

CRONO-NUTRICIÓN Y DEPORTE DE ALTO NIVEL

Dr. Joaquín Figueroa Alchapar (1)
Dr. Fernando Naclerio Ayllón (2)

(1) Profesor de Fisiología del Ejercicio & Evaluación del Rendimiento Físico-Deportivo (UAX)
Presidente de la Sociedad Española de Nutrición Deportiva & Entrenamiento (SENUDE)

(2) Profesor de Teoría del Entrenamiento Deportivo (UEM)
Vicepresidente de la Sociedad Española de Nutrición Deportiva & Entrenamiento (SENUDE)

INTRODUCCIÓN

En los últimos tiempos ha cobrado especial importancia el momento específico de la ingesta calórica y el aporte de macronutrientes en relación con el aumento del rendimiento deportivo y las adaptaciones fisiológicas secundarias a la aplicación de elevadas cargas de entrenamiento en deportistas de alto nivel. Son muchos los estudios científicos que demuestran como la temporalidad de la ingesta (pre, intra o post-esfuerzo) de ciertos nutrientes, aislados o en combinación, contribuye a la mejora de los fenómenos de reparación tisular y al aumento de la síntesis proteica en comparación con las pautas nutricionales tradicionales. El concepto clásico de crono-nutrición se atribuye al nutricionista francés Alain Delabos (1986) quien postuló la existencia de un momento ideal para la ingestión, digestión y asimilación de los distintos macronutrientes de la dieta (hidratos de carbono, proteínas y grasas) atendiendo a la fluctuación de los ritmos biológicos de las secreciones enzimáticas y hormonales que se suceden a lo largo del ciclo de 24 horas (ritmo circadiano). Así pues, extrapolando este concepto a la nutrición del deportista de alto nivel, es posible influir positivamente en las adaptaciones metabólicas producidas en respuesta a las cargas de entrenamiento y/o competición si planificamos metódicamente la ingestión de alimentos completos o concentrados de macronutrientes en la cantidad y momento adecuados en relación con el esfuerzo deportivo. Este planteamiento permite optimizar los fenómenos de recuperación, reparación tisular y síntesis proteica que se suceden tras la realización de entrenamientos intensos propios del alto rendimiento.

NUTRICIÓN PRE-ESFUERZO

El principal macronutriente a incluir en la nutrición previa al esfuerzo deportivo es el hidrato de carbono (HC), con la intención de optimizar los depósitos de glucógeno y mantener los niveles de glucemia; no obstante la adición de PROT, aminoácidos (AA) y/o creatina (Cr) contribuye a reforzar las adaptaciones producidas por el entrenamiento así como a la aceleración de los fenómenos de reparación muscular.

HIDRATOS DE CARBONO PRE-ESFUERZO

Los depósitos de glucógeno corporales son limitados y dependen directamente del estado nutricional previo, de la intensidad del entrenamiento y del nivel del deportista. El depósito de glucógeno hepático contiene aproximadamente entre 150 – 200 gr y el depósito muscular entre 300 – 400 gr. La duración del esfuerzo que permite la energía proporcionada por estos depósitos fluctúa entre 1,5 – 3 h para ejercicios de intensidad media-alta practicados por encima del primer umbral (aeróbico) y próximos al segundo umbral (anaeróbico); es decir, aproximadamente entre el 65 – 85% del VO₂max. Paralelamente al vaciamiento de los depósitos de glucógeno disminuye la capacidad de trabajo así como la intensidad de ejercicio que el deportista puede desarrollar, observándose además un aumento del catabolismo proteico muscular e inmunodepresión asociada. Esto último contribuye a su vez, junto a otras variables nutricionales, a una mayor incidencia de infecciones respiratorias de la vía aérea superior contraídas en el post-esfuerzo inmediato.

Para el mantenimiento de los depósitos de glucógeno muscular es necesario seguir una dieta con un contenido de HC entre 50 – 65%. En el caso concreto de los deportes de resistencia se puede incrementar el aporte de HC hasta el 70% los durante los 5 – 7 días previos a la competición para acentuar el llenado y mantener la glucemia intra-esfuerzo. La completa repleción de glucógeno se consigue en 1 – 3 días, a lo cual contribuye la disminución de la actividad física durante este tiempo. La ingestión entre 7 – 10 gr de HC/kg/día (600 – 1000 gr aprox.) durante el proceso garantiza el completo llenado de los depósitos en un período de 24 horas.

