

Traducción: Nutrition and Athletic Performance



Nutrition and Athletic Performance

Position of Dietitians of
Canada, the Academy
of Nutrition and Dietetics
and the American College
of Sports Medicine

February 2016



Copyright © 2016 by Dietitians of Canada, the Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine. All rights reserved. Permission to reprint in its entirety. For noncommercial use only.

Concurrent publication of this (joint position paper):

- DC website www.dietitians.ca/position

- Canadian Journal of Dietetic Practice and Research

(abstract, position statement)

- Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics

- Medicine & Science in Sports and Exercise

Referencia original

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501-528.

CENTRO
PRONAF
programas de nutrición y actividad física

Agradecimientos:

Gracias al esfuerzo realizado por Eric y Adara. Nutricionistas en prácticas en Centro PRONAF. Por gastar vuestro tiempo en hacer llegar a mucha más gente el conocimiento sobre la nutrición deportiva.



www.centropronaf.com

Nutrición y Rendimiento Deportivo

Postura de los Dietistas de Canadá, de la Academia de Nutrición y Dietética y del Colegio Americano de Medicina Deportiva

RESUMEN

Los Dietistas de Canadá, de la Academia de Nutrición y Dietética y del Colegio Americano de Medicina Deportiva mantienen que el rendimiento en las actividades deportivas y su posterior recuperación, se mejora a partir de estrategias nutricionales bien elegidas. Estas organizaciones proporcionan pautas para conocer el tipo, la cantidad y el “timing” apropiado de ingesta de comida, líquidos y suplementos que se deben tomar para promover una salud y rendimiento óptimos a lo largo de los diferentes escenarios de entrenamiento y de los deportes competitivos. Este documento fue preparado por los miembros de Nutricionistas de Canadá (DC), la Academia de Nutrición y Dietética (Academy), el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), otras asociaciones profesionales, agencias gubernamentales, la industria y el público. Se resume la posición del DC, Academy y ACSM acerca de los factores nutricionales que han sido determinados por influyen en el rendimiento atlético y expone tendencias emergentes en el campo de la nutrición deportiva. Los atletas deberían consultar un dietista/nutricionista para obtener un plan de nutrición personalizado. En los Estados Unidos y Canadá, el “Certified Specialist in Sports Dietetics” (CSSD) (Certificado de especialista en nutrición deportiva) certifica a los nutricionistas/dietistas y un título de experto en nutrición deportiva.

DECLARACIÓN DE LA POSTURA

Los Dietistas de Canadá, de la Academia de Nutrición y Dietética y del Colegio Americano de Medicina Deportiva mantienen que el rendimiento en actividades deportivas y su posterior recuperación son mejorados a partir de estrategias nutricionales bien elegidas. Estas organizaciones proporcionan pautas para conocer el tipo, la cantidad y el “timing” apropiado de ingesta de comida, líquidos y suplementos que se deben tomar para promover una salud y rendimiento óptimos a lo largo de los diferentes escenarios de entrenamiento y de los deportes competitivos.

Este artículo describe las actuales recomendaciones sobre energía, nutrientes y fluidos que se pueden proporcionar a adultos activos y atletas competitivos. Estas recomendaciones generales

pueden ser modificadas por expertos para adecuarse a las condiciones específicas de cada deportista teniendo en cuenta su salud, necesidades nutricionales, objetivos, características físicas (por ejemplo: tamaño corporal, talla, desarrollo...), retos y preferencias en la alimentación.

Este documento incluye un análisis independiente de la literatura por parte de los autores además de una revisión sistemática usando el “Evidence Analysis Process” e información del **Evidence Analysis Library (EAL)** de la Academia de Nutrición y Dietética. La información basada en la evidencia y las guías de nutrición deportiva están también disponibles en **Practice-based Evidence in Nutrition (PEN)**, desarrollada por los Dietistas de Canadá.

El uso de un enfoque basado en la evidencia añadió beneficios a los primeros métodos de análisis. La gran ventaja del enfoque es la rigurosa estandarización del criterio de revisión, que minimiza la posibilidad de preferencias por parte de los revisores y aumenta la facilidad para comparar distintos artículos.

Se puede acceder a los detalles sobre los métodos usados en www.andevidencelibrary.com/eaprocess

Se asignó a las conclusiones de este artículo una nota/grado a través del trabajo de un grupo de expertos basándose en el análisis sistemático y en la evaluación de pruebas de investigación indiscutibles.

Grado I = Bueno; Grado II = Justo (razonable); Grado III = Limitado; Grado IV= Solo Opinión de Expertos; Grado V = No Asignable (no hay una evidencia que lo apoye)

La información basada en la evidencia para este y otros temas puede ser encontrada en:

PEN: www.pennutrition.com

EAL: www.andevidencelibrary.com.

La suscripción a PEN está disponible para comprarse internacionalmente para miembros y no miembros de Dietistas de Canadá en www.pennutrition.com/signup.aspx

La suscripción a EAL está disponible para comprarse para no miembros de la Academia en www.andevidencelibrary.com/store.cfm.

Este artículo describe las actuales recomendaciones sobre energía, nutrientes y fluidos que se pueden proporcionar a adultos activos y atletas competitivos. Estas recomendaciones generales pueden ser modificadas por expertos para adecuarse a las condiciones específicas de cada deportista teniendo en cuenta su salud, necesidades nutricionales, objetivos, características físicas (por ejemplo: tamaño corporal, talla, desarrollo...), retos y preferencias en la alimentación

ANÁLISIS BASADO EN EVIDENCIAS

Este documento fue desarrollado usando el Evidence Analysis Library (EAL) de la Academia de Nutrición y Dietética y describirá algunos de los temas clave relacionados con la nutrición y el rendimiento deportivo. EAL es una síntesis de la investigación nutricional relevante relacionada con preguntas prácticas sobre nutrición. El rango de publicación del análisis basado en la evidencia comprende entre marzo de 2006 – noviembre de 2014. Para más detalles sobre la revisión sistemática y metodología, se puede visitar www.andevidencelibrary.com. La figura 1 muestra el análisis de preguntas basadas en evidencia utilizadas en este documento.

NUEVA PRESPECTIVA EN NUTRICIÓN DEPORTIVA

En la última década se ha visto un aumento en el número y en los temas de publicaciones relacionadas con investigaciones nuevas y revisiones, además de consensos por parte de organizaciones deportivas, y oportunidades de capacitación y acreditación relacionados con la nutrición deportiva y dietética.

Esto da testimonio de la nutrición deportiva como un área dinámica de la ciencia y la práctica que continúa floreciendo en cuanto al ámbito del apoyo que ofrece a los atletas y la fuerza de la evidencia que sustenta sus directrices.

Figura 1: Preguntas de análisis incluidas en la Declaración de la Postura

Grados de Evidencia: Grado I: Bueno; Grado II: Justo; Grado III: Limitado; Grado IV: Solo Opinión de Expertos; Grado V: No asignable

PREGUNTA EAL	CONCLUSIÓN Y GRADO DE EVIDENCIA
BALANCE ENERGÉTICO Y COMPOSICIÓN CORPORAL	
<p>#1: En atletas adultos, ¿qué efecto tiene un balance energético negativo en el rendimiento a la hora de hacer ejercicio?</p>	<p>En tres de los seis estudios hechos a hombres y mujeres, un balance energético negativo (pérdidas del 0.02% al 5.8% de masa corporal en cinco periodos de 30 días) no estaba asociado a una disminución del rendimiento. En los tres estudios restantes se observaron disminuciones tanto en esfuerzos aeróbicos como anaeróbicos, siendo más beneficioso para el rendimiento una lenta pérdida de peso (reducción de masa corporal del 0,7%) que una rápida (reducción del 1.4% de masa corporal) y un estudio mostró que la elección de llevar a cabo una restricción de energía provocaba una reducción en los niveles hormonales.</p> <p>GRADO II - Razonable</p>
RECUPERACIÓN	
<p>#2: En atletas adultos, ¿cuál es el tiempo, energía y macronutriente requerido para ganar masa muscular?</p>	<p>En periodos de 4 a 12 semanas, aumentar el consumo de proteínas con condiciones hipocalóricas, mantiene la masa muscular en atletas entrenados en resistencia, tanto hombres como mujeres. Cuando se proporciona la energía adecuada o la pérdida de peso es gradual, se puede observar un aumento de la masa muscular.</p> <p>GRADO III - Limitado</p>
<p>#3: En atletas adultos, ¿cuál es el efecto de consumir carbohidratos en la respuesta específica del metabolismo de las proteínas y de los hidratos de carbono y/o en el rendimiento en el ejercicio, durante la recuperación?</p>	<p>Basándose en las limitadas evidencias disponibles, no existen claros efectos de que la suplementación con carbohidratos durante y después del ejercicio de resistencia influyan en una respuesta específica del metabolismo de las proteínas y de los hidratos de carbono durante la recuperación.</p> <p>GRADO III - Limitado</p>

<p>#4: ¿Cuál es el efecto provocado en el rendimiento por consumir CHO durante la recuperación?</p>	<p>Basándose en las limitadas evidencias disponibles, no existen claros efectos de que la suplementación con carbohidratos durante y después del ejercicio de resistencia influyan en el rendimiento enfocado a la resistencia, durante la recuperación.</p> <p>GRADO III – Limitado</p>
<p>#5: En atletas adultos, ¿Cuál es el efecto de consumir carbohidratos y proteínas juntos en cuanto a la respuesta metabólica específica de carbohidratos y proteínas, durante la recuperación?</p>	<p>Comparada con la ingestión de carbohidratos solos, la mezcla de carbohidratos y proteínas juntos durante el periodo de recuperación no supone una diferencia en la velocidad de síntesis del glucógeno.</p> <p>La mezcla de proteínas y carbohidratos durante el periodo de recuperación aumentó el balance neto de proteínas después del ejercicio.</p> <p>El efecto de la ingestión conjunta de proteínas y carbohidratos sobre los niveles de creatin-quinasa no es concluyente y no muestra un impacto en los dolores musculares que se producen después del ejercicio.</p> <p>GRADO I - Bueno</p>
<p>#6: En atletas adultos, ¿Cuál es el efecto de consumir carbohidratos y proteínas juntos en cuanto a la respuesta metabólica específica de carbohidratos y proteínas, durante la recuperación?</p>	<p>La combinación de proteínas y carbohidratos juntos durante el periodo de recuperación no tuvo una clara influencia en la posterior fuerza o poder en el sprint.</p> <p>GRADO II - Razonable</p>
<p>#7: En atletas adultos, ¿qué efecto causa en el rendimiento consumir carbohidratos y proteínas juntos durante la recuperación?</p>	<p>La ingesta de proteínas durante el periodo de recuperación (post-ejercicio) provocó una recuperación acelerada de la producción de potencia estática y fuerza dinámica durante el comienzo del periodo de dolor muscular tardío y más repeticiones se llevaron a cabo tras un entrenamiento intenso de resistencia.</p> <p>GRADO II - Razonable</p>
<p>#8: En atletas adultos, ¿qué efecto tiene en la respuesta</p>	<p>Tomar proteínas (de 20 a 30 g de proteínas o aproximadamente 10 g de aminoácidos esenciales) durante el ejercicio o la recuperación (post-</p>

metabólica específica de ejercicio) supuso el aumento de la síntesis de proteínas de todo el cuerpo y del músculo, así como aumentó el balance nitrogenado.

consumir proteínas durante la recuperación? **GRADO I - Bueno**

RECUPERACIÓN

#9: En atletas adultos, ¿cuál es la combinación óptima de carbohidratos para conseguir la máxima oxidación de carbohidratos durante el ejercicio?

Basándose en las limitadas evidencias disponibles, la oxidación de carbohidratos es mejor en condiciones de ingesta de carbohidratos (glucosa y glucosa+fructosa), comparado con agua actuando como placebo, pero, tras probar las dos combinaciones de carbohidratos, no se observaron diferencias entre ellas en hombres ciclistas.

En un solo estudio, la oxidación exógena de carbohidratos fue mejor, con la opción de glucosa+fructosa, con respecto a la de solamente glucosa.

GRADO III - Limitado

#10: En atletas adultos, ¿qué efecto tiene en las adaptaciones metabólicas que mejoran el rendimiento, el entrenar con una disponibilidad limitada de carbohidratos?

Entrenar con una disponibilidad limitada de carbohidratos puede llevar a adaptaciones metabólicas durante el entrenamiento, pero no provoca mejoras en el rendimiento. Basándose en las evidencias examinadas, aunque no hay suficientes evidencias que apoyen la existencia de un claro efecto en el rendimiento, entrenar con una disponibilidad limitada de carbohidratos perjudicó la intensidad y la duración del entrenamiento.

GRADO II - Razonable

#11: En atletas adultos, ¿qué efecto causa en el entrenamiento, relacionado con las respuestas metabólicas y el rendimiento, consumir grandes o bajas cantidades de comidas o alimentos glucémicos?

En la mayoría de casos estudiados, ni el índice glucémico ni la carga glucémica afectaron a la resistencia ni a las respuestas metabólicas cuando las condiciones estaban relacionadas con carbohidratos y energía.

GRADO I - Bueno

Antes de embarcarse en un debate sobre temas concretos, es conveniente identificar una serie de temas importantes en la nutrición deportiva contemporánea que corroboren y unifiquen las recomendaciones dadas en este documento.

1. Los objetivos nutricionales y requisitos no son estáticos. Los atletas comienzan un programa periodizado en el que la preparación para un mayor rendimiento en eventos se alcanza a través de integrar diferentes tipos de entrenamientos en los distintos ciclos del calendario de entrenamiento. El acompañamiento nutricional también tiene que ser programado, teniendo en cuenta las necesidades de cada sesión de entrenamiento diario (que puede ser menor en el caso de entrenamientos “fáciles”, o abundante en el caso de entrenamientos que requieran mayor esfuerzo (por ejemplo: de alta intensidad, extenuantes o que requieran grandes habilidades) y en general las metas nutricionales.
2. Los planes nutricionales tienen que ser personalizados a cada atleta teniendo en cuenta las particularidades de la actividad, los objetivos que se quieren alcanzar en el rendimiento, retos, preferencias en la comida y respuestas a diferentes estrategias.
3. Un objetivo clave de entrenar es adaptar el cuerpo para desarrollar una flexibilidad y eficiencia metabólica, mientras que las estrategias de nutrición en competiciones se centran en proveer almacenes de sustratos para cumplir con las demandas de energía que requiere la actividad y apoyar las funciones cognitivas.
4. La disponibilidad de energía, que considera la energía tomada en relación con el coste de energía del ejercicio, establece una importante base para la salud y el éxito de las estrategias nutritivas en el deporte.
5. El logro de una composición corporal asociada a un rendimiento óptimo es reconocido como un importante, aunque desafiante, objetivo que necesita ser individualizado y personalizado. Hay que tener cuidado para preservar la salud y el rendimiento evitando prácticas que puedan crear una baja disponibilidad de energía y causar estrés.
6. La nutrición y el entrenamiento interactúan en la aclimatación del cuerpo para desarrollar adaptaciones funcionales y metabólicas. Aunque el rendimiento óptimo está respaldado por el suministro de soporte nutricional, las adaptaciones en los entrenamientos podrían ser mejoradas en ausencia de ese apoyo.
7. Algunos nutrientes (energía, carbohidratos y proteínas) deben ser expresados a partir de tablas que indiquen la cantidad que se debe tomar por kg de masa corporal para que las recomendaciones sean clasificadas en función de la gran variedad de tallas corporales de

los atletas. Las guías de nutrición deportiva también deberían considerar la importancia de medir los nutrientes que se toman y el apoyo nutricional a lo largo del día y en relación con el deporte, en vez de las metas diarias.

8. Los atletas expertos están "en el dilema" entre entrenar lo suficientemente duro como para lograr un máximo estímulo en el entrenamiento, o bien evitar las enfermedades y los riesgos de lesión asociados con un volumen de entrenamientos excesivo.
9. La nutrición competitiva debería enfocarse en estrategias específicas que reduzcan o retrasen factores que causarían fatiga en una actividad; estos son específicos del evento, del ambiente/escenario donde se emprendan y del atleta.
10. Han salido a la luz nuevas opciones nutricionales para mejorar el rendimiento, desarrollando evidencias de que la percepción cerebral de la presencia de carbohidratos y otros componentes nutricionales en la cavidad oral, pueden aumentar la percepción de bienestar e incrementar los índices de trabajo que han sido elegidos. Este descubrimiento presenta oportunidades para que se ingieran durante actividades cortas, en donde la toma de comida o líquidos no estaba previamente considerada para ofrecer una ventaja en el metabolismo, aumentando el rendimiento a través de un efecto central.
11. Es necesario un enfoque pragmático para hacer sugerencias sobre el uso de suplementos y comida deportiva ante el predominio del interés y uso por los atletas, así como la evidencia de que algunos productos pueden resultar útiles para un plan nutricional deportivo y/o directamente aumentar el rendimiento. Los atletas deberían ser apoyados para realizar un análisis del coste-beneficio derivado del uso de esos productos, para reconocer que están en el mejor estado posible, cuando se les incluya en un correcto plan de alimentación.

