

# NECESIDADES PROTEICAS EN EL DEPORTISTA DE RESISTENCIA

Raúl Domínguez Herrera

**RESUMEN:** Las proteínas son compuestos que tienen una función energética, de construcción y de reparación del organismo; pero, fundamentalmente se caracterizan por actuar como enzimas, catalizando casi todas las reacciones químicas del organismo. Por tanto, en el deportista, al encontrarse todos estos procesos acelerados, no es de extrañar que haya que aportar una cantidad suficiente, pero, sobre todo, una proteína de calidad que, aporte un gran número de aminoácidos esenciales. Cabe destacar que, en el ámbito del deporte de resistencia existe un gran desconocimiento acerca de las necesidades reales en estos deportistas que, a parte de realizar largos entrenamientos, han incorporado en los últimos años entrenamientos de fuerza para incrementar su performance. Por tanto, en base a una revisión de la literatura que versa sobre la materia, en este artículo se intenta justificar los requerimientos para este grupo poblacional, así como las maneras de incrementar su absorción, observando que el uso de suplementos proteicos no está justificado.

**PALABRAS CLAVES:** requerimientos nutricionales, proteínas, hábitos nutricionales, ejercicio, hábitos saludables.

## PROTEIN NEEDS IN ENDURANCE ATHLETES

**ABSTRACT:** The proteins are compounds having an energy function, construction and repair of the body, but are characterized by essentially act as enzymes catalyzing almost all chemical reactions in the body. Therefore, the athlete, finding all these accelerated processes, it is not surprising that there is a sufficient amount to contribute, but, above all, a quality protein, provides a large number of essential amino acids. Notably, in the field of endurance sport there is great ignorance about the real needs of these sportsmen who, apart from making long workouts, have built in recent years strength training to increase their performance. Therefore, based on a review of the literature that deals with the subject, this article attempts to justify the requirements for this population, as well as ways to increase absorption, noting that the use of protein supplements is not justified.

**KEY WORDS:** nutritional requirements, protein, dietary habits, exercise, healthy habits.



## 1. INTRODUCCIÓN

Las proteínas son compuestos que se caracterizan, principalmente, por tener una función estructural, de construcción y reparación del organismo. Se podría decir que es el material del que estamos hechos, ya que, constituyen los músculos, órganos, ácidos nucleicos que forman nuestro código genético<sup>1</sup>.

Las proteínas pueden actuar como enzimas que catalizan casi todas las reacciones químicas del organismo, actúan como moléculas receptoras tanto en el interior como dentro o sobre la membrana plasmática, así como moléculas estructurales dentro de las células (asimismo, no hay que olvidar que forman parte de los huesos, ligamentos y tendones), actúan, también, como moléculas transportadoras, anticuerpos o receptores de linfocitos y de combustible para la producción de energía<sup>2</sup>.

En cuanto a la estructura química de las proteínas se refiere, la proteína contiene carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno.

Cuando ingerimos las proteínas de la dieta, en el sistema digestivo tiene lugar un proceso de digestión que las divide en péptidos, que son uniones de aminoácidos, que son los que poseen una función biológica. De este modo, los péptidos son los precursores de todas las sustancias nitrogenadas del organismo<sup>3</sup>.

Los aminoácidos los podemos dividir en:

- Aminoácidos esenciales: se deben de ingerir en la dieta porque nuestro organismo no es capaz de sintetizarlos. A este grupo pertenecen la leucina, isoleucina, valina, lisina, fenilalanina, metionina, treonina, triptófano, histidina y arginina.
- Aminoácidos no esenciales: nuestro organismo tiene capacidad de sintetizarlos. En este grupo se engloba a la cisteína, tirosina, glicina, serina, prolina, glutamina, alanina, glutamato, asparagina y aspartato. La dieta posterior al esfuerzo físico debe de ser rica en hidratos de carbono de alto índice glucémico.

Pero, en determinadas situaciones, ciertos aminoácidos no esenciales (arginina, cisteína, glutamina, glicina, prolina, tirosina) pueden convertirse en esenciales y deben de obtenerse directamente de la dieta, por lo que podrían

<sup>1</sup> Merí A. Metabolismo y Nutrición. En: Merí A. *Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2005. Pp. 79-102.

<sup>2</sup> Garrido G. Las proteínas en la nutrición deportiva En: González J. y Villa J. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Síntesis, Madrid; 2001. Pp. 109-136.