La presencia de otros nutrientes como proteínas o grasas, si bien pueden estimular la síntesis proteica y contribuir al aporte calórico respectivamente, no potencian la recuperación de los niveles de glucógeno si el aporte de HC es inferior a 7 gr/kg/día. Si por el contrario la cantidad de HC suministrados es inferior, entonces la presencia de proteínas contribuye a mejorar la carga global de los depósitos de glucógeno. De acuerdo con esto, en los deportes de equipo o en aquellos en los que predominan las acciones de fuerza-velocidad frente a la resistencia, un aporte entre 5 – 7 gr/kg/día es adecuado, mientras que para deportes de resistencia y en personas menos entrenadas se necesitan entre 7 – 10 gr/kg/día, pudiendo llegar hasta los 10 – 12 gr/kg/día en deportistas muy entrenados cuando estos se someten a cargas de trabajo físico extremo como por ejemplo en el ciclismo de carretera.

PROTEÍNAS Y AMINOÁCIDOS PRE-ESFUERZO:

El consumo de PROT o aminoácidos esenciales (AAE) en la comida pre-entrenamiento aumenta la síntesis proteica muscular, si bien la toma conjunta de HC + PROT produce un aumento aún más significativo, así como mayores ganancias de fuerza y mejoras en la composición corporal comparado con la ingesta aislada de HC, PROT o AA.

El contenido óptimo de HC y PROT a ingerir en la comida pre-entrenamiento depende del tipo de deporte, de la duración del



mismo así como del nivel del deportista. En general, se recomienda ingerir 1 – 2 gr de HC/kg y 0.15 – 0.25 gr PROT/kg entre 3 – 4 h antes del entrenamiento y/o competición. La ingestión de PROT pre-esfuerzo produce un efecto neto mayor sobre la síntesis proteica gracias al incremento de los niveles plasmáticos de aminoácidos esenciales (AAE) que contribuyen a la síntesis proteica durante el ejercicio como consecuencia del aumento del flujo sanguíneo muscular. No se observan diferencias significativas en función de que el consumo de PROT se realice antes o después del ejercicio. Las dosis de AAE pre-entrenamiento, que han demostrado tener un efecto relevante en la síntesis proteica muscular fluctúan, según distintos investigadores, entre 6 – 40 gr y su efecto se ve claramente amplificado por la incorporación de HC.

En deportes de fuerza, el consumo de un suplemento o bebida deportiva con HC (6 a 8%) y PROT antes del ejercicio optimiza el rendimiento de fuerza y mejora los efectos de este tipo de entrenamiento para incrementar la masa magra libre de grasa como consecuencia del aumento de IGF-1 plasmática, cadenas pesadas de miosina, proteínas miofibrilares y sección transversal de las fibras musculares tipo II. Cuando el aporte se realiza inmediatamente antes y después se observa además un mayor aumento de los niveles de glucógeno y creatina (Cr) musculares. La toma conjunta de HC o PROT antes de un entrenamiento de musculación consigue estimular al máximo la síntesis proteica al finalizar la sesión. Si el aporte incluye HC + PROT + LIP, se crea un entorno hormonal anabólico favorable con aumento significativo de los niveles de hormona del crecimiento (GH) y de testosterona (TESTO) durante y después de la sesión de entrenamiento. Marcadores de daño muscular, como el aumento de los niveles de la enzima creatin-quinasa (CK) o la disminución de la producción de fuerza máxima, no se ven modificados de forma diferente por la ingesta combinada de HC + PROT inmediatamente antes o después del entrenamiento, si bien estos disminuyen en ambos casos en un 80% aprox. lo que demuestra la eficacia de las mezclas de HC + PROT en la prevención de los daños musculares asociados a períodos de entrenamiento intenso y prolongado.