TEMA 1: Nutrición para la preparación atlética

REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS, EQUILIBRIO ENERGÉTICO Y DISPONIBILIDAD DE ENERGÍA

Una apropiada toma de energía es la base de la dieta del atleta ya que sustenta la óptima funcionalidad del cuerpo, determina la capacidad de la toma de macronutrientes y micronutrientes y ayuda en la manipulación de la composición corporal. La energía tomada por un atleta a través de comida, líquidos y suplementos puede ser analizada con registros de comidas medidos/pesados (normalmente de 3 a 7 días), con un recordatorio de 24 horas o con cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos¹. Hay limitaciones inherentes en todos estos métodos, siendo la más notable la infraestimación de las ingestas diarias. Una educación extensiva sobre el propósito y protocolo de documentar las ingestas ayudaría al cumplimiento y aumento de la exactitud y validez de la información autoevaluada.

Mientras tanto, los requerimientos energéticos de un atleta dependen de la periodización del entrenamiento y del programa de competición, y variarán de un día a otro a lo largo del plan de entrenamiento anual en relación con los cambios de intensidad y volumen de este. Algunos de los factores que incrementan las necesidades energéticas por encima de los niveles normales son la exposición al calor o al frío, el miedo, estrés, la exposición a altas alturas, algunas lesiones físicas, medicamentos o narcóticos específicos (cafeína, nicotina), aumento masa libre de grasa (*MLG*) y, posiblemente, la fase lútea del periodo menstrual². Además de reducciones en el entrenamiento, los requerimientos energéticos son disminuidos por el envejecimiento, disminuciones de la masa libre de grasa, y, posiblemente, la fase folicular del periodo menstrual³. El equilibrio energético aparece cuando la ingesta total de energía (*IE*) es igual al gasto energético total (*GET*), que a su vez consta de la suma de la tasa del metabolismo basal (*TMB*), el efecto térmico de la comida (*ETC*) y el efecto térmico de la actividad (*ETA*).

$$GET = TMB + ETC + ETA$$

$$TEA = \text{Gasto planeado de ejercicio}$$

+Actividad física espontánea

+Termogénesis de la actividad sin ejercicio

Las técnicas usadas para medir o estimar los componentes del *GET* en actividad sedentaria y moderada, pueden ser aplicados también a atletas, pero hay ciertas limitaciones para esta estrategia, especialmente en atletas expertos/muy competitivos. Aunque para medir el *TMB* se requiere estar en reposo, es más práctico medir la tasa metabólica en reposo (*TMR*), que podría ser un 10% mayor. A pesar de que se anima a usar ecuaciones de regresión específicas para la población, una estimación razonable del *TMB* se puede obtener usando tanto las ecuaciones Cunningham⁴ como Harris-Benedict⁵, aplicando un factor apropiado para estimar el *GET*. Mientras que la *TMR* representa del 60% al 80% del *GET* para individuos sedentarios, puede ser tan pequeño como del 38% al 47% del *GET* para atletas de élite de resistencia que pueden tener un *ETA* de 50% del *GET*.

El *ETA* incluye un gasto de ejercicio físico planeado, actividad física espontánea (por ejemplo, estar inquieto) y termogénesis de la actividad sin ejercicio. El gasto de energía en el ejercicio (*GEE*) puede ser estimado de varias formas, utilizando registros de actividad (de 1 a 7 días de duración) con estimaciones subjetivas de la intensidad del ejercicio usando códigos de actividad y equivalentes metabólicos^{6,7}, o bien las guías dietéticas estadounidenses de 2010 y el Dietary Reference Intakes (DRIs)⁹ (*Recomendación de Ingesta Diaria, RDI*). Los dos últimos suelen subestimar los requerimientos de los atletas ya que fallan al cubrir el alcance de la talla del cuerpo o los niveles de actividad de poblaciones competitivas. La disponibilidad de energía (*DE*) es un concepto recientemente extendido dentro de la nutrición deportiva que equipara la toma de energía con los requerimientos para una salud y funcionalidad óptimas en vez de un equilibrio energético. La *DE*, definida como la ingesta alimentaria menos el gasto de energía en el ejercicio normalizado para la *MLG*, es la cantidad de energía disponible para el cuerpo para desarrollar otras funciones, después de que se reste el coste de energía.

Al principio, el concepto fue estudiado en mujeres en las se descubrió que una densidad energética de 45 kcal/kg de masa libre de grasa/día estaba asociado con el equilibrio energético y una salud óptima; mientras que una reducción crónica en la densidad energética (normalmente por debajo de 30 kcal/kg de masa libre de grasa/día) estaba asociado con discapacidades en una variedad de funciones corporales¹⁰. Un bajo nivel de densidad energética puede aparecer por una insuficiencia de ingesta total energética, un alto *GET* o una combinación de los dos. Puede estar asociado con un desorden a la hora de comer, con un programa para perder masa corporal mal guiado o demasiado rápido, o un fallo a la hora de cumplir con los requerimientos energéticos durante un periodo de entrenamiento de alto volumen o competición¹⁰.

Ejemplo para calcular la *DE*

60 kg peso corporal (BW), 20% masa grasa, 80% masa libre de grasa (= 48.0 kg MLG),

$IE = 2400 \text{ kcal/d}$,

Energía adicional gastada con el ejercicio (EEE) = 500 kcal/d

$DE = (IE - EGE) / MLG = (2.400 - 500) \text{ Kcal}\cdot\text{d} / 48,0 \text{ kg} = 39,6 \text{ kcal/Kg MLG/día}$

El concepto de Densidad Energética surgió del estudio de la tríada en mujeres atletas, que empezó como el reconocimiento de una serie de problemas clínicos interrelacionados con desórdenes alimenticios, disfunciones menstruales y baja densidad de minerales en los huesos, y posteriormente evolucionó a un entendimiento más amplio de los problemas asociados con cualquier movimiento relacionado con la disponibilidad energética óptima, el estado menstrual y la salud ósea¹¹. Aunque no estén incorporadas dentro del arco/espectro de la tríada, está reconocido que otras consecuencias fisiológicas pueden resultar de uno de los componentes de la tríada en mujeres atletas, con disfunciones endocrinas, gastrointestinales, renales, neuropsiquiátricas, musculoesquelético y cardiovasculares¹¹. De hecho, se ha propuesto una extensión del concepto de tríada, "Deficiencia relativa de energía en deportes" (RED-S), como una descripción exclusiva de todo el grupo de complicaciones fisiológicas observadas en hombres y mujeres atletas que consumen tomas de energía insuficientes para llegar a las necesidades funcionales del cuerpo óptimas una vez que el coste energético ha sido eliminado¹². Concretamente, las consecuencias para la salud del RED-S pueden afectar negativamente a la menstruación, la salud ósea, endocrina, metabólica, hematológica, al crecimiento y desarrollo de sistemas fisiológicos, cardiovasculares, gastrointestinales e inmunológicos. Los efectos potenciales del RED-S en el rendimiento pueden incluir una disminución de la resistencia, un riesgo más alto de lesiones, disminución de las respuestas a la hora de entrenar, coordinación reducida, reducción de la concentración, irritabilidad, depresión, almacenes de glucógeno disminuidos y reducción de la fuerza muscular¹². Está también reconocido que las disfunciones en la salud y actividad ocurren a lo largo de continuas reducciones de la DE, más que cuando se da de forma constante en un umbral de la DE, y requieren una investigación más a fondo¹². Debe tenerse en cuenta que la DE baja no es sinónimo de un balance energético negativo o pérdida de peso; de hecho, si la reducción de la DE está asociada con una reducción de la TMB, puede producir un nuevo estado de balance energético o una estabilidad del peso con una ingesta baja de energía, la cual es insuficiente para proporcionar una actividad corporal saludable.

A pesar de la terminología, aparentemente la DE baja en hombres y mujeres puede comprometer el rendimiento atlético en plazos cortos y largos. Las guías para chequeos y tratamientos han sido establecidas para dirigir la DE baja^{11,12} y deben incluir valoraciones del recurso *Existencia de Desorden Alimenticio-3 (Eating Disorder Inventory-3)*¹³ o el *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Desórdenes Mentales, quinta edición (Diagnostic and Statistical Manual os Mental Disorders -V)*, que incluye cambios en el criterio de desórdenes alimentarios¹⁴. Es evidente que las intervenciones para incrementar la densidad energética son exitosas para reducir al menos algunas actividades corporales afectadas; por ejemplo, en una prueba de seis meses con mujeres que sufren disfunciones menstruales, un tratamiento dietético para aumentar la DE a 40 kcal/kg MLG/día tuvo como resultado una reanudación de la menstruación en todas las mujeres en un promedio de 2.6 meses⁶.

COMPOSICIÓN CORPORAL Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Se considera que varias características físicas (talla, forma y composición) contribuyen al éxito en diferentes deportes. De estos, la masa corporal (“peso”) y la composición corporal son los puntos clave para los atletas ya que son los que más se pueden manipular. Aunque está claro que la manipulación y valoración de la composición corporal pueden ayudar a la progresión en una carrera atlética, se debe recordar a atletas y entrenadores que el rendimiento deportivo no puede ser predicho con exactitud solamente basándose en el peso corporal y la composición. Una “óptima” composición corporal firme y sólida no debe ser recomendada para un evento o para un grupo de atletas¹⁵. Sin embargo, hay relaciones entre la composición corporal y el rendimiento deportivo, las cuales son importantes de considerar dentro de la preparación del atleta.

En los deportes que suponen fuerza y potencia, los atletas se esfuerzan para ganar MLG a través de un programa de hipertrofia muscular en tiempos específicos dentro del macro-ciclo anual. Considerando que algunos atletas tienen la intención de ganar una talla y fuerza absolutas de por sí, en otros deportes en los que el atleta debe mover su propia masa corporal o competir con las divisiones de peso, es importante optimizar la fuerza para cargar peso más que para la fuerza absoluta¹⁶. Por consiguiente, algunos atletas de fuerza desean alcanzar niveles bajos de grasa. En deportes que suponen categorías por peso (deportes de combates, remo, levantamiento de peso), los competidores suelen enfocarse hacia la categoría de peso corporal más baja que se puede alcanzar, mientras que maximizan su masa magra con este objetivo.

Otros atletas se esfuerzan en mantener una masa corporal baja y/o un nivel de grasa bajo para conseguir ventajas¹⁷. Los corredores de distancias y ciclistas se benefician de un gasto bajo de energía en el movimiento y se favorece el ratio de peso por superficie para disipar el calor. Los atletas de equipo pueden aumentar su velocidad y agilidad siendo delgados, mientras los atletas de deportes acrobáticos (buceo, gimnasia, baile) ganan ventajas bioquímicas siendo capaces de mover sus cuerpos en un espacio más pequeño. En algunos de estos deportes y en otros (por ejemplo, musculación) hay un elemento estético que determina el resultado del rendimiento. Aunque hay ventajas demostradas de alcanzar una composición corporal concreta, los atletas pueden sentir presión a la hora de esforzarse para alcanzar bajas metas de peso/grasa surrealista o llegar a ellas en un margen de tiempo poco realista¹⁵. Estos atletas pueden ser susceptibles de practicar comportamientos extremos relacionados con el control del peso o de dietas continuas, exponiéndose a periodos crónicos de baja densidad energética y un pobre apoyo de nutrientes en un esfuerzo por repetir éxitos previos con un peso menor o con una composición corporal más delgada^{15,18}. Los métodos extremos de control del peso pueden ser nocivos para la salud y el rendimiento, y se han observado también en estos escenarios patrones de desórdenes alimenticios.

Sin embargo, hay escenarios en los que el atleta puede aumentar su salud y rendimiento reduciendo el peso corporal o la grasa corporal, siendo parte de una estrategia periodizada. Idealmente, esto ocurre dentro de un programa que logra gradualmente una “óptima” composición corporal individualizada sobre la carrera deportiva del atleta y permite que el peso y la grasa corporal se mantengan dentro de un rango apropiado en un ciclo de entrenamiento anual. El programa también debería evitar situaciones en las que los atletas ganen inconscientemente cantidades excesivas de grasa corporal como resultado de un repentino desequilibrio cuando el gasto energético se ve bruscamente reducido (por ejemplo, en temporada baja o en lesiones). Además, se avisa a los atletas acerca del repentino o excesivo aumento de grasa corporal que es parte de la cultura de algunos deportes donde una alta masa corporal se considera útil para el rendimiento. Aunque el índice de masa corporal (BMI, IMC) no es apropiado como un sustituto para medir la composición corporal en atletas, un interés crónico en ganar peso puede poner a algunos atletas en riesgo de un IMC “obeso” que incrementaría el riesgo de desarrollar síndrome metabólico¹⁹. Los dietistas deportivos deben estar al tanto de los deportes que persiguen el logro de una gran masa corporal y proteger los riesgos de factores metabólicos asociados¹⁹.

MÉTODOS PARA LA MEDICIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL

Las técnicas usadas para determinar la composición corporal de los atletas incluyen DXA (Absorciometría de Rayos-X de Energía Dual o Densitometría Ósea por Absorción de rayo-X), hidrodensitometría, pletismografía por desplazamiento en el aire, medición de pliegues cutáneos y análisis de bioimpedancia eléctrica. Aunque el DXA es rápido y no invasivo, puede tener problemas en cuanto al coste y accesibilidad y la exposición a pequeñas radiaciones delimitan su utilidad, particularmente para algunas poblaciones²⁰. De acuerdo con los protocolos estandarizados, la realización de DXA tiene los niveles más bajos de error, mientras que la medición de pliegues cutáneos tiene los más altos. La pletismografía por desplazamiento en el aire (BodPod, Life Measurement, Inc., Concord, CA) proporciona un método alternativo rápido y fiable, pero desestima la grasa corporal de un 2 a 3%. La medida de los pliegues cutáneos y otros datos antropométricos sirven como un excelente sustituto de medición de adiposidad y musculatura cuando se perfilan cambios de composición en respuesta de intervenciones en el entrenamiento²⁰. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la estandarización de los sitios de pliegues cutáneos, las técnicas de medición y los métodos de calibración varían en los distintos lugares del mundo. A pesar de algunas limitaciones, esta técnica permanece como un método popular, elegido por su conveniencia y coste, con información que es aportada en medidas absolutas y comparada con datos secuenciales del atleta o de una forma general, con datos normativos recogidos de la misma manera que en poblaciones de atletas^{20,21}.

Todas las técnicas de medición de la composición corporal deben ser revisadas para asegurar precisión y fiabilidad. La prueba debe ser realizada con el mismo equipo calibrado, con un protocolo estandarizado y por técnicos que proporcionen fiabilidad, por expertos. Cuando se usan las ecuaciones de predicción para población específica, deben ser validadas y fiables. Se debe educar a los atletas acerca de las limitaciones asociadas con la medición de composición corporal y en el seguimiento estricto de protocolos previos a la medición. Estas instrucciones, que incluyen mantener un volumen de entrenamiento constante, ayuno e hidratación entre un test y otro²⁰ deben ser impuestas para evitar comprometer la precisión y fiabilidad de las mediciones de la composición corporal.

Se debe determinar la composición corporal en un programa deportivo de acuerdo con el horario apropiado al rendimiento de la actividad/evento. Hay errores técnicos asociados con todas las técnicas de composición corporal que limitan la utilidad de las mediciones para la selección del atleta y la predicción del rendimiento. En lugar de fijar objetivos de composición corporal absolutos o aplicar criterios absolutos para categorizar grupos de atletas, es preferible

proporcionar una normativa en función de los rangos/variedad. Teniendo en cuenta que la grasa corporal contenida por un atleta variará a lo largo de la temporada y a lo largo de su carrera, los objetivos en la composición corporal deben ser establecidos en términos de rangos que pueden ser seguidos en los momentos críticos. A la hora de conducir estos programas, es importante que se comuniquen los resultados a los entrenadores, cuerpo técnico y a los atletas y se transmitan con cuidado, reconociendo las limitaciones de las técnicas de medición y teniendo el cuidado necesario para evitar promover una obsesión insana con la composición corporal. Los dietistas deportivos tienen oportunidades importantes de trabajar con estos atletas para ayudar a promover una composición corporal sana y para minimizar su confianza en técnicas rápidas de pérdida de peso y otras peligrosas prácticas que pueden traer como resultado decrementos de rendimiento, pérdida de MLG, riesgos crónicos en la salud. Algunos temas deben ser dirigidos e incluir la creación de una cultura y ambiente que valoren los acercamientos largos y seguros para dirigir la composición corporal; modificación de reglas o prácticas alrededor de la selección y calificación de clases de peso^{16,19,22} y programas que identifiquen prácticas alimenticias desordenadas en un estado temprano para intervenir y, si es necesario, eliminarlas¹⁸.

Principios de la Alteración de la Composición Corporal y el Peso

Los atletas normalmente necesitan ayuda a la hora de fijar unas metas a largo y corto plazo, para comprender las prácticas nutricionales que pueden aumentar la masa muscular o reducir la grasa/peso segura y eficientemente y para integrar estas estrategias en planes alimenticios para alcanzar otros objetivos nutricionales relacionados con el rendimiento. Hacer un seguimiento frecuente de estos atletas tiene beneficios, como guiar al atleta en objetivos de corto plazo para que dejen de confiar en técnicas extremas y dietas relámpago.