<sup>3</sup> Badia MB. y Leiva E. *Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición*. Unidad didáctica 1 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011.



englobarse en un tercer grupo denominado aminoácidos condicionalmente indispensables o condicionalmente esenciales<sup>4</sup>. Esto ocurre generalmente en casos en los que la síntesis endógena está limitada y no puede cubrir las recomendaciones metabólicas, como en el caso de determinadas circunstancias fisiológicas o fisiopatológicas<sup>5</sup>.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

En realidad, podríamos plantear que más que necesidades de proteínas, tenemos necesidades de aminoácidos<sup>6</sup>. De ahí que, en función de su composición en aminoácidos, el valor nutricional de distintas fuentes proteicas sea distinto, surgiendo el término de *valor biológico* de la proteína<sup>7</sup> o de *calidad* de la proteína que vendrá determinada por los aminoácidos esenciales, considerándose a una proteína de mayor calidad a aquella que proporcione un mayor número de aminoácidos esenciales<sup>8</sup>.

Williams<sup>9</sup>, por su parte, considera que *“la calidad de una fuente de proteína es una expresión de su capacidad para proveer los requerimientos de nitrógeno y aminoácidos para crecimiento, mantenimiento y reparación. Los factores clave son la digestibilidad y la capacidad para proveer aminoácidos esenciales”*. De este modo, parece lógico pensar que una proteína de calidad será aquella que es más parecida a las necesidades del organismo<sup>10</sup>.

La calidad proteica vendrá en última instancia marcada por el aminoácido limitante que no es más que el aminoácido esencial que se encuentra en menor cantidad proteica que consiste en mezclar unos alimentos pobres en un determinado aminoácido con otro que tenga una proteína con un alto valor del aminoácido limitante con respecto al patrón de referencia<sup>11</sup>. Por ello, surge el término de complementación de la anterior proteína<sup>12</sup>.

<sup>4</sup> Laidlaw SA. y Kopple JD. Newer concepts of the indispensable amino acids. *Am J Clin Nutr*, 1987; 4: 593-605.

<sup>5</sup> Blesa J, Micó L, Soriano JM. *Evaluación nutricional deportiva: necesidades energéticas y nutricionales en el deporte*. Unidad didáctica 4 del Máster de Cineantropometría y Nutrición Deportiva. Fundació Universitat Empresa: Universitat de Valencia, Valencia; 2012.

<sup>6</sup> Aparicio VA, Nebot E, Heredia JM, Aranda P. Efectos metabólicos, renales y óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Rev And Med Dep*, 2010; 3 (4): 153-158.

<sup>7</sup> Suárez MM, Kizlansky A, López LB. Evaluación de la calidad de la proteína en los alimentos calculando el score de aminoácidos corregidos por digestibilidad. *Nutr Hosp*, 2006; 21 (1): 47-51.

<sup>8</sup> González J, Sánchez P, Mataix J. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. Fundación Universitaria Iberoamericana; 2006.

<sup>9</sup> Williams MH. *Nutrición: para la salud, la condición física y el Deporte*. Paidotribo, Barcelona; 2006.

<sup>10</sup> Guerra, E. *Bases fisiológicas y nutricionales en la actividad física y el deporte*. M28.56.1.3. del Máster Oficial en Nutrición Humana. UGR, Granada; 2011.

<sup>11</sup> Delgado, M. y Feriche, B. Concepto de fatiga. En Feriche B. y Delgado, M. *La Preparación Biológica en la formación integral del deportista*. Paidotribo, Barcelona; 2003. Pp. 37-54.

<sup>12</sup> Guerra, E., op. cit., 2011.



Así, deberemos de seguir el principio de complementariedad los aminoácidos, en el que, por ejemplo, los alimentos de origen vegetal deben de ser combinados con cereales<sup>13</sup>. De esta manera, podremos obtener una proteína que se ajuste a las necesidades del organismo.

Una consideración importante a la hora de llevar a cabo la complementación es que las proteínas se deben combinar en la misma comida, lo que obliga a que cualquier comida que se realiza a lo largo del día contenga alimentos de diversos grupos<sup>14</sup>.

### 3. UTILIZACIÓN DE LA PROTEÍNA COMO SUSTRATO ENERGÉTICO

Las proteínas contribuyen como fuente energética tanto en reposo como durante el ejercicio<sup>15</sup>, aunque en general, no se considera a las proteínas como una importante fuente energética durante la actividad física, ya que esto es una función de la que se encargan principalmente los hidratos de carbono y los lípidos<sup>16</sup>, debido a que la velocidad a la que puede obtenerse energía es más lenta<sup>17</sup>. Sin embargo, si es verdad que se ha observado que el ejercicio dinámico que se sostiene en el tiempo estimula la oxidación de aminoácidos como sustrato energético para obtener energía<sup>18</sup>. Así, la utilización de esta fuente energética se incrementa significativamente cuando se agota un 33-55% de los depósitos de glucógeno<sup>19</sup>, hasta tal punto que, en la parte final de un ejercicio de resistencia la proteína podría contribuir en más de un 15% al costo total de energía<sup>20</sup>. Esto podría ser debido a la acción del cortisol, importante hormona catabólica que, como sabemos, incrementa sus niveles con la duración del ejercicio<sup>21</sup>.