NUTRICIÓN INTRA-ESFUERZO

La mayoría de las investigaciones sobre nutrición intra-esfuerzo se centran en deportes de resistencia y en menor medida en deportes de fuerza.

GLUCOSA O MEZCLAS DE HIDRATOS DE CARBONO INTRA-ESFUERZO:

La disponibilidad de glucosa durante el ejercicio así como los niveles de glucógeno son los mayores determinantes del rendimiento en deportes de resistencia, siendo el aporte de HC tanto más importante cuanto más depleccionados estén los depósitos de glucógeno al comienzo del ejercicio.

Cuando la duración del ejercicio supera los 60 min el aporte de HC es importante para mantener la glucemia y preservar los depósitos de glucógeno. Este aporte debe proporcionar entre 30 – 60 gr/HC/h los cuales se obtienen fácilmente bebiendo entre 1 – 2 litros de una solución de HC concentrada al 6-8% a razón de 200 – 250 mL / 10-15 min.

La mezcla de diferentes tipos de HC aumenta el pico de oxidación del glucógeno muscular de 1 gr HC/min (60 gr/h aproximadamente) hasta 1.2 – 1.75 gr HC/min. La mayor disponibilidad de HC y el aumento de su oxidación resultan en un mejor mantenimiento de la glucemia y menor depleción de los depósitos de glucógeno hepático y muscular. Generalmente estas mezclas se comercializan en forma de bebidas deportivas que contienen glucosa, sucrosa, fructosa y maltodextrinas en diferentes proporciones, si bien no se recomiendan preparados con elevada cantidad de fructosa debido a los posibles efectos secundarios gastro-intestinales asociados a su ingesta en relación con la práctica deportiva.

El consumo de HC durante el entrenamiento de musculación contribuye al ahorro de los depósitos de glucógeno, mitiga los daños musculares, y favorece la respuesta anabólica. Los depósitos de glucógeno se depleccionan aproximadamente un 50% menos cuando se consumen HC antes y durante la sesión de musculación lo que contribuye a aumentar los beneficios derivados del entrenamiento.

HIDRATOS DE CARBONO Y PROTEÍNAS O AMINOÁCIDOS INTRA-ESFUERZO:

El consumo de HC + PROT durante el ejercicio en proporción 3:1 ó 4:1 (HC:PROT) aumenta el rendimiento en deportes de resistencia practicados tanto de forma ocasional (aguda) como regular (crónica) al aumentar los depósitos de glucógeno muscular y atenuar los daños musculares, facilitando así mayores adaptaciones al entrenamiento. Cuando se ingiere una solución mixta de HC + PROT durante el entrenamiento comparada con la ingesta aislada de HC, se observa un aumento significativo de los niveles plasmáticos de insulina y un descenso de los niveles de cortisol, lo que contribuye a la atenuación del catabolismo proteico y al fomento de la hipertrofia muscular durante períodos de entrenamiento prolongados. La mezcla de HC + PROT no afecta al rendimiento pero contribuye a mantener disminuidos los marcadores de daño muscular (ej. CK, mioglobina) aún varias horas después de haber terminado un entrenamiento de musculación. La suplementación con HC + PROT durante el entrenamiento de musculación amplifica el anabolismo muscular y atenúa el catabolismo comparado con HC solo o placebo, contribuyendo a conseguir mayor llenado de los depósitos de glucógeno y aumento de la sección transversal de las fibras musculares. Estos efectos pueden lograrse consumiendo una bebida que contenga 30 gr de HC y 7.5 gr de PROT por litro de fluido, lo que se traduce en una concentración de nutrientes del 6.5% de HC y 1.5% de PROT.



NUTRICIÓN POST-ESFUERZO

El interés fundamental del aporte de nutrientes post-ejercicio está orientado a la reposición de los depósitos de glucógeno y al incremento de la síntesis proteica.