En deportes sensibles al peso y generadores de peso hay amplias evidencias de que los atletas se comprometen a estrategias de pérdida de peso rápidas para ganar una ventaja competitiva^{20,23,24}. Sin embargo, da como resultado hipohidratación (déficit de agua en el cuerpo), pérdida de almacenes de glucógeno y masa magra, entre otros comportamientos patológicos resultantes (conductas purgativas, entrenamiento excesivo, hambre) que pueden perjudicar la salud y el rendimiento¹⁸. Aun así, es preferible un uso responsable, cuando sea indicado, de técnicas de rápida pérdida de peso antes que restricciones de energía extendidas y un no óptimo apoyo nutricional¹⁷. Cuando se requiere una pérdida de peso corporal, debe programarse para ser llevada a cabo en la fase principal del entrenamiento o lejos de la competición para minimizar la pérdida de rendimiento²⁵, y debe lograrse con técnicas que

maximicen la pérdida de grasa corporal a la vez que conservan la masa muscular y otros objetivos sanitarios. Estas estrategias incluyen el alcance de un ligero déficit de energía para lograr una tasa de pérdida lenta mejor que una rápida y aumentar la toma de proteínas dietéticas. Considerando esto, el suministro de una toma más alta de proteínas (2,3g/kg/d contra 1g/kg/d) a corto plazo (2 semanas) en una dieta con energía restringida en atletas dio como resultado la retención de la masa muscular a la vez que se pierde peso y grasa corporal²⁶. Además, la MLG y el rendimiento está mejor preservado en atletas que minimizan una pérdida de peso semanal menor del 1% cada semana.

Una dieta y un entrenamiento personalizado para la pérdida de peso/masa deben basarse en la asignación de objetivos, en la medición de entrenamientos y prácticas nutritivas que se realizan, en la valoración de experiencias pasadas y en el ensayo y error. Sin embargo, para la mayoría de los atletas la aplicación práctica de reducir la ingesta energética alrededor de 250 a 500 kcal/d con respecto a sus necesidades energéticas, mientras que se mantiene o incrementa suavemente el gasto de energía, puede ayudar a conseguir un progreso a corto plazo hacia los objetivos de composición corporal, en aproximadamente 3-6 semanas. En algunos casos, puede ser útil un entrenamiento aeróbico adicional o una supervisión cercana ²⁷. Estas estrategias se pueden poner en marcha para ayudar al aumento de las dietas que inducen déficits energéticos, sin afectar negativamente a la recuperación de un entrenamiento específico. Ordenar el timing y el contenido de las comidas puede reducir la fatiga durante las sesiones de entrenamiento y ayudar a optimizar la composición corporal conforme avanza el tiempo¹⁸. Las barreras generales en cuanto al mantenimiento de la composición corporal incluyen el acceso limitado a las opciones de comida sana, habilidades y oportunidades limitadas para la preparación de comidas, ausencia de una rutina diaria y una exposición al servicio de comidas con porciones de tamaños ilimitados y con elevada densidad energética. Estos factores, normalmente encontrados en relación con los viajes y experiencias en el estilo de vida del atleta, pueden promover una calidad dietética pobre que impide el progreso y conduce a la búsqueda de soluciones rápidas, dietas agudas y prácticas extremas de pérdida de peso.

La pregunta #1 de EAL examinó el efecto de un equilibrio energético negativo en el rendimiento deportivo, encontrando solo evidencia favorable en la disminución de la capacidad física debido a una dieta hipoenergética en las situaciones examinadas.

Sin embargo, algunos estudios han investigado el encubrimiento de factores comúnmente visto en la práctica, incluyendo la interacción de una calidad dietética pobre, una disposición baja de carbohidratos, entrenamiento excesivo y deshidratación aguda en restricciones de energía

crónicas. El reto de detectar cambios pequeños pero importantes en el rendimiento deportivo se nota en todas las áreas de la nutrición deportiva. La pregunta EAL #2 resume la literatura encontrada sobre cómo realizar un timing energético óptimo y sobre las características de energía y macronutrientes en un programa que apoye una ganancia de MLG cuando hay un déficit de energía (figura 1). La literatura está limitada en cantidad y alcance para permitir hacer recomendaciones definitivas, aunque hay apoyo con respecto a los beneficios de un incremento en la ingesta proteica.

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS PARA EL DEPORTE

CAMINOS ENERGÉTICOS Y ADAPTACIONES EN LOS ENTRENAMIENTOS

Las guías de “timing” y la cantidad de macronutrientes que se toman en la dieta del atleta se deben apoyar en una comprensión fundamental de cómo las interacciones entre los entrenamientos y los nutrientes afectan a los sistemas energéticos, la disponibilidad de sustratos y las adaptaciones en los entrenamientos. El ejercicio está impulsado por una serie de sistemas energéticos integrados que incluyen caminos no oxidativos (fosfágenos y glucolítico) y aeróbicos, usando sustratos que son ambos endógenos y exógenos en su origen. El Adenosin trifosfato (ATP) y la fosfocreatina (sistema de fosfágenos) proporcionan una fuente disponible de energía rápida para la contracción muscular, pero no a los niveles suficientes como para dar un continuo aporte de energía que dure más de 10 segundos. La ruta glucolítica anaeróbica metaboliza glucosa rápidamente y glucógeno del músculo a lo largo de la cascada glucolítica, siendo la ruta principal utilizada en ejercicios de alta intensidad que duran entre 10 y 180 segundos. Ya que ni fosfágenos ni la ruta glucolítica pueden mantener las demandas de energía para permitir a los músculos contraerse a un alto ritmo en eventos que duran mucho tiempo, las rutas oxidativas proporcionan los combustibles primarios para actividades que duran más de dos minutos. Los grandes sustratos incluyen glucógeno muscular y hepático, lípidos intramusculares, triglicéridos del tejido adiposo y aminoácidos del músculo, sangre, hígado y los intestinos. A medida que el oxígeno empieza a estar más disponible para el músculo que trabaja, el cuerpo usa más las rutas aeróbicas (oxidativas) y menos las rutas anaeróbicas (fosfágenos y glucolítica). La mayor dependencia sobre las rutas aeróbicas no ocurre bruscamente ni es la única ruta de la cual se depende. La intensidad, duración, frecuencia, tipo de entrenamiento, sexo y nivel de entrenamiento del atleta determinan la contribución de las rutas energéticas y cuándo ocurre la mezcla de estilos entre las rutas. Para un entendimiento más completo de los sistemas que suministran energía para ejercicios, el lector debe dirigirse a textos específicos²⁹.

El músculo esquelético de un atleta tiene una plasticidad remarcable para responder rápidamente a la carga mecánica y a la disponibilidad de nutrientes resultante de adaptaciones funcionales y condiciones específicas metabólicas³⁰. Estas adaptaciones influyen en las recomendaciones nutricionales enfocadas a la mejora del rendimiento, con los objetivos principales basados en que los sistemas energéticos deben ser entrenados para proporcionar el mayor apoyo "económico" posible para las demandas de energía de una actividad, mientras que otras estrategias deben alcanzar una disponibilidad de sustratos apropiada durante la actividad. Las adaptaciones que aumentan la flexibilidad metabólica incluyen aumentos en el transporte de moléculas que llevan nutrientes a lo largo de las membranas o al sitio de utilización en la célula del músculo, aumento en las enzimas que activan o regulan las rutas metabólicas, aumento de la capacidad de tolerar productos alternativos del metabolismo y un incremento en el tamaño de los almacenes de combustible del músculo. Mientras que algunos sustratos del músculo (Ej. grasa corporal) están presentes en relativamente grandes cantidades, otros pueden necesitar ser manipulados de acuerdo con necesidades específicas (Ej. un suplemento de carbohidratos para recargar los almacenes de glucógeno).

CARBOHIDRATOS

Los carbohidratos han recibido una gran atención en la nutrición deportiva debido al gran número de adaptaciones de su papel en el rendimiento y adaptación del entrenamiento. Primero, el tamaño del almacén de carbohidratos del cuerpo es relativamente limitado y puede ser manipulado por la ingesta dietética de forma aguda diariamente o en cada sesión individual de ejercicio³. En segundo lugar, los carbohidratos proporcionan un combustible clave para el cerebro y el sistema nervioso central y un sustrato versátil para el trabajo muscular donde puede apoyar al trabajo sobre una gran variedad de intensidades debido a su utilización por el camino anaeróbico y aeróbico. Incluso trabajando a elevadas intensidades que pueden ser soportadas por la fosforilación oxidativa, los carbohidratos ofrecen mayores ventajas que las grasas como sustrato, desde pudiendo proporcionar un mayor rendimiento de ATP por volumen de oxígeno que puede ser distribuido a la mitocondria³, aumentando la eficiencia total del ejercicio³¹.

En tercer lugar, hay evidencia significativa de que el rendimiento en ejercicios prolongados o sostenidos y en el ejercicio intermitente de alta intensidad se ve reforzado por estrategias que mantengan niveles altos de carbohidratos (uniendo reservas de glucógeno con glucosa sanguínea en las demandas energéticas del ejercicio), mientras que la depleción de estas reservas está asociada con fatiga reflejando una reducción en los ritmos de trabajo, alteración en

la concentración y habilidades y un aumento de la percepción del esfuerzo. Estos hallazgos apoyan las diferentes estrategias de nutrición enfocadas al rendimiento, que serán discutidas a continuación, acerca del suministro de carbohidratos antes, durante, después y en la recuperación entre eventos, para mejorar la disponibilidad de carbohidratos.

Finalmente, un reciente trabajo ha identificado que, además de su papel como sustrato muscular, el glucógeno juega un importante papel, tanto directamente como indirectamente, en la regulación de la adaptación del músculo al entrenamiento³². La cantidad y localización del glucógeno en las células musculares alteran el ambiente físico, metabólico y hormonal, en los cuales las señales responsables del ejercicio son ejercidas. Específicamente, empezando una serie de ejercicios de resistencia con bajas cantidades de glucógeno muscular (p. ej.: mediante la realización de una

segunda sesión de entrenamiento en las horas posteriores a una sesión previa en la que se han agotado las reservas de glucógeno) produce unas respuestas coordinadas sobre la regulación de la transcripción y post-traducción en el ejercicio. Un número de mecanismos confirman estos resultados, incluyendo el aumento de la actividad de moléculas que contienen glucógeno en su dominio de unión, aumentando la disponibilidad de ácidos grasos libres, cambiando la presión osmótica en las células musculares y aumentando la concentración de catecolaminas³².

Las estrategias que restringen la disponibilidad de carbohidratos exógenos (p. ej.: ejercicios en ayunas o sin ingesta de carbohidratos durante la sesión) también promueven y expanden la respuesta de señalización, aunque en menor medida que en el caso de realizar ejercicio con bajas reservas endógenas de carbohidratos³³. Estas estrategias mejoran la respuesta celular en el ejercicio de resistencia, incrementando al máximo la actividad de las enzimas mitocondriales, y/o aumentando el contenido mitocondrial y las tasas de oxidación de lípidos con el aumento de la respuesta, probablemente explicado por la mejora en la activación de las quinasas, claves en la señalización celular (p. ej.: AMPK, p38MAPK) factores de transcripción (p. ej.: P53, PPAR δ) y co-activadores transcripcionales (p. ej.: PG-1 α)³³. La integración deliberada de estrategias de entrenamiento-dieta (entrenamiento de baja intensidad) desde un programa de entrenamiento periodizado, están empezando a ser reconocidas³⁴, aunque potencialmente se está dando mal uso³³ desde la práctica de la nutrición deportiva.

Se deben realizar recomendaciones individualizadas de la ingesta diaria de hidratos de carbono, considerando el programa de entrenamiento/competición del atleta y la importancia relativa de llevarlo a cabo junto a muchos o pocos carbohidratos, en función de promover el rendimiento en ejercicios de alta calidad frente a la mejora en la adaptación y los estímulos en el entrenamiento,

respectivamente. Desafortunadamente, carecemos de información sobre los sustratos requeridos específicamente en muchas de las sesiones de entrenamiento que son llevadas a cabo por los atletas; por lo tanto, debemos basarnos en conjeturas, basadas en información aportada por tecnologías, tales como la monitorización de la frecuencia cardíaca³⁵ y la actividad de los sujetos, medidores de fuerza y sistemas de posicionamiento global.

Las guías generales que sugieren la ingesta de carbohidratos para aportar una alta disponibilidad de los mismos, para determinados entrenamientos o competiciones, pueden ser planificadas en relación al tamaño corporal del atleta (en función del tamaño de las reservas musculares) y de las características de la sesión (Tabla 1). El "timing" de ingesta de hidratos de carbono durante el día y en relación al entrenamiento, puede ser modificado en función de promover o bien reducir la disponibilidad de carbohidratos³⁶. Las estrategias para mejorar la disponibilidad de carbohidratos son enfocadas en mayor detalle en relación a las estrategias de alimentación para la competición. Sin embargo, estas prácticas para aumentar la energía, son también importantes para mantener una alta calidad de los entrenamientos del programa de entrenamientos preparado. Además, es lógico que se añada valor a las estrategias nutricionales encaminadas a la puesta a punto y que promuevan adaptaciones como tolerancia gastrointestinal y mejora de la absorción intestinal³⁷, que permiten que las estrategias en la competición sean totalmente efectivas. Durante otras sesiones del programa de entrenamiento, puede ser menos importante la mejora de una alta disponibilidad de carbohidratos, o puede ser evaluado entrenar en determinadas sesiones con baja disponibilidad de carbohidratos, para así mejorar los estímulos y la respuesta adaptativa en el entrenamiento. Se pueden emplear varias tácticas para permitir o promover la baja disponibilidad de carbohidratos, las cuales incluyen la reducción total de la ingesta de hidratos de carbono o la manipulación del "timing" de la ingesta de hidratos de carbono en relación al ejercicio (p. ej.: entrenar en ayunas, llevando a cabo dos series de ejercicio con poco tiempo entre ellas, sin la oportunidad de ingerir hidratos de carbono entre las sesiones)³⁸.

Las cuestiones específicas que evalúan la evidencia de las necesidades de carbohidratos en el entrenamiento, están resumidas en la Tabla 1 y muestran una buena evidencia de que ni la carga glucémica ni el nivel de glucosa en comidas ricas en carbohidratos afecta al metabolismo ni al rendimiento en el entrenamiento, cuando los carbohidratos y la energía contenida en la dieta se han tenido en cuenta (Pregunta 11). Además, aunque está la teoría de que detrás de las ventajas metabólicas del ejercicio con una baja disponibilidad de carbohidratos están las adaptaciones al entrenamiento, los beneficios todavía no son claros en cuanto a los resultados

en el rendimiento. (Figura 1, pregunta 10). Esta posibilidad se refiere a la limitación de unos cuantos estudios disponibles en los que la pobre periodización de esta táctica en el programa de entrenamiento, no ha significado ninguna ventaja en cuanto a la adaptación al entrenamiento, la cual haya sido contrastada con la reducción de la intensidad del entrenamiento y la calidad asociada a la baja disponibilidad de carbohidratos. Por lo tanto, un aproximamiento más metódico es necesario para integrar esta interacción entrenamiento/nutriente en el programa de entrenamiento a largo plazo³³. Finalmente, mientras que hay múltiples maneras de consumir carbohidratos, los cuales facilitan una absorción más rápida, es prematura la evidencia que apoya la elección de mezclas especiales de carbohidratos para incrementar la oxidación de estos durante las sesiones de entrenamiento (Pregunta 9).

PROTEÍNA

Las proteínas que ingerimos con la dieta interactúan con el ejercicio, actuando como un sustrato para la síntesis de proteínas contráctiles y metabólicas^{39,40} y mejorando cambios estructurales en los tejidos no musculares como son los tendones⁴¹ y los huesos⁴². Las adaptaciones se cree que ocurren por la estimulación de la actividad de la maquinaria encargada de la síntesis de proteínas, en respuesta a un incremento de la concentración de leucina y de un aporte exógeno de aminoácidos para la formación de nuevas proteínas⁴³. Estudios sobre la respuesta al entrenamiento de resistencia, muestran la regulación positiva entre la síntesis de proteínas musculares (MPS) durante al menos 24 horas en respuesta a una sola sesión de ejercicio, y el aumento de la sensibilidad con la ingesta de proteínas de la dieta durante este período⁴⁴. Esto contribuye en la mejora de la proteína del músculo esquelético, lo cual se ha observado en estudios prospectivos que incorporan múltiples ingestas de proteínas después del ejercicio y durante todo el día. Respuestas similares se obtienen siguiendo ejercicio aeróbico u otros tipos de ejercicios (p. ej.: actividades con sprints intermitentes, y en ejercicios simultáneos) sin embargo con diferencias potenciales en el tipo de proteínas que son sintetizadas. Las recomendaciones recientes han subestimado la importancia de un buen "timing" en cuanto a la ingesta proteica para todos los atletas, incluso si la hipertrofia muscular no es el primer objetivo del entrenamiento. Ahora hay buenas razones para recomendar la ingesta diaria de proteínas que estén por encima de las recomendaciones diarias (RDA)³⁹ con el objetivo de maximizar la adaptación metabólica al entrenamiento⁴⁰.