Por tanto, parece que, unos niveles altos de glucógeno muscular disminuirían la respuesta de hipercortisolemia y, con ello, la contribución energética de la proteína y el catabolismo muscular<sup>22</sup>.

<sup>13</sup> Manual de dietética de la Clínica Mayo *Nutrición normal*. Médici, Barcelona; 1987.

<sup>14</sup> González, M. Implicaciones nutricionales en el ejercicio. En: Chicharro, J. y Fernández, A. *Fisiología del Ejercicio*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2008. Pp. 347-379.

<sup>15</sup> Pérez-Guisado J. Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consume proteico. *Apunts*, 2008; 159: 142-152.

<sup>16</sup> Urdampilleta A, Vicente-Salar N, Martínez JM. Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de la masa muscular. *Rev Esp Nutr Hum diet*, 2012; 16 (1): 25-35.

<sup>17</sup> Poortmans J. *Principles of Exercise Biochemistry*. Karger, Basel; 1993.

<sup>18</sup> Rennie M. y Tipton K. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Ann Rev Nutr*, 2000; 20: 457-483.

<sup>19</sup> Lemon PWR. Protein and exercise: update 1987. *Med Sci Sports Med*, 1987; 19: 179-190.

<sup>20</sup> Lemon PWR. Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *J Appl Physiol*, 1992; 73: 767-775.

<sup>21</sup> Lemon, PWR., op. cit., 1987.

<sup>22</sup> Feriche, B. Diagnóstico de la fatiga. En: Feriche, B. y Delgado, M. *La Preparación Biológica en la formación integral del deportista*. Paidotribo, Barcelona; 2003. Pp. 55-70.



Ahora bien, el entrenamiento de resistencia o aeróbico de por sí, hace que la oxidación de las proteínas se vea incrementada<sup>23</sup>, debido a que en los sujetos entrenados y con experiencia en este tipo de entrenamiento presentan una mayor actividad de la enzima limitante de la vía oxidativa (oxoácido deshidrogenasa de cadena ramificada), tanto en el músculo como en el hígado<sup>24</sup>.

Sin embargo, debemos de contemplar, también, la contribución energética de la proteína ante los entrenamientos de fuerza y es que, cada día, cobra más fuerza este tipo de entrenamientos en los deportistas de resistencia. Así, prestigiosos entrenadores de corredores de resistencia, indican que, en este tipo de atletas "la fuerza es la capacidad condicional más importante y la base de todas las demás"<sup>25</sup>. Es más, podríamos considerar que el rendimiento de resistencia estaría limitado por la aplicación de un determinado pico de fuerza<sup>26</sup>, por lo que los niveles de fuerza serían los responsables de la velocidad crucero de un atleta, su capacidad de aceleración inicial, de cambios de ritmo y de Sprint final<sup>27</sup>.

Parece que la modalidad de entrenamiento influye en el catabolismo proteico, siendo mayor éste en el ejercicio de fuerza<sup>28</sup>, ya que, parece que acelera el metabolismo proteico, tanto en lo que se refiere a la síntesis como a la degradación<sup>29</sup>. En este aspecto, se considera la excreción urinaria de 3-metilhistidina como un índice del turnover de proteínas contráctiles<sup>30</sup>, sabiendo que dicho parámetro se incrementa tanto con cargas del 50% de 1 RM y del 70% de 1 RM<sup>31</sup> como cargas de fuerza máxima<sup>32</sup>.

En cualquier lugar, al hablar de aminoácidos que pueden adoptar un carácter sustrato energético debemos citar a la alanina, aspartato, glutamato y a los tres

<sup>23</sup> Reeds P. y Hutchens T. Protein requirements: From nitrogen balance to functional impact. *J Nutr*, 1994; 124: 1754-1764.

<sup>24</sup> Hernández R. Necesidades proteicas en individuos físicamente activos. *Rev de C Ejerc Salud*, 2003; 3 (1): 63-76.

<sup>25</sup> Lemon PWR, Dolny DG, Yarasheski KE. Moderate physical activity can increase dietary protein needs. *Can J Appl Physiol*, 1997; 22 (5): 494-50.

<sup>26</sup> Lozano F. La planificación de la temporada 2001-2002 de Chema Martínez. La importancia del entrenamiento de fuerza. Bravo, J. *Cuadernos de atletismo* nº 50, Congreso Internacional de Tenerife. Real Federación Española de Atletismo, Madrid; 2002.

<sup>27</sup> Pascua M. El entrenamiento de los corredores y corredoras de medio fondo de alto nivel. Bravo, J. *Cuadernos de atletismo* nº 45, IV Jornadas E.N.E., noviembre 5 – 7. Real Federación Española de Atletismo, Madrid; 1999.

<sup>28</sup> González-Badillo, JJ. Y Ribas, J. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. INDE, Barcelona; 2002.