HIDRATOS DE CARBONO POST-ESFUERZO:

Durante los primeros 30 min post-ejercicio el transporte muscular de glucosa es muy sensible al efecto de la insulina por lo cual el aporte de 1.5 gr de HC/kg en este período produce una mayor resíntesis de glucógeno que en caso de retrasar dicho aporte 2 h. Tanto las formulaciones de HC solidas como líquidas producen una resíntesis de glucógeno similar; no obstante, las diferentes formulaciones de HC tienen efectos diferentes sobre la secreción insulínica, de tal forma, que con fructosa se observa una menor resíntesis con respecto a otras formas de HC. El retraso en 2 h en la reposición de HC post-esfuerzo reduce la resíntesis en un 50% aprox. Un deportista depleccionado de glucógeno repone adecuadamente sus depósitos post-entrenamiento con la ingesta de una ración de 0.6 – 1.0 gr HC/kg/h durante los primeros 30 minutos y repitiendo esta a intervalos de 2 h durante un período de 4 – 6 h. La máxima síntesis de glucógeno hepático y muscular se consigue consumiendo pequeñas cantidades de HC durante las 4 – 6 h posteriores al esfuerzo a razón de 1.2 gr HC/kg/h a intervalos de 15 – 30 minutos. Los depósitos de glucógeno se restauran por completo en 24 h con la ingestión de 8 gr HC/kg/día, siempre y cuando el vaciado no sea muy intenso. Los deportistas que siguen entrenamientos intensos durante varios días consecutivos se benefician de la ingesta de 9 gr HC/día.

HIDRATOS DE CARBONO, PROTEÍNAS, AMINOÁCIDOS Y CREATINA POST-ESFUERZO:

La combinación de suplementos de HC + PROT post-ejercicio acelera la recuperación de los depósitos de glucógeno y atenúa los daños musculares. La mezcla de HC + PROT + LIP es aún más efectiva porque provoca una respuesta más intensa de la secreción insulínica. La suplementación con AAE post-ejercicio, especialmente aminoácidos ramificados (BCAA's), optimiza la resíntesis de glucógeno y proteínas post-esfuerzo. En general la mayoría de los estudios proponen la toma de 1 – 1.5 gr HC/kg/día en los primeros 30 minutos post-ejercicio para fomentar la recuperación de los depósitos de glucógeno hecho que se ve amplificado por la adición de PROT que proporcionan beneficios adicionales. El consumo regular de concentrados de HC + PROT post-entrenamiento da lugar a mayores ganancias de fuerza y mejoras en la masa magra y en la reducción del porcentaje de grasa corporal durante el seguimiento de programas de musculación. Durante los programas de entrenamiento muscular a largo plazo, el consumo de diferentes mezclas de HC + PROT, estimulan el aumento de fuerza y producen mejoras en la composición corporal comparado con la ingesta de HC solos o placebo. La incorporación de 0.1 gr/Cr/kg/día al concentrado de HC + PROT induce aún mayores adaptaciones en cuanto al aumento de fuerza y composición corporal se refiere en relación con los entrenamientos.

Las diferentes formulaciones de PROT (ej. caseína, suero lácteo), siguen una cinética digestiva diferente y en consecuencia proporcionan diferentes beneficios en las adaptaciones al entrenamiento. La proteína de suero lácteo (whey) se digiere más rápidamente que la caseína y tiene un mayor impacto sobre la síntesis proteica que sobre el catabolismo sufrido. La caseína se digiere más lentamente e influye en menor medida en la síntesis proteica pero tiene, por el contrario, un importante efecto anticatabólico. En general, la caseína produce mayores beneficios en el balance proteico comparada con la proteína de whey, aunque cuando esta última se ingiere en pequeñas dosis fraccionadas a intervalos de 15 – 20 minutos, tras el esfuerzo, se observan efectos similares e incluso ligeramente superiores con respecto a la ingesta de una dosis única equivalente de caseína.