Aunque el balance nitrogenado clásico ha sido útil para determinar los requerimientos proteicos para prevenir deficiencias en cuanto al balance energético en humanos sedentarios⁴⁵, los atletas

no pertenecen a este perfil, y la mejora del balance nitrogenado es secundaria, ya que su principal objetivo debe ser la adaptación al entrenamiento y la mejora del rendimiento⁴⁰.

La manera moderna de establecer recomendaciones de ingesta proteica en atletas se extiende más allá de las ingestas diarias recomendadas. El enfoque está claramente encaminado a evaluar los beneficios que aporta una ingesta suficiente de proteína en cuanto a tiempos óptimos para soportar los tejidos con un rápido recambio y aumento de las adaptaciones metabólicas iniciadas en el estímulo de entrenamiento. Futuras búsquedas deben examinar más a fondo las recomendaciones encaminadas a la cantidad total diaria, a las estrategias de timing, la calidad de la ingesta proteica, y aportar nuevas recomendaciones de suplementos proteicos derivados de varias fuentes de proteínas.

Tabla 1: Resumen de las guías de ingesta de carbohidratos en atletas.

NECESIDADES DIARIAS DE ENERGÍA Y RECUPERACIÓN

1. Los objetivos siguientes intentan aportar una alta disponibilidad de carbohidratos (p. ej.: reunir las necesidades de carbohidratos del sistema nervioso central y del músculo) para diferentes cargas de ejercicios en distintos escenarios donde es importante el ejercicio de alta calidad o de alta intensidad. Estas recomendaciones generales deben ser ajustadas de manera individual con los requerimientos energéticos, las necesidades específicas de entrenamiento y el acople del entrenamiento.
2. En otras ocasiones, cuando la calidad o la intensidad del ejercicio tiene menor importancia, puede ser menos importante mejorar esos objetivos de carbohidratos u organizar la ingesta de ellos durante el día para optimizar la disponibilidad para sesiones específicas. En esos casos, la ingesta de carbohidratos puede ser elegida para ajustar los objetivos del entrenamiento, según preferencias alimentarias, o según la disponibilidad de comida.
3. En algunos escenarios, cuando el objetivo es mejorar el estímulo o la respuesta adaptativa al entrenamiento, una baja disponibilidad de carbohidratos puede mejorarlo reduciendo la ingesta total de carbohidratos, o modificando la ingesta de hidratos de carbono en relación con las sesiones de entrenamiento. (p. ej.: entrenar en ayunas, llevar a cabo una segunda sesión de entrenamiento sin haber tenido oportunidad de recargar energía después de la primera sesión).

	<i>Situación</i>	<i>Objetivos de carbohidratos</i>	<i>Comentarios sobre el tipo y el timing de ingesta de carbohidratos</i>
Suave	Baja intensidad o ejercicios de habilidad	3-5 g/ kg para atletas (peso corporal/día)	<ul style="list-style-type: none"> El timing en la ingesta de carbohidratos durante el día se puede modificar para promover una alta disponibilidad de carbohidratos encaminada a una sesión específica, consumiendo carbohidratos antes o durante la sesión o en la recuperación de una sesión previa. Por otra parte, mientras las necesidades totales de energía sean provistas, el patrón de ingesta puede ser guiado según la elección y conveniencia del individuo. Los atletas deben elegir fuentes de alimentos ricas en carbohidratos para permitir de manera general que las necesidades de estos nutrientes estén cumplidas.
Moderado	Programa de ejercicio moderado (p. ej.: - 1h /día)	5-7 g/kg/día	
Fuerte	Programa de resistencia (p. ej.: 1-3 h/día con intensidad moderada-alta)	6-10 g/kg/día	
Muy fuerte	Compromiso extremo (Ej. Más de 4-5 horas/día con intensidad moderada-alta)	8-12 g/kg/día	

ESTRATEGIAS DE INGESTA DE ENERGÍA AGUDAS - Estas pautas promueven una alta disponibilidad de carbohidratos para conseguir una actuación óptima en competición o en sesiones clave de entrenamiento.

	<i>Situación</i>	<i>Objetivos de carbohidratos</i>	<i>Comentarios sobre el tipo y el timing de ingesta de carbohidratos</i>
Ingesta general	Preparación para eventos de menos de 90 minutos de ejercicio	7-12 g/kg durante 24h para cubrir tus requerimientos diarios	<ul style="list-style-type: none"> Los atletas pueden escoger fuentes ricas en carbohidratos que sean pobres en fibra/residuos y que sean fácil de consumir para asegurar los objetivos en cuanto a requerimientos y poder conseguir los objetivos con una mayor comodidad y estar más ligero en la carrera.
Recarga de carbohidratos	Preparación para eventos de más de 90 minutos o ejercicio sostenido/intermitentes	Durante 36-48 horas ingerir de 10-12 g/kg de peso corporal	

Recarga rápida	Menos de 8 horas de recuperación entre 2 sesiones de alto requerimiento energético.	1-1,2 g/kg/h durante las primeras 4 horas, después cubrir las necesidades diarias	<ul style="list-style-type: none"> • Puede haber beneficios en consumir de manera regular pequeños snacks. • Bebidas y comidas ricas en HC podrían ayudar a asegurar que los objetivos energéticos se cumplan.
Ingesta pre-ejercicio	60 minutos antes del ejercicio.	1-4 g/kg consumidos 1-4 horas antes del ejercicio	<ul style="list-style-type: none"> • El timing, cantidad y tipo de carbohidratos en las comidas y bebidas deben ser elegidas para cumplir de forma práctica las necesidades del evento y las preferencias/experiencias individuales. • La elección de alta cantidad de grasas, proteína y fibra puede ser necesario suprimirlos para reducir el riesgo de dolores gastrointestinales durante el evento. • La elección de alimentos de bajo índice glucémico puede aportar una fuente sostenida de energía para situaciones donde los carbohidratos no pueden ser consumidos durante el ejercicio.
Durante ejercicio breve	Menos de 45 minutos	No necesario	
Durante un ejercicio sostenido de alta intensidad	45-75 minutos	Pequeñas cantidades incluyendo enjuagues bucales	<ul style="list-style-type: none"> • Una gama de bebidas y productos deportivos pueden ser aportados fácilmente para consumir carbohidratos. • Un enjuague bucal con carbohidratos puede estimular partes del cerebro y sistema nervioso central de manera que mejorar la percepción de bienestar y aumenta los resultados en el trabajo elegido
Durante un ejercicio de	1-2,5 horas	30-60 g /hora	<ul style="list-style-type: none"> • La ingesta de carbohidratos aporta una fuente de energía al músculo para suplementar las

resistencia incluyendo deportes de "parar y empezar"			<p>reservas endógenas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La oportunidad de consumir alimentos y bebidas varía de acuerdo a las reglas y naturaleza de cada deporte. • Puede ser útil la elección de productos especializados para deportistas ya sea en forma líquida o sólida. • El atleta debe probar hasta encontrar un plan de recuperación con el que cumpla sus objetivos individuales incluyendo las necesidades de hidratación y bienestar intestinal.
Durante ejercicios de ultra resistencia	Más de 2,5-3 horas	Más de 90 g/ hora	<ul style="list-style-type: none"> • Como en el apartado anterior. • Ingestas elevadas de carbohidratos están asociadas con mejor rendimiento. • Productos que aportan múltiples carbohidratos transportables (glucosa, mezclas de fructosa), logran altas tasas de oxidación de carbohidratos que son consumidos durante el ejercicio.

Necesidades proteicas

Los datos actuales sugieren que la ingesta de proteínas en la dieta necesaria para soportar las adaptaciones metabólicas, reparación, remodelación y recambio proteico, generalmente deben ser rangos entre 1,2-2 g/kg/día. Ingestas mayores podrían estar indicadas en cortos periodos durante entrenamientos de alta intensidad o cuando se reduce la ingesta calórica^{26,39}. Los objetivos con la ingesta diaria proteica deben reunirse con una planificación de comidas en el cual se aporte de manera regular cantidades de proteína de alta calidad durante todo el día y después de sesiones de entrenamiento exigentes. Estas recomendaciones se incluyen en muchos regímenes en entrenamientos y permiten ajustes flexibles en un entrenamiento planificado y con la experiencia propia^{46,47}. A pesar de que se proporcionan los intervalos diarios generales, no se debe clasificar a los atletas solamente como de fuerza o de resistencia, recomendando unas pautas diarias de proteínas estáticas. Preferentemente, las guías deben basarse en las adaptaciones óptimas según las sesiones específicas de entrenamiento/competición desde un programa planificado, apoyado en una apreciación dentro

de un largo contexto de objetivos atléticos, necesidades nutricionales, consideraciones energéticas y elección de comida. Los requerimientos pueden cambiar basándose en el "estado de entrenamiento" (los atletas experimentados requieren menos), en el tipo de entrenamiento (sesiones de alta intensidad y frecuencia, o bien un nuevo estímulo de entrenamiento con una alta demanda proteica), en la disponibilidad de carbohidratos, y lo más importante, en la disponibilidad de energía^{46,48}. El consumo adecuado de energía, particularmente de carbohidratos, para que se ajuste al gasto energético, es importante que los aminoácidos se "salven" de la síntesis proteica y no se oxiden⁴⁹. En casos de restricción energética o inactividad transitoria, que puede ocurrir como resultado de una lesión, una elevada ingesta proteica tan alta como 2 g/kg/día o superior^{26,50}, puede administrarse durante el día pudiendo resultar ventajosa en la prevención de la pérdida de masa libre de grasa³⁹. Comentarios más detallados de los factores que influyen en el cambio de las necesidades de proteínas y su relación con los cambios en el metabolismo de proteínas y objetivos en la composición corporal se pueden encontrar en otros lugares^{51,52}.

El timing proteico como desencadenante de la adaptación metabólica

Estudios clínicos muestran que la síntesis de proteína muscular está optimizada en respuesta al ejercicio con un consumo de proteínas de alto valor biológico, suministrando -10g de aminoácidos esenciales en la fase de recuperación temprana (0-2 horas después del ejercicio^{40,53}). Esto se puede trasladar en una recomendación de 0,25-0,3 g /kg peso o entre 15 y 25 gramos de proteínas en relación a un rango típico de tamaño corporal de los atletas, a pesar de que las guías pueden no ajustarse a los atletas que se encuentren en los extremos de rangos de peso. Altas dosis (p. ej.: más de 40 g de proteína) aún no se ha visto que provoquen un aumento de la síntesis de proteína muscular y solamente podría ser prudente recomendarlo para los atletas más grandes o durante un proceso de pérdida de peso⁵⁴. La mejora de la síntesis de proteína muscular mediante el ejercicio, es determinada por el timing y el patrón de la ingesta proteica, en relación a una alta ingesta durante las 24 horas posteriores al ejercicio⁵⁵, y puede ser que últimamente se traslade a un aumento de la proteína muscular crónico y a un cambio funcional. Cuando el timing proteico afecta a los rangos de síntesis de proteína muscular, la magnitud de los cambios en la masa y en la fuerza durante ese tiempo son menos claros. A pesar de eso, estudios longitudinales de entrenamiento actualmente sugieren que el incremento en la fuerza y en la masa muscular es mejor con una provisión inmediata de proteínas post-ejercicio⁵⁷.

Mientras que las recomendaciones tradicionales en relación a la ingesta proteica, se centran en el total de la ingesta proteica diaria (g/kg), las nuevas recomendaciones resaltan que la adaptación muscular al entrenamiento puede ser maximizada con la ingesta de 0,3 g/kg de peso después de sesiones de ejercicio clave y cada 3-5 horas en múltiples comidas^{47,54,58}. Figura 1, Pregunta 8 resume el peso de la literatura actual en el consumo de proteínas en relación al metabolismo específico proteico en respuesta a la recuperación.

Fuentes óptimas de proteínas

Las proteínas de alta calidad son efectivas para el mantenimiento, reparación y síntesis de las proteínas del músculo esquelético⁵⁹. Estudios sobre entrenamiento crónico han mostrado que el consumo de proteína de leche después de ejercicios de resistencia es efectivo en el incremento de la fuerza y en cambios favorables de la composición corporal^{57,60,61}. Además, hay evidencias del aumento de la síntesis de proteínas musculares en relación a la ingesta de proteína con la leche, carne magra y suplementos dietéticos, algunos de ellos que aporten proteínas aisladas *whey*, caseínas, soja y huevo. Actualmente, las proteínas lácteas parecen ser superiores a otro tipo de proteínas probadas, por su contenido en leucina y por su digestión y absorción cinética de aminoácidos ramificados en los productos lácteos⁶². A pesar de eso, muchos estudios garantizan que otras fuentes de proteínas de alta calidad intactas (p. ej.: huevo, ternera, cerdo, proteína vegetal concentrada) y comidas mixtas, influyen en la estimulación de mTOR y en la síntesis de proteínas musculares seguidamente de varios tipos de ejercicio.

Cuando todas las fuentes de proteína no están disponibles con la comida, los suplementos dietéticos fáciles de trasladar con ingredientes de alta calidad pueden ser una alternativa práctica para ayudar a los atletas a cumplir con sus necesidades proteicas. Es importante llevar a cabo una evaluación exhaustiva del atleta en cuanto a sus objetivos específicos de nutrición cuando se considera la ingesta de suplementos proteicos. Las recomendaciones relativas a los suplementos proteicos deben ser conservadoras y principalmente dirigidas a optimizar la recuperación y adaptación al entrenamiento, sin dejar de centrarse en estrategias para mejorar o mantener la calidad de la dieta en general.

Grasa

La grasa es un componente necesario en una dieta saludable, aportando energía, elementos esenciales para las membranas celulares y facilitando la absorción de vitaminas liposolubles. Las *Guías Dietéticas para americanos (Dietary Guidelines for Americans)* y Alimentación Saludable

con la Guía de Alimentos Canadienses (Eating Well with Canada's Food Guide)⁶³ han hecho recomendaciones, indicando que la proporción de energía proveniente de grasas saturadas esté limitada a menos del 10% y debe incluir diferentes fuentes de ácidos grasos esenciales para conseguir las recomendaciones adecuadas en la ingesta. La ingesta de grasas en los atletas debe estar individualizada en base a su nivel de entrenamiento y sus objetivos en cuanto a la composición corporal⁴⁶.

Los lípidos, en forma de ácidos grasos libres en plasma, en forma de triglicéridos intramusculares y en el tejido adiposo, proporcionan un sustrato energético que es abundante y aumenta su disponibilidad para el músculo como resultado del entrenamiento de resistencia. Sin embargo, las adaptaciones al ejercicio no aparecen a la hora de maximizar la tasa de oxidación, su disponibilidad puede mejorar con estrategias nutricionales como puede ser una rápida ingesta aguda de grasas en el pre-ejercicio y una exposición crónica a dieta alta en grasa y baja en carbohidratos³. A pesar de que ha habido un histórico⁶⁴ y recientemente reavivado⁶⁵ interés en las adaptaciones crónicas a una dieta alta en grasa y baja en carbohidratos, la evidencia actual sugiere que la mejora de tasas de oxidación (de grasas) solo está relacionada con la mejora en la capacidad de realizar ejercicio con una dieta o estrategias que promuevan una alta disponibilidad de carbohidratos junto a realización de ejercicio de moderada intensidad⁶⁴, mientras que en el rendimiento con ejercicio a altas intensidades resulta perjudicial^{64,66}. Esto parece ocurrir como resultado de una regulación negativa del metabolismo de los carbohidratos incluso cuando hay glucógeno disponible⁶⁷. Se requieren más investigaciones, tanto para analizar la discusión actual⁶⁵, como para analizar el fracaso de los estudios actuales en cuanto a incluir una adecuada dieta control que incluya un enfoque periodizado dietético⁶⁸. Aunque pueden existir escenarios específicos donde una dieta alta en grasa pueda ofrecer algunos beneficios, o por lo menos la ausencia de inconvenientes en el rendimiento, en general parece ser que reduce, en vez de mejorar, la flexibilidad metabólica mediante la reducción de la disponibilidad de los hidratos de carbono y su capacidad de uso de manera efectiva como sustrato en el ejercicio. Por lo tanto, en atletas de competición sería imprudente sacrificar su habilidad en actividades de alta calidad o esfuerzos de alta intensidad durante la competición, realizando esas dietas que podrían determinar sus resultados⁶⁸.

Por el contrario, los atletas pueden optar por realizar una restricción excesiva de su ingesta de grasas, en un esfuerzo por perder peso corporal o mejorar su composición corporal. Los atletas deben disuadirse de una ingesta crónica de grasa por debajo del 20% de su ingesta diaria, ya que está reducción en su dieta puede estar asociada con reducción en la ingesta de una

variedad de nutrientes como vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales⁹, especialmente ácidos grasos ω -3. Si se practica esta disminución en la ingesta de grasa, deben limitarse escenarios concretos tales como la dieta pre-evento/competición o la recarga de carbohidratos pre-competición, donde el que no haya molestias gastrointestinales tendrá prioridad.