<sup>29</sup> Fernández, A. Sistemas energéticos en el ejercicio. En: Chicharro, J. y Fernández, A. *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2008. Pp. 183-221.

<sup>30</sup> Biolo G, Maggi SP, Williams BD, Tipton KD, Wolfe RR. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *J Physiol Endocr Metab*, 1995; 268 (3): 514-520.

<sup>31</sup> Viru A. y Bosco C. Control bioquímico del entrenamiento. En Boso C. *La fuerza muscular: aspectos metodológicos*. INDE, Barcelona; 2000. Pp. 299-360.

<sup>32</sup> Viru A. y Seli N. 3-metilhistidine excretion in training for improved power and strength. *Sports Med Training Rehab*, 1992, 3: 183-193.



aminoácidos de cadena ramificada (valina, leucina e isoleucina), que son los que se utilizan preferentemente en el músculo esquelético<sup>33</sup>. Como ejemplo, podemos citar a la leucina, por ser considerado el aminoácido de cadena ramificada que se oxida en mayor grado durante la práctica deportiva, del cual sabemos que el grupo amino del catabolismo de este aminoácido se combina con el piruvato en la célula muscular para formar alanina y el cetoácido alfa residual, que entra al ciclo de Krebs.

Por el contrario, la alanina se libera al torrente sanguíneo hasta el hígado donde se convierte en glucosa que se utilizará principalmente en el sistema nervioso central<sup>34</sup>.

En general, la utilización de la proteína como fuente energética, libera amoníaco, una neurotoxina que puede dar lugar a alteraciones del sistema nervioso central<sup>35</sup>. Como sabemos, la principal forma de eliminación del amoníaco es el ciclo de la urea, aunque se piensa que durante el ejercicio la clave principal para su aclaramiento podría constituirlo el pulmón<sup>36</sup>.

Ahora bien, la pregunta qué podríamos hacernos es: ¿conviene utilizar la proteína como fuente energética? Pues la respuesta es bien clara y es que no, principalmente debida a dos cuestiones:

- Un aumento de la utilización proteica con fines energéticos aumentaría los requerimientos que, en caso de no llegar a cubrirlos, podría dar lugar a la pérdida de proteínas endógenas, que lleva a la reducción del rendimiento deportivo y sobreentrenamiento, llegando a reducir la masa y la fuerza muscular<sup>37</sup>.
- La posible aparición de la fatiga central que implica básicamente a la serotonina que se relaciona directamente en ratas y presuntamente en humanos<sup>38</sup>.

Para explicar el mecanismo de la fatiga central, debemos de recordar que existe una relación entre el triptófano y los aminoácidos de cadena ramificada. Pues bien, esta hipótesis radica en el hecho de que al aumentar la oxidación de los aminoácidos de cadena ramificada queda libre triptófano que, como sabe-

<sup>33</sup> Pivornik JM, Hickson JF, Wolinsky I. Urinary 3-methylhistidine excretion with repeated weight training exercise. *Med Sci Sports Med*, 1989; 21: 283-287.

<sup>34</sup> Fernández, A. Sistemas energéticos en el ejercicio. En: Chicharro, J. y Fernández, A. *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2008. Pp. 183-221.

<sup>35</sup> Williams MH. *Nutrición: para la salud, la condición física y el Deporte*. Paidotribo, Barcelona; 2006.

<sup>36</sup> Delgado, M. y Feriche, B. Concepto de fatiga. En Feriche B. y Delgado, M. *La Preparación Biológica en la formación integral del deportista*. Paidotribo, Barcelona; 2003. Pp. 37-54.

<sup>37</sup> Segura, R. *La dieta del deportista. Recomendaciones dietéticas*. Unidad didáctica 4 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011.

<sup>38</sup> Palacios N, Franco L, Manonelles P, Manuz B, y Villa JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Dep*, 2008; 126: 245-258.



mos tiene capacidad de cruzar la barrera hematoencefálica y al mismo tiempo es un precursor de la serotonina.

La fatiga central, principalmente, puede servirnos como un argumento más para tomar conciencia de la importancia de cubrir los requerimientos de hidratos de carbono por parte de los deportistas. Del mismo modo, en los ejercicios de muy larga duración, en los que necesariamente se produce un descenso acusado de los niveles de glucógeno, se ha intentado administrar aminoácidos de cadena ramificada durante la prueba, pero en ninguno de ellos se ha podido provocar cambios en la percepción de la fatiga ni en el rendimiento deportivo<sup>39</sup>. Sin embargo, la ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio de este tipo, sí que ha conseguido reducir la oxidación de los aminoácidos de cadena ramificada<sup>40</sup>, por lo que se puede considerar a este tipo de macronutriente como *ergogénico* o de mejora de rendimiento.