La ingestión de AAE en la 3 hs post-entrenamiento estimula intensamente la síntesis proteica muscular. La adición de HC potencia aún más este fenómeno si bien esto es aún más evidente cuando la toma se realiza antes en vez de después del entrenamiento. La ingestión de 6 – 20 gr de AAE y 30 – 40 gr de HC de alto índice glucémico (IG) inmediatamente post-esfuerzo o bien durante las tres horas siguientes, estimula significativamente la síntesis de proteínas. El aporte de AAE post-entrenamiento de musculación estimula la síntesis proteica con mínimos cambios en el catabolismo proteico lo que se traduce en un balance proteico positivo. No se conoce con certeza el momento óptimo para la suplementación con AAE, observándose beneficios similares en deportistas que toman este complemento inmediatamente después o en algún momento a lo largo de las tres primeras horas post-esfuerzo. Asimismo, la dosis optima de HC y AAE necesarios para optimizar el balance proteico no se conoce con exactitud pero una aproximación adecuada sería el consumo de una mezcla de HC + PROT en proporción 3:1 o 4:1 en los primeros 30 minutos post-ejercicio que contenga de 1.2 a 1.5 gr/kg de HC simples (ej. glucosa) junto a 0.3 – 0.5 g/kg de una PROT de calidad rica que aporte entre 50 – 100 mg/kg de AAE.

CONCLUSIONES PRÁCTICAS

Los alimentos a ingerir en la horas previas a un esfuerzo físico deben contener una combinación adecuada de HC, PROT y LIP a fin de asegurar el óptimo llenado de los depósitos de glucógeno hepático y muscular, garantizar la reparación tisular secundaria a los daños de esfuerzos precedentes y favorecer la adecuada realización y recuperación de los esfuerzos que sigan a continuación.

Dependiendo de la especialidad deportiva y del nivel de rendimiento se aconseja mantener aportes de HC entre 7 – 10 gr/kg/día e incluso hasta 12 gr en deportistas de resistencia muy entrenados, realizando la ultima ingesta de nutrientes entre 3 – 4 horas antes del esfuerzo y manteniendo una relación de 1 – 2 gr HC: 0.25 PROT.



En deportes de fuerza, el consumo de una bebida pre-esfuerzo que aporte una mezcla de HC + PROT, puede contribuir a mejorar los efectos del entrenamiento en cuanto a las ganancias de fuerza y masa muscular se refiere.

El consumo de una bebida deportiva intra-esfuerzo que aporte HC y PROT en relación 4:1 y osmolaridad 7.5% contribuye a mantener la glucemia, atenuar el catabolismo proteico y mejorar los efectos del entrenamiento.

La toma de HC + PROT en el post-esfuerzo inmediato (30 primeros minutos), en proporción 3:1 ó 4:1, estimula al máximo la recuperación de los depósitos de glucógeno y la síntesis proteica, consiguiendo así optimizar al máximo las adaptaciones al entrenamiento. Esto se acentúa aún más incorporando una dosis de 0.1 gr/Cr/kg.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antonio J et al (2009). Essentials of Sports Nutrition and Supplements. Humana Press (2008).
- Burke L & Deakin V. Clinical Sports Nutrition (3ª ed). McGraw-Hill Book Company Australia (2006).
- Burke L. Practical Sports Nutrition. Human Kinetics (2007)
- Fink HH, Burgoon L & Mikesky A. Practical Applications In Sports Nutrition (2ª ed.) Jones & Bartlet Publishers (2008).
- Ivy J & Portman R. Nutrient Timing: The Future of Sports Nutrition. Basic Health Publications (2004).
- Ivy J, Portman R & Scott D. The Performance Zone: Your Nutrition Action Plan for Greater Endurance & Sports Performance (Teen Health Series). Basic Health Publications (2004).
- Jackson CGR. Nutrition and the Strength Athlete (Nutrition in Exercise and Sport). CRC (2000).
- Jeukendrup A & Gleeson M. Sport Nutrition: An Introduction to Energy Production and Performance. Human Kinetic (2004).
- Manore M, Meyer N & Thompson J. Sport Nutrition for Health and Performance (2ª ed.). Human Kinetics (2009).
- Maughan RJ & Burke LM. Sport Nutrition: Olympic Handbook of Sport Medicine. Blackwell Science (2002).
- Maughan RJ. Food, Nutrition and Sports Performance II: The International Olympic Committee Consensus on Sports Nutrition. Routledge (2004).
- McArdle W, Katch FI & Katch WL. Sports and Exercise Nutrition (3ª ed). Lippincott Williams & Wilkins (2008).
- Wolinsky I & Driskell JA. Sports Nutrition: Energy Metabolism and Exercise (2ª ed). CRC (2007).