ALCOHOL

El consumo de alcohol puede estar presente en una dieta adecuada y en las relaciones sociales, pero un consumo de alcohol excesivo siguiendo unos patrones de “consumo compulsivo” es un comportamiento alarmante observado entre algunos atletas, particularmente en los deportes de equipo⁶⁹. El consumo indebido de alcohol puede interferir con los objetivos deportivos de diversas maneras, tanto las relacionadas con los efectos negativos generados por la ingesta de alcohol durante la realización del ejercicio o en la recuperación tras él, como los efectos crónicos del consumo excesivo de alcohol en la salud y el manejo de la composición corporal⁷⁰. Además del aporte calórico del alcohol, siendo 7Kcal/g, el alcohol suprime la oxidación de lípidos, aumenta el consumo no planificado de alimentos y puede comprometer el logro de los objetivos planteados en cuanto a la composición corporal. La investigación en este área está llena de problemas en los diseños de estudio que limitan una explicación directa a los atletas.

La evidencia disponible advierte sobre la ingesta de cantidades significativas de alcohol en el periodo de pre-ejercicio y durante el entrenamiento, debido a los efectos negativos que tiene el alcohol en el metabolismo del ejercicio, la termorregulación y la destreza o concentración⁶⁹. Los efectos del alcohol tanto en ejercicios de fuerza como de resistencia pueden permanecer varias horas, incluso después de que los signos y síntomas de la intoxicación o la resaca ya no estén presentes. En la fase post-ejercicio, donde los patrones culturales del deporte suelen promover el consumo de alcohol, éste puede interferir con la recuperación deteriorando el almacenamiento del glucógeno⁷¹, ralentizando la tasa de rehidratación mediante su efecto supresor sobre la hormona antidiurética⁷² y perjudicando la síntesis de proteínas musculares deseada para la adaptación y la reparación^{69,73,74}. En ambientes fríos, el consumo de alcohol aumenta la vasodilatación periférica que da como resultado una desregulación de la temperatura central⁷⁵ y es probable que haya otros efectos en las funciones corporales tales como alteraciones en el balance ácido – base y en la vía citoquina-prostaglandina, y compromiso del metabolismo de la glucosa y de la función cardiovascular⁷⁶. Los excesos alcohólicos también están asociados con la aparición de comportamientos de alto riesgo, dando lugar a accidentes y a conductas que pueden perjudicar al atleta. En conclusión, a los atletas se les aconseja tener en cuenta tanto las

guías de salud pública como al reglamento deportivo en lo referente al consumo del alcohol, fomentando el minimizar o evitar su consumo en los periodos post-ejercicio, sobre todo cuando la recuperación y la reparación de las lesiones sean los temas prioritarios.

MICRONUTRIENTES

El ejercicio enfatiza muchas de las rutas metabólicas en las cuales son necesarias los micronutrientes y el entrenamiento puede dar como resultado adaptaciones bioquímicas que aumenten la necesidad de algunos de estos micronutrientes. Atletas que a menudo restrinjan la ingesta energética, a expensas de prácticas extremas de pérdida de peso, eliminando uno o más grupos de alimentos de su dieta, o consumiendo dietas mal elegidas, puede que tengan un consumo insuficiente de micronutrientes, por lo que se beneficien de la suplementación de micronutrientes⁷⁷. Esto ocurre más frecuentemente en el caso del calcio, la vitamina D, el hierro y algunos antioxidantes⁷⁸⁻⁸⁰. La suplementación de micronutrientes por lo general sólo es conveniente para la corrección de una situación médica clínicamente definida [p. ej.: suplementos de hierro para la anemia ferropénica (IDA, por sus siglas en inglés *Iron Deficiency Anemia*)].

Micronutrientes de Especial Interés: Hierro

La deficiencia de hierro, con o sin anemia, puede perjudicar a la función muscular y limitar la capacidad de trabajo^{78,81} que conduce a tener comprometida la adaptación al entrenamiento y el rendimiento deportivo. Se dan niveles insuficientes de hierro como resultado de una ingesta limitada en alimentos ricos en hierro hemo (procedente de alimentos de origen animal) o por una ingesta energética inadecuada (aproximadamente 6mg de hierro por cada 1.000 kcal)⁸².

Periodos de rápido crecimiento, entrenamientos en altitud, pérdidas sanguíneas por la menstruación, hemolisis por impacto del pie, donación de sangre, o lesión pueden tener un impacto negativo en los niveles de hierro^{79,81}. Algunos atletas que realizan entrenamiento de elevada intensidad también pueden tener mayores pérdidas de hierro en el sudor, orina, heces y por hemolisis intravascular.

Sin tener en cuenta la etiología, unos niveles comprometidos de hierro pueden impactar negativamente en la salud y en el rendimiento físico y mental, lo que justifica una rápida intervención médica y su control. Los requerimientos de hierro para las atletas femeninas se pueden incrementar hasta en un 70% de las necesidades medias estimadas⁸⁴. Los atletas con mayor riesgo, como corredores de larga distancia, atletas vegetarianos, o donantes de sangre habituales, deben ser controlados de forma regular

y tener como objetivo una ingesta de hierro mayor que las recomendaciones diarias (>18mg para las mujeres y >8mg para los hombres)^{81,85}.

Atletas con anemia ferropénica (IDA) deberían tener un seguimiento clínico, con terapias que incluyan la suplementación oral de hierro⁸⁶, mejoras en la dieta y una posible reducción de las actividades que afecten a la pérdida de hierro (p. ej.: donación de sangre, una reducción de los entrenamientos con pesas para reducir la hemólisis de los eritrocitos)⁸⁷. La ingesta de suplementos de hierro en los periodos inmediatamente posteriores a los ejercicios extenuantes está contraindicada dado que se elevan los niveles potenciales de hepcidina que interfieren con la absorción de hierro⁸⁸. Revertir la anemia ferropénica requiere entre tres y seis meses, por lo tanto, es beneficioso comenzar la intervención nutricional antes de que se desarrolle la anemia^{78,81}. Los atletas preocupados por sus niveles de hierro o si tienen deficiencia sin anemia (p. ej.: ferritina baja sin anemia ferropénica) deben adoptar estrategias alimentarias que promuevan el incremento de la ingesta de alimentos que sean fuente del hierro que mejor se absorbe (p. ej.: hierro hemo, hierro no hemo + alimentos ricos en vitamina C) como primera línea de defensa. Aunque hay alguna evidencia de que los suplementos de hierro pueden lograr mejoras en el rendimiento en atletas con depleción de hierro, pero sin anemia⁸⁹, los atletas deben ser educados para tener una rutina diaria/normalidad, ya que la suplementación no monitorizada no está recomendada, además no se considera como efecto ergogénico sin haber una evidencia clínica de depleción de hierro, y también puede causar malestar gastrointestinal indeseado⁸⁹.

Algunos atletas pueden experimentar disminuciones transitorias en la hemoglobina al inicio del entrenamiento, debido a la hemodilución, conocido como “dilucional” o “anemia deportiva”, y puede no responder a la intervención nutricional. Estos cambios parecen ser una adaptación beneficiosa al entrenamiento aeróbico y no afecta negativamente al rendimiento⁷⁹. No hay acuerdos sobre los niveles de ferritina sérica que se corresponden con niveles problemáticos de la depleción o la deficiencia de hierro, con unas recomendaciones que oscilan entre <22 a <79pmol/L (<10 a <35ng/mL)⁸⁶. Una evaluación clínica en este escenario tiene que garantizarse dado que la ferritina es una proteína de fase aguda que aumenta con la inflamación, pero en la ausencia de inflamación, todavía sirve como el mejor indicador temprano de un estado comprometido del hierro. Otros marcadores de niveles de hierro y otras cuestiones en el metabolismo del hierro (p. ej.: el papel de la hepcidina) actualmente se están estudiando⁸⁸.

Micronutrientes de Especial Interés: Vitamina D

La vitamina D regula la absorción y el metabolismo del calcio y del fósforo, y juega un papel clave en el mantenimiento de la salud ósea. Existe también un creciente interés científico sobre la función biomolecular de la vitamina D en el músculo esquelético⁹⁰ donde su papel como mediador en las funciones metabólicas⁹¹ puede tener implicaciones para estimular el rendimiento deportivo. Un número creciente de estudios han documentado la relación entre los niveles de vitamina D y la prevención de lesiones⁹², rehabilitación⁹³, mejora de la función neuromuscular⁹⁴, incremento del tamaño de las fibras musculares de tipo II⁹⁴, reducción de la inflamación⁹³, disminución del riesgo de fractura por sobrecarga (por presión)^{92,95} y aparición de enfermedad respiratoria aguda⁹⁵.

Los atletas que viven a latitudes superiores al paralelo 35° o quienes entrenan y compiten principalmente en espacios cubiertos o bajo techo probablemente tengan un riesgo mayor de tener niveles insuficientes de vitamina D [25(OH)D = 50-70nmol/L] o niveles deficientes [25(OH)D<50nmol/L]. Otros factores y hábitos de vida como ser de piel/complejión/tez morena, tener alto contenido en masa grasa, realizar el entrenamiento temprano por la mañana o por la tarde cuando los niveles de rayos UVB son bajos, el "bloqueo activo" de la exposición a los rayos UVB (ropa, equipamiento, lociones bloqueadoras) aumentan el riesgo de tener deficiencia o insuficiencia de vitamina D⁹³. Desde que los atletas tienden a consumir menos vitamina D con la dieta⁹³ las intervenciones dietéticas solas no han demostrado ser un medio fiable para revertir estos niveles insuficientes⁹⁶, la suplementación por encima de las actuales recomendaciones y/o la exposición responsable a los rayos UVB pueden ser necesarios para mantener los niveles suficientes de vitamina D. Un estudio reciente de nadadores y buceadores de la División 1 de la NCAA (Asociación Nacional Atlética Colegial) informa que los atletas que comenzaron con 130nmol/L y recibieron dosis diarias de 4.000 IU (100µg) de vitamina D fueron capaces de mantener unos niveles suficientes durante 6 meses (cambio medio +2,5nmol/L) mientras que los atletas que recibieron el placebo experimentaron una pérdida de 50nmol/L.

Desafortunadamente, determinar los requerimientos de vitamina D para estar en un estado óptimo de salud y rendimiento es un proceso complejo. Los niveles sanguíneos de vitamina D que se encuentran entre 80 nmol/L y 100 nmol/L⁹³ o hasta 125 nmol/L⁹⁴ han sido reconocidos como objetivos moderados/prudentes para que en un entrenamiento óptimo se induzca la adaptación. Aunque una correcta evaluación y corrección de la deficiencia es probablemente vital para el bienestar del atleta y su éxito, los últimos datos no respaldan que la vitamina D sea una ayuda ergogénica para los atletas. Siguen siendo necesarios más datos empíricos para esclarecer el papel directo de la vitamina D en la salud del músculo esquelético y su función, para poder perfeccionar las recomendaciones para los atletas.

Micronutrientes de Especial Interés: Calcio

El calcio es especialmente importante para el crecimiento, el mantenimiento y la reparación del tejido óseo, la regulación de la contracción muscular, la conducción nerviosa y el mantenimiento de una coagulación sanguínea normal. El riesgo de una baja densidad mineral ósea y de las fracturas por estrés está incrementada por una baja disponibilidad de energía, y en el caso de las atletas femeninas, la disfunción menstrual junto con una dieta baja en calcio contribuye a fomentar el riesgo^{78,99,100}. Una ingesta baja de calcio está asociada con un consumo restringido en calorías, tener una alimentación desordenada y/o evitar de forma específica productos lácteos u otros alimentos ricos en calcio. La suplementación de calcio debería ser determinada tras una evaluación exhaustiva de la ingesta habitual de productos lácteos. Una ingesta de calcio de 1.500 mg/día y un consumo de 1.500 a 2.000 UI/día (38-50 µg/día) de vitamina D son necesarias para optimizar la salud ósea en los atletas con una baja disponibilidad de energía o una disfunción menstrual¹².

Micronutrientes de Especial Interés: Antioxidantes

Los nutrientes antioxidantes juegan un papel importante en la protección de las membranas celulares del daño oxidativo. Puesto que el ejercicio puede incrementar el consumo de oxígeno unas 10 o 15 veces, se ha hipotetizado que el entrenamiento crónico contribuye a un “estrés oxidativo” constante en las células¹⁰¹. Se sabe que el ejercicio agudo aumenta los niveles de subproductos de la peroxidación lipídica, pero además produce un incremento neto de las funciones del sistema antioxidante y una reducción de la peroxidación lipídica¹⁰². De este modo, un atleta bien entrenado puede tener un sistema antioxidante endógeno más desarrollado que un individuo menos activo y por tanto no beneficiarse de la suplementación de antioxidantes, especialmente si consume una dieta rica en alimentos ricos en antioxidantes. Hay poca evidencia de que la suplementación de antioxidantes mejore el rendimiento deportivo¹⁰¹ y la interpretación de los datos existentes es confusa por cuestiones del diseño del estudio (p. ej.: gran variabilidad en las características de los sujetos, protocolos de entrenamiento, dosis y combinación de diferentes suplementos antioxidantes, la escasez de diseño cruzado). También hay algunas evidencias de que la suplementación con antioxidantes puede influir negativamente en la adaptación al entrenamiento¹⁰³.

La estrategia más segura y efectiva en relación con los micronutrientes antioxidantes es consumir una dieta bien elegida que contenga alimentos ricos en antioxidantes. La importancia de las especies reactivas del oxígeno (ROS) en la estimulación de la adaptación óptima al entrenamiento merece una

investigación adicional, pero la literatura actual no apoya la suplementación de antioxidantes como medio para prevenir el estrés oxidativo inducido por el ejercicio. Si los atletas deciden continuar con la suplementación, deben ser asesorados para no exceder los niveles altos de ingesta tolerada (Tolerable Upper Intake Levels, ULs) pues dosis más altas pueden ser pro-oxidativas¹⁰¹. Atletas con grandes riesgos por ingestas pobres en antioxidantes son aquellos que restringen la ingesta energética, siguen una dieta baja en grasas de forma crónica o limitan la ingesta dietética de frutas, verduras y granos enteros⁴⁶.

Como resumen de los micronutrientes, los atletas deberían ser educados en que la ingesta de suplementos de vitaminas y minerales no aumenta el rendimiento, salvo que revierta una deficiencia preexistente^{78,79} y la literatura existente que evalúa el beneficio de la suplementación con micronutrientes suele presentar resultados "enmascarados"/engañosos con conclusiones equivocadas y de baja evidencia. A pesar de esto, muchos atletas consumen innecesariamente suplementos de micronutrientes incluso cuando la ingesta dietética cubre los requerimientos. Más que auto-diagnosticar las necesidades de suplementación de micronutrientes, cuando proceda, los atletas deberían solicitar una evaluación clínica de sus niveles de micronutrientes dentro de una evaluación más amplia de sus prácticas dietéticas globales. Los dietistas deportivos pueden ofrecer varias estrategias para evaluar los niveles de micronutrientes basados en una recopilación de un historial de la ingesta de nutrientes junto con la observación de síntomas y signos asociados a una deficiencia de micronutrientes. Esto es particularmente importante para el hierro, la vitamina D, el calcio y los antioxidantes. Para alentar a los atletas que consuman una dieta correcta enfocada a incluir variedad de alimentos, los dietistas deportivos pueden ayudar a los atletas a evitar las deficiencias de micronutrientes y a obtener los beneficios de muchas otras estrategias alimenticias que fomenten el rendimiento. Las guías de salud pública, como las Ingestas Dietéticas Recomendadas (*Dietary Reference Intakes*, DRIs), proporcionan las ingestas recomendadas de micronutrientes para que los dietistas deportivos ayuden a los atletas a evitar tanto la deficiencia como los problemas de seguridad por una ingesta excesiva. La ingesta de micronutrientes procedentes de fuentes dietéticas y alimentos fortificados debería ser evaluada junto a la ingesta de micronutrientes procedentes de todos los demás suplementos dietéticos.

Tema 2: Rendimiento Nutricional –

Estrategias para Optimizar el Rendimiento y la Recuperación de las Competiciones y Principales Sesiones de Entrenamiento.

ALIMENTACIÓN PRE-, DURANTE Y POST-ACONTECIMIENTO/evento

Las estrategias implementadas en los periodos pre-, durante y post-ejercicio deben dirigirse hacia un número de objetivos. Primero, deberían apoyar o promover el rendimiento óptimo dirigiéndose a varios factores relacionados con la nutrición que puedan causar fatiga y deterioro del rendimiento (p. ej.: potencia, fuerza, agilidad, habilidad y concentración) durante o hacia el final del evento deportivo. Estos factores incluyen, aunque no están limitados a situaciones de deshidratación, desequilibrio de electrolitos, depleción de glucógeno, hipoglucemia, malestar o molestias gastrointestinales y alteración del equilibrio ácido-base. Los fluidos o suplementos consumidos antes, durante o en la recuperación entre sesiones puede reducir o retrasar el comienzo de dichos factores. Las estrategias incluyen el aumento o bien el reemplazo del principal combustible en el ejercicio y proporcionar sustratos para devolver al cuerpo la homeostasis o impulsar la adaptación al estrés ocurrido durante una sesión de ejercicio previo. En algunos casos, la nutrición pre-evento puede necesitar redirigir los efectos de otras actividades comenzadas por el atleta durante la preparación del evento como la deshidratación o alimentación restrictiva asociada con “llegar al peso” en deportes con categorías de peso. Un objetivo secundario es lograr un bienestar intestinal durante todo el evento, evitando sensaciones de hambre o molestias, ya que el malestar gastrointestinal puede reducir directamente el placer y el rendimiento del ejercicio y obstaculiza el soporte nutricional continuo. El objetivo final es continuar proporcionando soporte nutricional para la salud más allá del ejercicio, particularmente en el caso de eventos competitivos que duran días y semanas (p. ej.: campeonatos y carreras por etapas).