#### 4. NECESIDADES DE PROTEÍNAS EN DEPORTISTAS

Antes de hablar de requerimientos de proteínas en deportistas de resistencia, hay que indicar que éstos creen que necesitan grandes cantidades de proteínas para mantener la masa muscular<sup>41</sup> y, en general existen muchas ideas erróneas en relación al consumo de proteínas<sup>42</sup>. Así, por ejemplo, en deportes como la lucha o el culturismo, se llega a registrar ingestas de 3g/kg/día<sup>43</sup> o incluso de hasta 5 g/kg/día<sup>44</sup>. Además, cabe indicar en este aspecto es que, las proteínas por sí solas no aumentan la masa muscular y que el responsable de este aumento sería un correcto entrenamiento de la fuerza<sup>45</sup> y que las proteínas actuarían únicamente de forma aditiva amplificando los efectos de la sesión de entrenamiento<sup>46</sup>.

Antes de analizar las necesidades propias en esta población, debemos de informar de una adaptación del ejercicio beneficiosa sobre el metabolismo pro-

<sup>39</sup> Palacio ME. y Sabin P. *Hidratación y rendimiento físico. Bebidas especiales*. Unidad didáctica 3 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011

<sup>40</sup> Wagenmakers AJM, Beckers EJ, Brouns F, Kuipers H, Soeters PB, Van der Vusse GJ, Saris WHM. Carbohydrate supplementation, glycogen depletion, and amino acid metabolism during exercise. *Am J Physiol*, 1991; 260: 883-890.

<sup>41</sup> Escanero JF, Villanueva J, Guerra M, Córdova A. Necesidades proteicas en el deportista. *Arch Med Dep*, 1991; 30: 119-126.

<sup>42</sup> Duellman MC, Lukaszuk JM, Prawitz AD, Brandenburg JP. Protein supplement users among high school athletes have misconceptions about effectiveness. *J Strength Cond Res*, 2008; 22 (4): 1124-1129

<sup>43</sup> Heinneman L. y Zerbes H. Physical activity, fitness, and diet: Behavior in the population compared with elite athletes in the GDR. *Am J Clin Nutr*, 1989; 49: 1007-1016.

<sup>44</sup> Barbany JR. *Alimentación para el deporte y la salud*. Martínez Roca, Barcelona; 2002.

<sup>45</sup> Delgado M, Gutiérrez A, Castillo MJ. *Entrenamiento físico deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta*. Paidotribo, Barcelona; 1997.

<sup>46</sup> Calbet JA. Suplementación proteica y entrenamiento de la fuerza. *Boletín Inf Rend Dep*, 2012 (1): 22-23



teico, según la cual el metabolismo proteico de los deportistas puede llegar a ser más eficiente como respuesta al entrenamiento<sup>47</sup>. Dicho mecanismo se basaría en que la actividad contráctil del músculo mejora la respuesta anabólica, por lo que el entrenamiento habitual haría que los deportistas sean más eficientes en el uso de la proteína de la dieta. De este modo, este colectivo no necesitaría comer mayores cantidades para evitar las pérdidas.

Esto explica que en una revisión acerca de la temática<sup>48</sup> se llegue a la conclusión de que en la nutrición deportiva no se debe de promover la necesidad de ingerir suplementos proteicos ni someterse a dietas hiperproteicas.

No obstante, el American College of Sports Medicine<sup>49</sup> recomienda ingestas superiores a las RDA para mantener un óptimo rendimiento físico. Además, a la hora de dar las recomendaciones, realiza distinción entre deportistas de fuerza y deportistas de resistencia:

- Deportistas de fuerza: 1,2-1,7 g/kg/d, siendo mayor o menor la ingesta en base a que el objetivo sea ganar o mantener la masa muscular. Normalmente, el objetivo de los deportistas de fuerza es aumentar la masa muscular, aunque, en algunos casos, la cantidad de masa muscular viene determinada por un somatotipo ideal o de referencia o por una categoría de peso, por lo que, el objetivo del deportista debe ser el de mejorar la fuerza, pero sin que se produzca ni aumento ni descenso de la masa muscular.
- Una revisión llevada a cabo por Nissen y Sharp<sup>50</sup> evidencia que la ingesta de proteínas superior a la propuesta por el ACSM no tiene efecto positivo sobre la masa muscular ni sobre la fuerza muscular. Sin embargo, si habría que tener en cuenta que, si el objetivo es buscar un aumento de la masa muscular, además de asegurar una ingesta adecuada de proteínas, hay que buscar un balance energético positivo (200 kcal/d, aproximadamente)<sup>51</sup>.
- Deportistas de resistencia: 1,2-1,4 g/kg/d. De este modo, estos deportistas podrían aumentar la síntesis de enzimas oxidativas y mitocondriales<sup>52</sup>.

<sup>47</sup> Rennie M. Control of muscle protein synthesis as a result of contractile activity and amino acid availability: Implications for protein requirements. *International J Sport Nutr Exer Metab*, 2011; 11: 170-176.

