-27.
36. Michael Hamm. *La correcta nutrición del deportista*. Barcelona: Hispano Europea, 1996.