Los nutrientes necesarios y las estrategias prácticas para enfrentarse al pre, durante y post-ejercicio dependen de una variedad de factores, incluyendo el evento (modo, intensidad, duración del ejercicio), el medioambiente, los efectos remanentes del ejercicio previo, el apetito y las respuestas y rendimientos individuales. En situaciones competitivas, las normas del evento y el acceso al soporte nutricional pueden determinar las oportunidades de ingerir alimento. Está más allá de las competencias de esta revisión ofrecer un mayor debate, además de comentar que las soluciones a los retos en la alimentación en torno al ejercicio requieren experimentación y adaptación por parte del atleta, y es a menudo un área en el cual el conocimiento sobre alimentación, la creatividad y la experiencia práctica en la nutrición

deportiva pueden hacer contribuciones valiosas al plan nutricional del atleta. En estos escenarios son donde el uso de la alimentación deportiva y la suplementación son evaluados con mayor frecuencia, dado que los productos bien formulados pueden proporcionar una forma práctica de soporte nutricional para conocer las necesidades nutricionales.

GUÍAS DE HIDRATACIÓN: FLUIDOS Y BALANCE ELECROLÍTICO

Estar hidratado de forma apropiada contribuye a un estado óptimo de salud y rendimiento deportivo. Además de las pérdidas de agua habituales a través de la respiración, el sistema gastrointestinal y renal y la sudoración, los atletas necesitan reponer pérdidas ocasionadas por el sudor. La sudoración entendida como disipación de calor, generado como un subproducto del trabajo muscular, pero a menudo aumentado por las condiciones medioambientales, puede ayudar a mantener la temperatura corporal entre rangos aceptables ⁽¹⁰⁴⁾. La deshidratación se refiere al proceso de pérdida de agua corporal y lleva a la hipohidratación. Aunque es común intercambiar estos términos, existen sutiles diferencias ya que se refleja el proceso y el resultado.

Mediante una cascada de eventos, el calor metabólico generado por la contracción muscular durante el ejercicio puede finalmente conducir a la hipovolemia (disminución del plasma/volumen en sangre) y, por consiguiente, estrés cardiovascular, incremento del uso de glucógeno, alteración del metabolismo y de la función del SNC, y un incremento mayor en la temperatura corporal ⁽¹⁰⁴⁻¹⁰⁶⁾. Aunque es posible estar hipohidratado pero no hipertérmico (definido como una temperatura corporal central excediendo los 40°C¹⁰⁷) en algunos escenarios de presión térmica extra asociado con hipohidratación puede contribuir a un incremento del riesgo de enfermedades por calor y esfuerzo físico que pone en riesgo la vida (golpe de calor). Además del agua, el sudor contiene cantidades significativas pero variables de sodio, con menores cantidades de potasio, calcio y magnesio¹⁰⁴. Para preservar la homeostasis, la función óptima del organismo, la resistencia y la percepción del bienestar, los atletas deberían esforzarse por comprometerse a tener unas estrategias de administración de líquidos antes, durante y después del ejercicio para mantener la euhidratación. Dependiendo del atleta, el tipo de hidratación y el entorno, hay situaciones en las que los objetivos son más o menos importantes.

Aunque hay complejidad e individualidad en la respuesta a la deshidratación, los déficits de líquido >2% del peso corporal pueden comprometer la función cognitiva y la resistencia en ejercicios aeróbicos, particularmente en ambiente caluroso ^(104, 105, 108, 109). La reducción en el rendimiento de actividades anaeróbicas o de alta intensidad, de las habilidades técnicas y específicas deportivas, y del ejercicio aeróbico en ambiente frío son más comúnmente vistas cuando hay pérdidas del 3 – 5% del peso

corporal debido a la deshidratación ^(104,105). La hipohidratación severa con déficits de agua del 6–10% del peso corporal tienen efectos más pronunciados en la tolerancia al ejercicio, disminuyendo el gasto cardíaco, la producción de sudor y el riego sanguíneo hacia la piel y los músculos¹⁰⁷.

Suponiendo que un atleta esté en equilibrio energético, los niveles de hidratación diaria deben estar estimados mediante el análisis del peso corporal matutino (medido al despertarse y después de orinar) ya que cambios agudos en el peso corporal generalmente reflejan cambios en el agua corporal. La densidad urinaria relativa y la osmolaridad de la orina puede también ser usado para aproximar los niveles de hidratación al medir la concentración de solutos en la orina. Cuando se evalúa la muestra de orina, habiendo sido recogida la parte central, y tomada a primera hora de la mañana, la densidad urinaria relativa es <1.020, quizás rangos hasta <1.025 contando con la variedad individual¹⁰⁶, siendo generalmente indicativo de euhidratación. La osmolaridad urinaria refleja hipohidratación cuando es >900 mOsm/kg, mientras que la euhidratación se considera con niveles <700 mOsm/kg^{104,106}.

ANTES DEL EJERCICIO

Algunos atletas comienzan el ejercicio en estado de hipohidratación, lo que puede afectar negativamente al rendimiento deportivo^{105,110}. La deshidratación intencionada para “llegar al peso” puede desencadenar un déficit significativo de fluidos, el cual puede dificultar la recuperación entre “el pesaje” y el inicio de la competición. De forma similar, los atletas pueden estar hipohidratados al inicio del ejercicio debido a un ejercicio reciente prolongado en sesiones de calor o en eventos múltiples en un día^{104,105,108,110}.

Los atletas pueden lograr la euhidratación antes del ejercicio consumiendo volúmenes de líquido equivalentes a 5-10 ml/Kg de peso corporal durante 2 – 4 horas antes del ejercicio, para conseguir una orina que sea de color amarillo pálido/claro, mientras que se da un margen de tiempo suficiente para evacuar el exceso de líquido^{104,108}. El sodio consumido antes del ejercicio en forma de líquidos y alimentos puede ayudar con la retención de líquidos. Aunque algunos atletas intentan hiperhidratarse antes del ejercicio en condiciones calurosas donde la tasa de sudoración disminuye o la restricción de ingesta de líquidos inevitablemente conduce a un déficit significativo de líquidos, el uso de glicerol y otros dilatadores del plasma con este fin están prohibidos por la Agencia Mundial Anti-Doping (www.wada-ama.org).

DURANTE EL EJERCICIO

La tasa de sudoración varía durante el ejercicio entre 0,3 – 2,4 L/h dependiendo de la intensidad del ejercicio, la duración, la salud, la aclimatación al calor, la altitud y otras condiciones ambientales (calor, humedad, etc.)^{104,106,111,112}. Idealmente, los atletas deberían beber líquidos suficientes durante el ejercicio para remplazar las pérdidas por sudoración puesto que el déficit de líquidos corporales está limitado a <2% del peso corporal. Varios factores pueden afectar a la disponibilidad de líquidos o las oportunidades de consumirlos durante el ejercicio y para los atletas más competitivos o de mayor calibre, las pérdidas por sudoración generalmente exceden a la ingesta de líquidos. Sin embargo, se ven diferencias individuales respecto al comportamiento de la bebida y la tasa de sudoración en el deporte y conlleva a una serie de cambios en los niveles de fluidos, desde una deshidratación considerable hasta la sobrehidratación.

Medir el peso corporal de forma rutinaria antes y después del ejercicio, contando con las pérdidas urinarias y el volumen de bebida, puede ayudar al atleta a estimar las pérdidas por sudoración que tendrá durante la actividad física para poder personalizar su estrategia de reposición de fluidos⁽¹⁰⁴⁾. A falta de otros factores que alteren la masa corporal durante el ejercicio (p. ej.: pérdidas significativas de

sustratos que pueden ocurrir durante eventos prolongado), una pérdida de 1Kg de peso corporal representa aproximadamente 1L de sudor perdido. La planificación de los líquidos para la mayoría de los atletas y eventos deportivos son los objetivos típicos de ingesta entre 0,4 – 0,8 L/h¹⁰⁴ aunque es necesario personalizarlo en función de la tolerancia y la experiencia de los atletas, sus oportunidades para beber líquidos y los beneficios de ingerir otros nutrientes (p. ej.: carbohidratos) en forma de bebida. La ingestión de preparados fríos (0,5°C) puede ayudar a reducir la temperatura central y esto aumentará la resistencia al calor, la presencia de sabor en los preparados puede aumentar la palatabilidad y la ingesta voluntaria de líquidos.

Aunque una consecuencia típica en los atletas competitivos es desarrollar un déficit de líquidos en el transcurso de una sesión de ejercicio, en las últimas dos décadas ha habido una creciente concienciación entre los atletas amateurs para beber lo suficiente como para superar las pérdidas por sudoración y estar sobrehidratado. Beber más líquidos que lo que se pierde por el sudor y la orina es la principal causa de hiponatremia (sodio en plasma <135mmol/L), también conocido como intoxicación por agua, aunque puede empeorar en caso donde hay pérdidas exclusivas de sodio en el sudor y los líquidos de reposición sean bebidas bajas en sodio^{113,114}. Puede también estar agravado por una ingesta excesiva de líquidos en las horas o días siguientes al evento. La sobrehidratación se suele dar en los atletas recreativos (amateurs) dado que los resultados de sus ejercicios y la tasa de sudoración son más bajas que en los atletas de competición, mientras que sus oportunidades y creencias de que deben beber, son más grandes. Las mujeres generalmente tienen una talla corporal más pequeña y menor tasa de sudoración que los hombres y parecen estar en mayor riesgo de sobrehidratación y posible hiponatremia¹⁰⁴. Los síntomas de hiponatremia durante el ejercicio ocurren particularmente cuando los niveles de sodio en plasma disminuyen por debajo de 130mmol/L e incluye hinchazón, inflamación, aumento de peso, náusea, vómito, dolor de cabeza, confusión, delirio, convulsiones, insuficiencia respiratoria, pérdida de consciencia y posiblemente la muerte si no se trata. Mientras la prevalencia de hipohidratación e hipernatremia se considera superior que los casos informados de hiperhidratación e hiponatremia, esta última es más peligrosa y requiere atención médica inmediata ^{104,106,114}.

El sodio debe ser ingerido durante el ejercicio cuando haya mayores pérdidas de sodio por el sudor. Las situaciones incluyen atletas con grandes tasas de sudoración (>1,2L/h), sudor salado o ejercicio prolongado que excede las 2 horas de duración^{105,106,109}. Aunque es altamente variable, la concentración media de sodio en el sudor es aproximadamente 50mmol/L (~1g/L) y es hipotónico en comparación al sodio contenido en el plasma. La sensación de sed a menudo se debe a cambios en la osmolaridad del plasma y es normalmente un buen indicador de la necesidad de beber, pero no de que el atleta esté

deshidratado¹⁰⁸. Atletas mayores pueden presentar una disminución relacionada con la edad en la sensación de sed y puede necesitar un estímulo para beber durante y después del ejercicio¹⁰⁴.

Aunque los calambres del músculo esquelético están típicamente causados por la fatiga muscular, pueden ocurrir en atletas de todo tipo de deportes en una amplia variedad de condiciones ambientales¹⁰⁴ y puede estar asociado con la hipohidratación y el desequilibrio de electrolitos. Los atletas que sudan de forma profusa, especialmente cuando están cubiertos por un sudor con alta concentración de sodio, puede derivar en un mayor riesgo de calambres, particularmente cuando no se está aclimatado al calor o al medio ambiente¹¹⁵.

DESPUÉS DEL EJERCICIO

La mayoría de los atletas terminan el ejercicio con un déficit de fluidos y pueden necesitar restaurar la euhidratación durante el periodo de recuperación^{104,110}. Las estrategias de rehidratación deberían significar principalmente el consumo de agua y sodio en una cantidad modesta para minimizar la diuresis/pérdidas urinarias¹⁰⁵. La presencia en la dieta de sodio o cloruro sódico (procedente de alimentos o líquidos) ayuda a la conservación de los líquidos ingeridos, especialmente fluidos extracelulares, incluyendo el volumen de plasma. Por lo tanto, no se debería aconsejar a los atletas restringir el sodio en la nutrición post-ejercicio de forma particular puesto que se habrán sufrido pérdidas elevadas de sodio. Ya que las pérdidas por sudoración y las pérdidas obligadas por la orina continúan durante la fase post-ejercicio, una rehidratación efectiva requiere la ingesta de un volumen de líquido mayor (p. ej.: 125 – 150%) que el déficit final de líquidos (p. ej.: 1,25 – 1,5L de líquido por cada 1Kg de peso corporal perdido)^{104,106}. La ingesta excesiva de alcohol en el periodo de recuperación está desaconsejada por sus efectos diuréticos. Sin embargo, las advertencias anteriores sobre la cafeína como diurético parecen estar sobreestimadas cuando su consumo es habitual en cantidades moderadas (p. ej.: <180 mg)¹⁰⁴.

GUÍAS DE INGESTA DE CARBOHIDRATOS

Debido al papel tan importante que tiene como combustible para el músculo y el sistema nervioso central, la disponibilidad de almacenamiento de hidratos de carbono restringe el rendimiento en ejercicios continuos y prolongados o ejercicios intermitentes, mientras que permite el rendimiento sostenido de ejercicios de alta intensidad. La depleción del glucógeno muscular está asociada con la fatiga y la reducción en la intensidad del ejercicio sostenido, mientras que cantidades insuficientes de

carbohidratos disponibles para el sistema nervioso central perjudican al rendimiento, puesto que influyen en factores como ritmo, percepción de fatiga, capacidad motora y concentración^{3,116}. Y es así como una estrategia principal para promover el rendimiento óptimo en eventos competitivos o en entrenamientos clave, combina las reservas corporales de carbohidratos con las demandas de combustible en cada sesión. Las estrategias para promover la disponibilidad de carbohidratos deberían realizarse antes, durante o en la recuperación entre eventos o sesiones de entrenamiento de alta calidad.

LOGRAR LAS ADECUADAS RESERVAS DE GLUCÓGENO

Adecuar la nutrición y el ejercicio en las horas o días previos a un importante encuentro deportivo permite al atleta comenzar la sesión con las reservas de glucógeno adecuadas con el costo estimado del combustible durante la prueba. En ausencia de lesión muscular severa, las reservas de glucógeno pueden estar normalizadas con 24h de entrenamiento reducido junto con la ingesta adecuada de combustible¹¹⁷ (*Tabla 1*). Las pruebas de duración >90minutos se benefician de tener mayores reservas de glucógeno¹¹⁸, las cuales pueden ser alcanzadas mediante una técnica conocida como recarga de carbohidratos. Este protocolo consigue una súper-compensación del glucógeno muscular, proviene de un estudio original de 1960 sobre las reservas de glucógeno y, al menos en el caso de atletas entrenados, se puede lograr mediante un periodo prolongado de ingesta de una dieta rica en carbohidratos y entrenamiento reducido durante 48h³⁶ (*Tabla 1*).

El consumo de carbohidratos en comidas y/o snacks desde 1 a 4 horas antes del ejercicio podría seguir aumentando la reserva de glucógeno corporal, particularmente los niveles de glucógeno hepático que han sido agotados durante el ayuno de toda la noche¹¹⁷. Esto también puede aumentar una ruta de glucosa intestinal liberada durante el ejercicio¹¹⁷. Ingestas de carbohidratos entre 1 – 4g/Kg, con temporización, cantidades y elección de alimentos adaptados a cada individuo, han mostrado un aumento en la resistencia, el rendimiento y el ejercicio prolongado (*Tabla 1*)^{117,119}. Generalmente, alimentos con contenido bajo en grasas, bajo en fibras y bajo-moderado en proteínas son la elección preferida para este menú pre-ejercicio dado que tiene una tendencia menor a causar problemas gastrointestinales y promueve el vaciado gástrico¹²⁰. La suplementación con alimentos líquidos es útil para los atletas que sufren nervios pre-competición o tienen un horario pre-competición indeterminado y por ello prefiere una opción más fácilmente digerible. Sobre todo, el atleta de manera individual debe elegir una estrategia que se adapte a su situación y a sus experiencias anteriores y pueda ser perfeccionada con una experimentación mayor.