<sup>48</sup> Tipton KD. y Wolfe RR. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci*, 2004; 22: 65-79

<sup>49</sup> American College of Sport Medicine. Joint position statement: nutrition and athletic performance. American College of Sport Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32: 2130-2145.

<sup>50</sup> Nissen SL. y Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: A metaanalysis. *J Appl Physiol*, 2003; 94: 651-659.

<sup>51</sup> Williams MH. *Nutrición: para la salud, la condición física y el Deporte*. Paidotribo, Barcelona; 2006

<sup>52</sup> Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, Lopez H, Antonio J. International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007, 4 (8): 1-7



## 5. CONCLUSIONES

Estas recomendaciones, deben de estar sujetas a la ingesta calórica del individuo y, sobre todo a su ingesta de hidratos de carbono, ya que, una cantidad inadecuada de hidratos de carbono podría hacer que estas recomendaciones se viesen aumentadas. Por ello, hemos de considerar estas cantidades como las adecuadas siempre que el deportista consuma una dieta isocalórica. No obstante un aspecto que siempre debemos de tener en cuenta es que debemos considerar el momento de la ingesta, ya que, influirá en aspectos como la recuperación, sistema inmune, crecimiento y mantenimiento de la masa magra<sup>53</sup>. En este sentido, hay que recordar que esta ingesta no se debe prolongar mucho en el tiempo, ya que, se sabe que la ingesta temprana, después de una hora, tiene mayores beneficios sobre el balance proteico neto después de una prueba de ciclismo de resistencia al ingerir proteínas conjuntamente con hidratos de carbono, que cuando se consume pasadas tres horas<sup>54</sup>.

Del mismo modo, indicar que en casos en los que a parte de desarrollar la resistencia fuese preciso incrementar la masa muscular, se deberá consumir proteínas juntamente con hidratos de carbono, puesto que esto producirá un aumento en el balance neto proteico en comparación con una fuente de origen únicamente proteico<sup>55</sup>. Esto se explicaría porque la ingesta de los carbohidratos estimularía la secreción de insulina, al tiempo que disminuye el aumento normal de la degradación de proteínas musculares<sup>56</sup>.

Además, una ingesta de proteínas junto a hidratos de carbono, hará que aparte, se optimice la regeneración de glucógeno muscular<sup>57 58</sup> que, es un factor beneficioso para sostener las altas cargas de entrenamiento diaria a la que se someten los deportistas de resistencia<sup>59</sup>.

<sup>53</sup> Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, Lopez H, Antonio J. International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007, 4 (8): 1-7.

<sup>54</sup> Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Marón DJ, Borei MJ, Flakoll PJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol*, 2001; 280: 982-993.

<sup>55</sup> Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, Wolfe RR. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Med Sc Sports Med*, 2003, 35: 449-455.

<sup>56</sup> Biolo G, Tipton KD, Klein S, Wolfe RR. Insulin action on muscle protein kinetics and amino acid transport during recovery after resistance exercise. *Diabetes*, 1999; 48: 949-957.

<sup>57</sup> Ivi JL, Goforth HW, Damno BD, McCauley TR, Parsons EG, Price TB. Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol*, 2002; 93: 1337-1344.

<sup>58</sup> Van Loon LJC, Saris WHM, Kruijshoop M, Wagenmakers AJM. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: Carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*, 2000; 72: 106-111.

<sup>59</sup> Mora, R. Métodos y medios de recuperación de los substratos de energía. En: Terrados N, Mora R, Padilla S. *La Recuperación de la Fatiga del Deportista*. Gymnos, Madrid; 2004. Pp. 27-108.



Sin embargo, es importante resaltar que no está justificado el uso de suplementos proteicos, a no ser que no tengamos alimentos comunes a mano, ya que, éstos últimos son igual de efectivos, de acuerdo con la IAAF<sup>60</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. Joint position statement: nutrition and athletic performance. American College of Sport Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med Sci Sports Exerc*, 2000; 32: 2130-2145.
- APARICIO, V.A, NEBOT, E, HEREDIA, J.M., y ARANDA P. Efectos metabólicos, renales y óseos de las dietas hiperproteicas. Papel regulador del ejercicio. *Rev And Med Dep*, 2010; 3 (4): 153-158.
- BADIA, M.B. y LEIVA, E. *Bases fisiológicas y bioquímicas de la nutrición*. Unidad didáctica 1 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011.
- BARBANY, J.R. *Alimentación para el deporte y la salud*. Martínez Roca, Barcelona; 2002.
- BIOLO, G., MAGGI, S.P., WILLIAMS, B.D., TIPTON, K.D. y WOLFE, R.R. Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport after resistance exercise in humans. *J Physiol Endocr Metab*, 1995; 268 (3): 514-520.
- BIOLO, G., TIPTON, K.D., KLEIN, S. y WOLFE, R.R. Insulin action on muscle protein kinetics and amino acid transport during recovery after resistance exercise. *Diabetes*, 1999; 48: 949-957.
- BLESA, J., MICÓ, L. y SORIANO, J.M. *Evaluación nutricional deportiva: necesidades energéticas y nutricionales en el deporte*. Unidad didáctica 4 del Máster de Cineantropometría y Nutrición Deportiva. Fundació Universitat Empresa: Universitat de Valencia, Valencia; 2012.
- BURKE, L.M., y MAUGHAM, R. Comisión Médica y Antidopaje de la IAAF. *Nutrición en el Atletismo. Guía práctica de la alimentación y la hidratación para la salud y el buen rendimiento en el atletismo*. 2007; IAAF.
- CALBET, J.A. Suplementación proteica y entrenamiento de la fuerza. *Boletín Inf Rend Dep*, 2012 (1): 22-23.
- CAMPBELL, B., KREIDER, R.B., y ZIEGENFUSS, T. La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, Lopez H, Antonio J. International Society of Sports Nutrition position stand: Protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007, 4 (8): 1-7.