La ingesta de carbohidratos previos al ejercicio no está siempre clara ya que los efectos metabólicos resultantes de la respuesta de insulina incluyen una reducción en la movilización de las grasas y aumento simultáneo en la utilización de carbohidratos¹¹⁹. En algunos individuos, esto puede causar fatiga prematura¹²¹. Las estrategias para evitar este problema incluyen el aseguramiento como mínimo de 1gHC/Kg de peso en la alimentación pre-ejercicio para compensar el incremento de la oxidación de carbohidrato, incluir alguna fuente de proteínas en la alimentación, incluir algún esfuerzo de alta intensidad en el calentamiento pre-ejercicio hasta favorecer la gluconeogénesis hepática y consumir carbohidratos durante el ejercicio¹²². Se ha sugerido otro enfoque en la forma de elegir la comida pre-ejercicio siendo alimentos ricos en carbohidratos con bajo índice glucémico, el cual debe reducir los cambios asociados con la ingesta de carbohidratos, así como promover una liberación mayor de carbohidratos durante el ejercicio. Aunque estudios ocasionales han mostrado que una estrategia para aumentar la capacidad de ejercicio¹²³, resumido en el **EAL (Figura 1 Pregunta #11)** y otros¹¹⁹, en la ingesta pre-ejercicio, no se ha visto que elegir carbohidratos de bajo índice glucémico proporcione un beneficio universal en el rendimiento, aun cuando las alteraciones metabólicas de la ingesta de carbohidratos pre-ejercicio están atenuadas. Igualmente, el consumo de carbohidratos durante el ejercicio, como mayor recomendación en la *Tabla 1*, disminuye algunos efectos de la ingesta pre-ejercicio en el metabolismo y el rendimiento.

Dependiendo de las características que incluyen el tipo de ejercicio, el medio ambiente, la preparación del atleta y la tolerancia a los hidratos de carbono, la ingesta de hidratos de carbono durante el ejercicio proporciona numerosos beneficios en la capacidad deportiva y en el rendimiento mediante mecanismos que incluye economizar el glucógeno, suministro exógeno de un sustrato muscular, prevención de la hipoglucemia y activación de los centros de recompensa en el sistema nervioso central¹¹⁶. La literatura sobre la alimentación con carbohidratos ha conducido a reconocer que diferentes cantidades, tiempos y tipos de carbohidratos son necesarios para lograr diferentes efectos, y que los diferentes efectos pueden solaparse en varios eventos^{36,125}.

La *tabla 1* resume las actuales guías sobre formas de obtener energía durante el ejercicio, destacando las oportunidades donde puede jugar un papel metabólico (eventos de >60 – 90 minutos) y el nuevo concepto de “mouth sensing” (enjuague bucal) en donde la exposición frecuente de carbohidratos en la boca y la cavidad oral es probablemente efectiva para aumentar el rendimiento mediante el efecto que tiene en el sistema nervioso central¹²⁶. Por supuesto, el objetivo práctico de estas guías necesita adaptarse a las preferencias personales y experiencias de cada atleta individual, así como a las oportunidades prácticas brindadas durante el evento o el entrenamiento para obtener y consumir líquidos o alimentos que contengan carbohidratos. Para cumplir con las recomendaciones de las guías,

se puede elegir una variedad de alimentos y líquidos cotidianos, además de productos deportivos formulados que incluyan preparados deportivos; esto incluye productos más nuevos que contienen mezclas de glucosa y fructosa (los denominados “carbohidratos de transporte múltiple”), cuyo propósito es aumentar la absorción intestinal total de carbohidratos¹²⁷. Aunque esto se puede usar en situaciones de ejercicio prolongado donde hay mayores niveles de oxidación exógena de carbohidratos, también pueden prolongar los ejercicios intensos a pesar de disminuir las reservas de glucógeno muscular, **el EAL** encontró evidencia de beneficios pero que actualmente son ambiguas (*Figura 1, Pregunta #9*).

El reestablecimiento del glucógeno es uno de los objetivos de la recuperación post-ejercicio, especialmente entre sesiones de ejercicio dependiente de carbohidratos donde es una prioridad el rendimiento en la segunda sesión. Esta recarga requiere una ingesta adecuada de carbohidratos (*Tabla 1*) y tiempo. Dado que los niveles de resíntesis de glucógeno son sólo de un 5% por hora, una ingesta temprana de carbohidratos en el periodo de recuperación (aproximadamente 1 – 1,2 g/Kg/h durante las primeras 4 – 6 horas) es útil para maximizar la efectividad del tiempo de recarga o reabastecimiento¹¹⁷. Siempre y cuando la ingesta total de carbohidratos y de energía sea adecuada y se alcancen los objetivos nutricionales generales, se pueden elegir comidas y aperitivos dentro de una variedad de alimentos y líquidos de acuerdo a las preferencias personales, así como al tipo y tiempo disponible para la ingesta^{36,117}.

GUÍAS DE INGESTA DE PROTEÍNAS

El consumo de proteínas en los periodos inmediatamente pre y post-ejercicio, a menudo se entrelaza con el consumo de hidratos de carbono porque la mayoría de los atletas toman alimentos, bebidas y suplementos que contengan ambos macronutrientes. Se ha visto que consumir proteína alimentaria cuando hay baja disponibilidad de carbohidratos¹²⁸ y/o el aporte energético es limitado⁵³, justo al inicio del periodo de recuperación post-ejercicio, mejora y acelera la repleción del glucógeno. Por ejemplo, se ha establecido que la recuperación del rendimiento¹²⁹ y la repleción de los niveles de glucógeno⁵³ son similares en atletas que consumen 0,8g de carbohidratos/Kg de peso corporal + 0,4g de proteínas/Kg de peso corporal, comparado con los atletas que consumen sólo carbohidratos (1,2g/Kg de peso corporal). Esto puede ayudar al rendimiento del ejercicio y beneficia a los atletas que frecuentemente se involucran en entrenamientos múltiples o sesiones competitivas durante los mismos o sucesivos días. Aunque la ingesta de proteína puede ayudar a la resíntesis de glucógeno y, cuando se consume próximo a ejercicios de fuerza y de resistencia aumenta la síntesis de proteína muscular (MPS)^{59,130}, hay falta de

evidencias procedentes estudios bien controlados sobre que la suplementación con proteínas aumente de forma directa el rendimiento de los atletas^{131,132}. Sin embargo, un número modesto de estudios han declarado que ingestas de aproximadamente 50 – 100g de proteínas durante el periodo de recuperación conduce a acelerar la recuperación de la fuerza estática y la producción de fuerza dinámica, mientras que se retrasa el inicio del dolor muscular^{133,134}.

A pesar de estos hallazgos, otros estudios muestran que no hay efectos sobre el rendimiento por una ingestión aguda de proteínas, en contraposición a una ingesta con niveles de consumo mucho más prácticos dentro de un consumo a intervalos regulares. Asimismo, hay investigaciones que suponen resultados positivos cuando el grupo control recibe un placebo de agua saborada¹³³ o un placebo que no es isocalórico, resultando imposible descartar o excluir el impacto de la provisión de energía post-ejercicio en los efectos observados¹³⁴.

La ingestión de proteínas durante el ejercicio y durante el periodo de pre-ejercicio parece tener menor impacto en la síntesis de proteína muscular que en el abastecimiento de proteínas post-ejercicio, pero todavía puede aumentar la reparación muscular dependiendo del tipo de entrenamiento que tenga lugar. La ingestión conjunta de proteínas y carbohidratos durante las 2 horas de ejercicio de resistencia intermitente, ha demostrado estimular la síntesis de proteína muscular durante el periodo de ejercicio¹³⁵ y puede extender la adaptación de la ventana metabólica particularmente durante las sesiones de ejercicios de ultra-resistencia¹³⁶. Los potenciales beneficios del consumo de proteínas antes y durante el ejercicio pueden ser el objetivo para los atletas que se centren en la respuesta de la síntesis de proteína muscular durante los ejercicios de resistencia y para quienes busquen aumentar la recuperación en los ejercicios de ultra-resistencia.

La **Figura 1, EAL Preguntas 5-7** resume la literatura del consumo exclusivo de proteína o en combinación con carbohidratos durante la recuperación en varias situaciones. Se necesita más trabajo para esclarecer la relevancia y la utilidad del consumo de proteínas y el rendimiento del posterior ejercicio y si el mecanismo en este contexto era exclusivo de la aceleración de la síntesis del glucógeno muscular. La utilidad de los suplementos de proteínas debería también ser medida frente a los beneficios del consumo de proteínas o de aminoácidos procedentes de las comidas y aperitivos que ya son parte de los planes de nutrición para alcanzar otras metas de rendimiento.

SUPLEMENTOS DIETÉTICOS Y AYUDAS ERGOGÉNICAS

Los motivos externos e internos para mejorar el rendimiento a menudo fomentan que los deportistas consideren el uso de suplementos y alimentos deportivos con marketing atractivo y que son recomendados por su entorno. Los suplementos deportivos representan una industria en constante crecimiento, pero la falta de regulación en la fabricación y el marketing significa que los deportistas pueden caer víctimas de publicidad engañosa y alegaciones infundadas¹³⁷. La prevalencia de suplementación entre los atletas ha sido estimada internacionalmente entre el 37 – 89%, siendo más frecuente entre los deportistas de élite y los de más edad. Las motivaciones de uso incluyen la mejora del rendimiento o la recuperación, aumentar o mantener la salud, incrementar la energía, compensar una nutrición pobre, ayudar al sistema inmunitario y manipular la composición corporal^{138,139}, incluso algunos atletas comienzan a evaluar con un profesional sus hábitos nutricionales de referencia. Además, las costumbres de suplementación de los atletas están normalmente guiadas por su familia, amigos, compañeros de equipo, entrenamientos, internet y tiendas minoristas, más que dietistas deportivos y otros profesionales en las ciencias del deporte¹³⁸.

Las consideraciones en relación al uso de alimentos deportivos y suplementos incluyen una valoración de la eficacia y la potencia. Además, hay problemas de seguridad debido a la presencia de ingredientes tanto visibles como ocultos que son tóxicos y la práctica insuficiente de los atletas en cuanto al consumo inapropiado de dosis elevadas o combinaciones problemáticas de productos. Respecto al cumplimiento con el reglamento antidopaje, permanece una preocupación con la contaminación potencial con sustancias prohibidas o no admisibles. Esto conlleva importantes repercusiones para los atletas que compiten bajo la normativa antidopaje (p. ej.: Asociación Nacional Atlética Colegial, Agencia Mundial Antidoping)¹³⁹. Que la fábrica de suplementos declare como “100% puro”, “calidad farmacéutica”, “libre de sustancias prohibidas”, “Producto Natural para la Salud – NHPH/NPN (en Canadá) o que posea un número de identificación como fármaco, no son indicaciones fiables que garanticen que el suplemento está completamente libre de sustancias prohibidas. Sin embargo, el comercio, una tercera parte de los programas de auditoría pueden proteger independientemente los suplementos dietéticos de las sustancias prohibidas o restringidas en instalaciones de ensayo (ISO 17025 normativa de certificación)¹⁴⁰ de ese modo ofrecen una mayor garantía de suplementos puros para los deportistas preocupados por evitar el incumplimiento del dopaje y ser más idóneos.

La utilización ética de los suplementos deportivos es una elección personal y sigue siendo controvertida. Es el papel del profesional de la salud cualificado, como los dietistas deportivos, construir una relación con los atletas y aportar fiabilidad, información respecto a la conveniencia basada en la evidencia,

eficacia y dosis de uso de los alimentos y suplementos deportivos. Después de completar una evaluación exhaustiva de la práctica nutricional del atleta y su ingesta dietética, los dietistas deportivos deberían animar al atleta para determinar un análisis coste – beneficio del uso de los productos, donde el deportista es responsable de los productos ingeridos y las posteriores consecuencias (a saber: legales, saludables, problemas de seguridad)¹³⁹.

Los beneficios del uso de suplementos y alimentos deportivos incluyen asistencia práctica para conseguir los objetivos nutricionales deportivos, prevención o tratamiento de deficiencia de nutrientes, un efecto placebo y, en algunos casos, un efecto ergogénico directo. Sin embargo, esto debe estar equilibrado minuciosamente con los riesgos, el coste y el potencial del efecto ergogénico^{139,141}. Los factores a considerar en el análisis incluyen un análisis teórico de un objetivo nutricional o el beneficio del rendimiento cuyo resultado se dirige entre el entrenamiento específico del atleta o el programa de competición, la calidad de la evidencia de que el resultado se pueda dirigir hacia los objetivos, experiencia previa respecto a las reacciones individuales y la salud y consecuencias legales.

Relativamente pocos suplementos que declaren tener beneficios ergogénicos están apoyados por evidencias sólidas^{139,141}. La metodología de la investigación sobre la eficacia de la suplementación deportiva está normalmente limitada por el tamaño reducido de la muestra, inscripción de sujetos no cualificados, representación pobre de sub-poblaciones de deportistas (mujeres, atletas de mayor edad, atletas con discapacidad, etc.), test de rendimiento que son poco fiables o irrelevantes, mal control de las variables de confusión, y fallo para incluir las prácticas de nutrición deportiva recomendada o las interacciones con otros suplementos^{139,141}. Incluso cuando hay sólida literatura en la suplementación deportiva, puede que no se cubran todas las aplicaciones que son específicas en un evento, como es el entorno o las características individuales del atleta. El uso de suplementación es mejor cuando se realiza de forma conjunta con un plan nutricional bien elegido. Casi nunca es eficaz al margen de esas condiciones y no está justificado en el caso de atletas jóvenes que puedan hacer mejoras en el rendimiento mediante la maduración en la edad, la experiencia deportiva y el desarrollo de los planes de nutrición deportiva.

Está más allá del alcance de este estudio dirigir la multitud de suplementos deportivos que se usan por parte de los deportistas y advertencias cercanas a las reglas específicas deportivas que permiten su uso. El Instituto Australiano del Deporte ha desarrollado un sistema de clasificación que categoriza los ingredientes de la alimentación deportiva y los suplementos basados en la importancia de la evidencia científica y si el producto es seguro, legal y efectivo en favorecer el rendimiento deportivo¹⁴². La Figura 2 sirve como una guía general para describir los efectos ergogénicos y físicos y los potenciales beneficios

de los suplementos y la alimentación para el deportista^{141,143-148}. Esta guía no significa defender la suplementación específica usada por los atletas, sino que podría sólo ser considerada en situaciones bien definidas.

FIGURA 2: SUPLEMENTOS DIETÉTICOS Y ALIMENTOS DEPORTIVOS CON USO BASADO EN LA EVIDENCIA EN LA NUTRICIÓN DEPORTIVA
Los suplementos pueden actuar como declaran, pero su inclusión no implica que se respalde la postura tomada

CATEGORÍA	EJEMPLOS	USO	PREOCUPACIONES	FUENTE
ALIMENTOS DEPORTIVOS	BEBIDAS DEPORTIVAS BARRITAS DEPORTIVAS CONFITERÍA DEPORTIVA SUPLEMENTOS DE ELECTROLITOS SUPLEMENTOS DE PROTEÍNAS SUPLEMENTOS DE COMIDA LÍQUIDA	ELECCIÓN PRÁCTICA PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS NUTRICIONALES DEPORTIVOS, ESPECIALMENTE CUANDO EL ACCESO A LA COMIDA, LA OPORTUNIDAD DE CONSUMIR LOS NUTRIENTES O LOS PROBLEMAS GASTROINTESTINALES PUEDEN DIFICULTAR EL CONSUMO TRADICIONAL DE ALIMENTOS Y BEBIDAS.	EL COSTE ES MAYOR QUE EL DE LA COMIDA COMPLETA PUEDE SER USADA INNECESARIAMENTE O EN PROTOCOLOS INAPROPIADOS	BURKE Y CATO (2015) ¹⁴¹
SUPLEMENTOS MÉDICOS	SUPLEMENTOS DE HIERRO SUPLEMENTOS DE CALCIO SUPLEMENTOS DE VITAMINA D MULTIVITAMÍNICOS/MINERALES ÁCIDOS GRASOS Ω-3	PREVENCIÓN O TRATAMIENTO DE DÉFICITS DE NUTRIENTES BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN MÉDICO APROPIADO O UN EXPERTO NUTRICIONAL	PUEDE SER AUTO-PRESCRIBIDO DE FORMA INNECESARIA SIN SUPERVISIÓN ADECUADA O SEGUIMIENTO	BURKE Y CATO (2015) ¹⁴¹
SUPLEMENTOS ESPECÍFICOS PARA EL RENDIMIENTO	EFFECTOS ERGOGÉNICOS	EFFECTOS FISIOLÓGICOS Y MECANISMOS DE EFECTO ERGOGÉNICO	PRECAUCIONES DE USO ^A	FUENTE
CREATINA	AUMENTA LA RESISTENCIA DE SERIES DE REPETICIÓN EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD CON RECUPERACIÓN EN PERIODOS CORTOS <ul style="list-style-type: none"> EFFECTO DIRECTO EN RENDIMIENTO DE COMPETICIÓN AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE ENTRENAMIENTO 	AUMENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CREATINA Y FOSFOCREATINA PUEDE TENER OTROS EFFECTOS COMO AUMENTO DEL ALMACENAMIENTO DE GLUCÓGENO Y EFFECTO DIRECTO EN LA SÍNTESIS MUSCULAR DE PROTEÍNA	ASOCIADO CON AUMENTO DE PESO AGUDO (0,6 – 1KG) QUE PUEDE SER PROBLEMÁTICO EN DEPORTISTAS SENSIBLES AL PESO PUEDE CAUSAR MOLESTIAS GASTROINTESTINALES ALGUNOS PRODUCTOS PUEDEN NO CONTENER CANTIDADES O FORMAS ADECUADAS DE CREATINA	TARNOPOLSKY (2010) ¹⁴³
CAFÉINA	REDUCE LA PERCEPCIÓN DE FATIGA PERMITE AL EJERCICIO SER CONTINUO EN INTENSIDAD ÓPTIMA Y PARA MAYORES RENDIMIENTOS	ANTAGONISTA DE LA ADENOSINA CON EFFECTOS EN VARIOS OBJETIVOS CORPORALES INCLUYENDO EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL PROMUEVE LA LIBERACIÓN DE CA ²⁺ DESDE EL RETÍCULO SARCOPLÁSMICO	CAUSA EFFECTOS SECUNDARIOS (P. EJ.: TEMBLOR, ANSIEDAD, AUMENTO DE LA FRECUENCIA CARDIACA) CUANDO SE CONSUMEN EN GRANDES CANTIDADES TÓXICO CUANDO SE CONSUME EN MUY GRANDES DOSIS LAS REGLAS DE COMPETICIÓN DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL ATLÉTICA COLEGIAL PROHÍBEN LA INGESTA DE GRANDES DOSIS QUE PRODUZCAN NIVELES URINARIOS DE CAFÉINA QUE EXCEDAN 15MG/ML ALGUNOS PRODUCTOS NO ESPECIFICAN LA DOSIS DE CAFÉINA O PUEDE CONTENER OTROS ESTIMULANTES	ASTORINO Y ROBERSON (2010) ¹⁴⁴ TARNOPOLSKY (2010) ¹⁴³ BURKE Y COLABORADORES (2013) ¹⁴⁵