<sup>60</sup> Burke LM, Maugham R. Comisión Médica y Antidopaje de la IAAF. *Nutrición en el Atletismo. Guía práctica de la alimentación y la hidratación para la salud y el buen rendimiento en el atletismo*. 2007; IAAF.



- DELGADO, M. y FERICHE, B. Concepto de fatiga. En: Feriche B. y Delgado M. *La Preparación Biológica en la formación integral del deportista*. Paidotribo, Barcelona; 2003. Pp. 37-54.
- DELGADO, M, GUTIÉRREZ, A y CASTILLO, M.J. *Entrenamiento físico deportivo y alimentación. De la infancia a la edad adulta*. Paidotribo, Barcelona; 1997.
- DEUELLMAN, M.C., LUKASZUK, J. M., & PRAWITZ, A.D. Brandenburg JP. Protein supplement users among high school athletes have misconceptions about effectiveness. *J Strength Cond Res*, 2008; 22 (4): 1124-1129.
- ESCANERO, J.F., VILLANUEVA, J., GUERRA, M., CÓRDOVA, A. Necesidades proteicas en el deportista. *Arch Med Dep*, 1991; 30: 119-126.
- FERICHE, B. Diagnóstico de la fatiga. En: Feriche, B. y Delgado, M. *La preparación biológica en la formación integral del deportista*. Paidotribo, Barcelona; 2003. Pp. 55-70.
- FERNÁNDEZ, A. Sistemas energéticos en el ejercicio. En: Chicharro, J. y Fernández, A. *Fisiología del Ejercicio*. Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2008. pp. 183-221.
- GARRIDO, G. Las proteínas en la nutrición deportiva En: González J. y Villa J. *Nutrición y ayudas ergogénicas en el deporte*. Síntesis, Madrid; 2001. Pp. 109-136.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. y RIBAS, J. *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. INDE, Barcelona; 2002.
- GONZÁLEZ, J., SÁNCHEZ, P., y MATAIX J. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. Fundación Universitaria Iberoamericana; 2006.
- GONZÁLEZ, M. Implicaciones nutricionales en el ejercicio. En: Chicharro, J. y Fernández, A. *Fisiología del Ejercicio*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2008. Pp. 347-379.
- GUERRA, E. *Bases fisiológicas y nutricionales en la actividad física y el deporte*. M28.56.1.3. del Máster Oficial en Nutrición Humana. UGR, Granada; 2011.
- HEINNEMAN, L. y ZERBES, H. Physical activity, fitness, and diet: Behavior in the population compared with elite athletes in the GDR. *Am J Clin Nutr*, 1989; 49: 1007-1016.
- HERNÁNDEZ, R. Necesidades proteicas en individuos físicamente activos. *Rev de C Ejerc Salud*, 2003; 3 (1): 63-76
- IVI, J.L., GOFORTH, H.W., DAMNO, B.D., MCCAULEY, T.R., y PARSONS, E.G., Price TB. Early post-exercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol*, 2002; 93: 1337-1344.
- LAIDLAW, S.A. y KOPPLE, J.D. Newer concepts of the indispensable amino acids. *Am J Clin Nutr*, 1987; 4: 593-605.
- LEMON, P.W.R. Protein requirements and muscle mass/strength changes during



- intensive training in novice bodybuilders. *J Appl Physiol*, 1992; 73: 767-775.
- LEMON, P.W.R. Protein and exercise: update 1987. *Med Sci Sports Med*, 1987; 19: 179-190.
- LEMON, P.W.R., DOLNY, D.G., y YARASHESKI, K.E. Moderate physical activity can increase dietary protein needs. *Can J Appl Physiol*, 1997; 22 (5): 494-503.
- LEVENHAGEN, D.K., GRESHAM, J.D., CARLSON, M.G., MARÓN, D.J., BOREI, M.J., FLAKOLL, P.J. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol*, 2001; 280: 982-993.
- LOZANO, F. La planificación de la temporada 2001-2002 de Chema Martínez. La importancia del entrenamiento de fuerza. Bravo, J. *Cuadernos de atletismo n° 50*, Congreso Internacional de Tenerife. Real Federación Española de Atletismo, Madrid; 2002.
- Manual de dietética de la Clínica Mayo *Nutrición normal*. Médici, Barcelona; 1987.
- MERÍ, A. Metabolismo y Nutrición. En: Merí A. *Fundamentos de Fisiología de la Actividad Física y el Deporte*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires; 2005. Pp. 79-102.
- MILLER, S.L., TIPTON, K.D., CHINKES, D.L., WOLF, S.E., WOLFE, R.R. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Med Sc Sports Med*, 2003, 35: 449-455.
- MORA, R. Métodos y medios de recuperación de los substratos de energía. En: Terrados N, Mora R, Padilla S. *La Recuperación de la Fatiga del Deportista*. Gymnos, Madrid; 2004. Pp. 27-108.
- NISSEN SL. y SHARP RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: A metaanalysis. *J Appl Physiol*, 2003; 94: 651-659.
- PALACIOS, N., FRANCO, L., MANONELLES, P., MANUZ, B., y VILLA, JA. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas de reposición de líquidos. Documento de consenso de la Federación Española de Medicina del Deporte. *Arch Med Dep*, 2008; 126: 245-258.
- PALACIO, M. E. y SABIN P. *Hidratación y rendimiento físico. Bebidas especiales*. Unidad didáctica 3 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011.
- PASCUA, M. El entrenamiento de los corredores y corredoras de medio fondo de alto nivel. En Bravo, J. *Cuadernos de atletismo n° 45*, IV Jornadas E.N.E., noviembre 5 – 7. Real Federación Española de Atletismo, Madrid; 1999.
- PÉREZ-GUISADO, J. Rendimiento deportivo: glucógeno muscular y consume proteico. *Apunts*, 2008; 159: 142-152.
- POORTSMANS, J. *Principles of Exercise Biochemistry*. Karger, Basel; 1993.
- REEDS, P. y HUTCHENS, T. Protein requirements: From nitrogen balance to



- functional impact. *J Nutr*, 1994; 124: 1754-1764.
- RENNIE, M. Control of muscle protein synthesis as a result of contractile activity and amino acid availability: Implications for protein requirements. *International J Sport Nutr Exer Metab*, 2011; 11: 170-176.
- RENNIE, M. y TIPTON, K. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Ann Rev Nutr*, 2000; 20: 457-483.
- SEGURA, R. *La dieta del deportista. Recomendaciones dietéticas*. Unidad didáctica 4 del Diploma de Extensión Universitaria en Nutrición y Deporte. IL3: Universitat de Barcelona, Barcelona; 2011
- VIRU, A. y BOSCO, C. Control bioquímico del entrenamiento. En Boso C. *La fuerza muscular: aspectos metodológicos*. INDE, Barcelona; 2000. Pp. 299-360.
- SUÁREZ, M.M., KIZLANSKY, A., y LÓPEZ, L.B. Evaluación de la calidad de la proteína en los alimentos calculando el escore de aminoácidos corregidos por digestibilidad. *Nutr Hosp*, 2006; 21 (1): 47-51.
- TIPTON, K.D. y WOLFE, R.R. Protein and amino acids for athletes. *J Sports Sci*, 2004; 22: 65-79.
- URDAMPILLETA, A., VICENTE-SALAR, N., y MARTÍNEZ, J.M. Necesidades proteicas de los deportistas y pautas dietético-nutricionales para la ganancia de la masa muscular. *Rev Esp Nutr Hum diet*, 2012; 16 (1): 25-35.
- VAN LOON, L.J.C, SARIS, W.H.M., KRUIJSHOOP, M., y WAGENMARKERS, A.J.M. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: Carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*, 2000; 72: 106-111.
- VIRU, A. y SELI, N. 3-metilhistidine excretion in training for improved power and strength. *Sports Med Training Rehab*, 1992, 3: 183-193.
- PIVORNIK, J.M., HICKSON, J.F. y WOLINSKY, I. Urinary 3-metilhistidine excretion with repeated weight training exercise. *Med Sci Sports Med*, 1989; 21: 283-287.
- WAGENMAKERS AJM, BECKERS EJ, BROUNS F, KUIPERS H, SOETERS PB, VAN DER VUSSE, G.J., SARIS, W.H.M. Carbohydrate supplementation, glycogen depletion, and amino acid metabolism during exercise. *Am J Physiol*, 1991; 260: 883-890.
- WILLIAMS, M.H. *Nutrición: para la salud, la condición física y el Deporte*. Paidotribo, Barcelona; 2006.