SUPLEMENTOS ESPECÍFICOS PARA EL RENDIMIENTO	EFECTOS ERGOGÉNICOS	EFECTOS FISIOLÓGICOS Y MECANISMOS DE EFECTO ERGOGÉNICO	PRECAUCIONES DE USO ^A	FUENTE
BICARBONATO DE SODIO	<p>AUMENTA EL RENDIMIENTO EN EVENTOS QUE POR EL CONTRARIO ESTARÍAN SIENDO LIMITADOS POR EL DESEQUILIBRIO ÁCIDO-BASE ASOCIADO CON NIVELES ALTOS DE GLUCOLISIS ANAERÓBICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • EVENTOS DE ALTA INTENSIDAD DE 1 – 7 MINUTOS • REPETICIÓN DE CARRERAS DE VELOCIDAD DE ALTA INTENSIDAD • CAPACIDAD PARA TENER "SPRINTS" DE MAYOR INTENSIDAD DURANTE UN EJERCICIO DE RESISTENCIA 	<p>CUANDO SE TOME COMO DOSIS AGUDA PRE-EJERCICIO, AUMENTA LA CAPACIDAD AMORTIGUADORA EXTRACELULAR</p>	<p>PUEDA CAUSAR EFECTOS SECUNDARIOS GASTROINTESTINALES QUE CAUSEN DETERIORO DE LA RESISTENCIA EN LUGAR DE BENEFICIO</p>	<p>CARR Y COLABORADORES (2011)¹⁴⁶</p>
B-ALANINA	<p>AUMENTA EL RENDIMIENTO EN EVENTOS QUE POR EL CONTRARIO ESTARÍAN SIENDO LIMITADOS POR EL DESEQUILIBRIO ÁCIDO-BASE ASOCIADO CON NIVELES ALTOS DE GLUCOLISIS ANAERÓBICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • PRINCIPALMENTE FOCALIZADO EN EJERCICIOS DE ALTA INTENSIDAD QUE DUREN ENTRE 60 – 240 SEGUNDOS • PUEDE AUMENTAR LA CAPACIDAD DE ENTRENAMIENTO 	<p>CUANDO SE CONSUME DE FORMA CRÓNICA, SE LOGRA AUMENTAR LA CARNOSINA MUSCULAR (UN AMORTIGUADOR INTRACELULAR)</p>	<p>ALGUNOS PRODUCTOS CON RÁPIDA ABSORCIÓN PUEDEN CAUSAR PARESTESIA (A SABER: SENSACIÓN DE HORMIGUEO)</p>	<p>QUESNELE Y COLABORADORES (2014)¹⁴⁷</p>
NITRATO	<p>AUMENTA LA TOLERANCIA AL EJERCICIO Y ECONOMIZA. AUMENTA EL RENDIMIENTO EN EJERCICIOS DE RESISTENCIA INCLUSO EN DEPORTISTAS NO DE ÉLITE</p>	<p>AUMENTAN LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE NITRITOS PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE ÓXIDO NÍTRICO CON VARIOS EFECTOS VASCULARES Y METABÓLICOS QUE REDUCEN EL COSTE DE OXÍGENO DEL EJERCICIO</p>	<p>EL CONSUMO EN ALIMENTOS MUY CONCENTRADOS (P. EJ.: ZUMO DE REMOLACHA) PUEDE CAUSAR MOLESTIAS ESTOMACALES Y CAMBIAR EL COLOR DE LA ORINA. LA EFICACIA PARECE MENOS PRECISA EN LOS ATLETAS DE ALTO CALIBRE</p>	<p>JONES (2014)¹⁴⁸</p>
<p>^A LOS ATLETAS DEBERÍAN SER APOYADOS PARA REALIZAR UN ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO¹⁴¹ ANTES DE USAR ALGÚN ALIMENTO DEPORTIVO O SUPLEMENTO CONSIDERANDO LOS POSIBLES BENEFICIOS NUTRICIONALES, FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS PARA SUS EVENTOS ESPECÍFICOS, SOPESANDO FRENTE A LAS POTENCIALES DESVENTAJAS. PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE USO DEBERÍAN SER ADAPTADOS AL ESCENARIO INDIVIDUAL (VER REFERENCIAS PARA MÁS INFORMACIÓN) Y LOS PRODUCTOS ESPECÍFICOS DEBERÍAN SER ELEGIDOS CONSIDERANDO EL RIESGO DE CONTAMINACIÓN POR SUSTANCIAS QUÍMICAS INSANAS O ILEGALES.</p>				

Tema 3: Poblaciones y Entornos Especiales.

Deportista vegetariano

Los deportistas pueden elegir una dieta vegetariana por múltiples razones como pueden ser éticas, religiosas y creencias filosóficas sobre la salud, aversiones alimentarias y dificultades económicas o para enmascarar un trastorno alimenticio. Como con cualquier restricción dietética auto-inducida, sería prudente explorar si el atleta vegetariano también presenta algún desorden alimenticio o tiene un claro trastorno de la alimentación^{13,14}. Una dieta vegetariana puede ser nutricionalmente adecuada conteniendo altas ingestas de frutas, verduras, granos completos, frutos secos, productos de la soja, fibra, fitoquímicos y antioxidantes¹⁴⁹. Actualmente, las investigaciones son escasas respecto al impacto en el rendimiento deportivo del vegetarianismo a largo plazo sobre la población deportista¹⁵⁰.

Dependiendo de la extensión de las limitaciones dietéticas, los nutrientes que preocupan a los vegetarianos pueden incluir: energía, proteína, grasa, hierro, zinc, vitamina B12, calcio, ácidos grasos ω -3¹⁴⁹ y bajas ingestas de creatina y carnosina¹⁵¹. Los deportistas vegetarianos pueden tener un riesgo aumentado de baja densidad mineral ósea y fracturas por estrés¹⁵². Otras dificultades prácticas incluyen obtener acceso a alimentos adecuados durante los viajes, en cenas en restaurantes, y en campos de entrenamientos o lugares de competición. Los atletas vegetarianos pueden beneficiarse de una valoración completa dietética y educación para garantizar que tiene una nutrición saludable para soportar el entrenamiento y las demandas de la competición.

ALTITUD

La exposición a la altitud (p. ej.: exposición diaria o intermitente a >2.000m) puede ser una estrategia especializada dentro de los programas de entrenamiento de los atletas o simplemente su entorno diario de entrenamiento¹⁵³. Uno de los objetivos de los bloques de entrenamiento específico en altitud es incrementar de forma natural la masa de los glóbulos rojos sanguíneos (eritropoyesis) por lo que grandes cantidades de oxígeno puedan ser transportadas en la sangre para aumentar el subsiguiente rendimiento deportivo¹¹². La exposición inicial a la altitud conduce a una disminución en el volumen de plasma con el correspondiente aumento de la concentración de hemoglobina. Con el tiempo, hay un incremento neto de los glóbulos rojos y del volumen de sangre, y, por tanto, una mayor capacidad de transportar oxígeno¹⁵⁴. Sin embargo, tener unas reservas suficientes de hierro al inicio del entrenamiento en altitud es esencial para posibilitar las adaptaciones

hematológicas. El consumo de alimentos ricos en hierro con o sin suplementación de hierro puede ser necesario para los atletas antes y durante la exposición a la altitud.

La exposición específica o crónica a ambientes de gran altitud puede incrementar el riesgo de enfermedades, infecciones y adaptaciones no adecuadas al ejercicio debido a los efectos directos de las condiciones de hipoxia hipobárica, volumen o intensidad del entrenamiento fuera de lo habitual, interrupción del sueño e incremento de la exposición a la luz UV¹⁵⁵. Los efectos son mayores con elevaciones más altas y requieren más aclimatación para minimizar el riesgo de enfermedades específicas de la altitud. Una nutrición adecuada es esencial para maximizar el efecto deseado del entrenamiento en altitud o ayudar a una exposición más crónica en un ambiente de mayor altitud. Las claves nutricionales incluyen la adecuada ingesta de energía, carbohidratos, proteínas, líquidos, hierro y alimentos ricos en antioxidantes¹¹². Un incremento del riesgo de deshidratación en la altitud está asociado con la diuresis inicial, aumento de la ventilación y baja humedad, y pérdidas por sudoración durante el ejercicio. Algunos expertos sugieren que se necesita una ingesta de líquidos tan alta como 4 – 5 L con entrenamiento y competición en altitud, mientras que otros recomiendan un seguimiento individual de los niveles de hidratación para determinar los fluidos requeridos en la altitud¹¹².

AMBIENTES EXTREMOS

Las dificultades relacionadas con los ambientes extremos (p. ej.: calor, frío, humedad, altitud) requieren adaptaciones fisiológicas, de conducta y tecnológicas para asegurar la capacidad de los deportistas para rendir al máximo. Cambios en las condiciones ambientales estimulan la actividad de la neurona termorreguladora en el cerebro para aumentar la pérdida de calor (sudoración y vasodilatación de la piel), prevenir la pérdida de calor (vasoconstricción de la piel), o inducir una ganancia de calor (escalofríos, tiritona). La activación simpática neuronal provoca alteraciones en el flujo sanguíneo de la piel para variar la transferencia de calor por convección desde el centro hacia la piel (o viceversa) lo que se requiere para mantener una temperatura central óptima. Las únicas consideraciones de los problemas relacionados con la alimentación se presentan cuando el ejercicio es en ambientes de calor o frío^{107,155,156}.

AMBIENTES CALUROSOS

Cuando la temperatura ambiente excede la temperatura corporal, el calor no puede ser disipado por radiación; es más, la disipación potencial del calor por evaporación o sudoración está sustancialmente reducida cuando la humedad relativa es alta^{107,156}. La enfermedad por calor por una exposición al calor extremo puede dar como resultado modificaciones en el apetito además de serias implicaciones de la salud (p. ej.: agotamiento por calor

o golpe de calor por el esfuerzo). El agotamiento por calor se caracteriza por la imposibilidad de mantener el gasto cardíaco relacionado con el estrés por calor en el ejercicio, que causa una elevación de la temperatura de la piel con o sin hipertermia ($>38,5^{\circ}\text{C}$). Los síntomas del agotamiento por calor pueden incluir ansiedad, mareos y desmayos. El golpe de calor por el esfuerzo (hipertermia corporal central, normalmente $>40^{\circ}\text{C}$) es el más serio y conlleva disfunción multiorgánica, incluyendo edema cerebral, con síntomas de anomalías en el sistema nervioso central, delirio y convulsiones, por lo que puede ser mortal^{107,156}.

Competiciones deportivas en eventos prolongados realizados en condiciones de calor (p. ej.: partido de tenis o maratón) y que obliga a llevar ropa excesiva (p. ej.: jugadores de fútbol americano o competidores de BMX) son los que tienen mayor riesgo de sufrir enfermedad por calor¹¹¹. Las estrategias para reducir la alta temperatura de la piel y las pérdidas por sudoración abundante (líquidos y electrolitos) son requeridas para minimizar las dificultades cardiovasculares y de hipertermia que pueden afectar al rendimiento deportivo cuando se ejercitan en calor; los deportistas deberían estar controlados regularmente cuando hay riesgo de enfermedad relacionada con el calor^{107,156}. Las estrategias específicas incluyen: aclimatación, planificación individualizada de la hidratación, seguimiento regular de los niveles de hidratación, comenzar el ejercicio euhydratado, consumir bebidas frías durante el ejercicio y la posibilidad de incluir electrolitos^{107,156}.

AMBIENTES FRÍOS

El rendimiento deportivo en ambientes fríos puede presentar varios retos dietéticos que requieran una planificación cuidadosa para tener un soporte nutricional óptimo. Un gran número de deportes entrenan y compiten en ámbitos fríos como los deportistas de resistencia (p. ej.: esquiadores nórdicos) y eventos con jurado/jueces (p. ej.: esquí de estilo libre). Además, las variaciones drásticas e imprevistas del ambiente pueden cambiar un evento de clima templado (p. ej.: carrera en bicicleta de montaña de campo a través o triatlón) a unas condiciones de frío extremo en un periodo corto de tiempo, teniendo que abandonar aquellos atletas que no estén preparados para enfrentarse al frío.

La principal preocupación del ejercicio en ambientes fríos es mantener la euhydratación y la temperatura corporal¹⁵⁶. Sin embargo, la producción térmica inducida por el ejercicio y la ropa apropiada normalmente son suficientes para minimizar las pérdidas de calor^{155,156}. Cuando la preparación es adecuada (p. ej.: quitarse la ropa mojada, mantener los músculos calientes tras los ejercicios de calentamiento) los atletas pueden tolerar el frío intenso en la búsqueda del éxito deportivo. Los atletas más delgados y pequeños son los que tienen mayor riesgo de hipotermia debido a que se requiere un aumento de la producción de calor para mantener la temperatura central y disminuye el aislamiento por la grasa corporal reducida. Metabólicamente, los requerimientos energéticos (de carbohidratos) están aumentados, especialmente cuando hay tiritona para mantener la temperatura central^{155,156}.

Varios factores pueden aumentar el riesgo de hipohidratación cuando se hace ejercicio en ambientes frío, como: diuresis inducida por el frío, sensación de sed disminuida, reducción del deseo de beber, acceso limitado a líquidos, auto-restricción de la ingesta de líquidos para minimizar la micción, pérdidas por sudoración procedentes del exceso de vestimenta y aumento de la respiración por la exposición a la elevada altitud.

En ambientes fríos, la hipohidratación que causa una pérdida del 2-3% del peso corporal es menos negativo en el rendimiento en ejercicios de resistencia que las pérdidas similares ocurridas en ambientes calurosos^{104,155,156}. La exposición al frío intenso puede ser problemática en el entrenamiento frente a los días de competición, dado que la duración del entrenamiento puede exceder la duración de la competición y los comisarios puede retrasar la competición por inclemencias meteorológicas, pero los atletas pueden continuar entrenando en condiciones similares. La energía de los deportistas, macronutrientes y líquidos ingeridos deben ser regularmente evaluados y cambiados en función del peso corporal y de los niveles de hidratación durante el ejercicio, tanto en ambientes fríos como cálidos. Educar a los atletas en la modificación de su energía, de la ingesta de carbohidratos y de las estrategias de recuperación de acuerdo con el entrenamiento o las demandas de la competición, promueve una adaptación óptima al entrenamiento y mantenimiento de la salud. Consejos prácticos para la preparación y la selección de los alimentos y líquidos apropiados que resistan la exposición al frío, asegurarán que los atletas estén equipados para hacer frente a los fenómenos meteorológicos extremos.

Tema 4: Funciones y Responsabilidades de los Dietistas Deportivos.

La práctica de la nutrición deportiva requiere combinar el conocimiento de varios temas: nutrición clínica, ciencias de la nutrición, fisiología del ejercicio y aplicaciones de las investigaciones basadas en la evidencia. Cada vez más, los atletas y los deportistas individuales buscan profesionales que les guíen para hacer una elección óptima de los alimentos y las bebidas para ayudar a aumentar su rendimiento físico. Los dietistas deportivos expertos demuestran el conocimiento, las habilidades y la experiencia necesaria para ayudar a los deportistas y los equipos de trabajo para conseguir sus objetivos relacionados con el rendimiento.

La Comisión de Registro Dietético (la agencia acreditada por la Academia de Nutrición y Dietética) ha creado un único título para que se registren los dietistas-nutricionistas que se especializan en la práctica dietética deportiva con amplia experiencia para trabajar con deportistas. El Certificado de Especialista en Dietética Deportiva (CSSD, en inglés) es un título que designa como el principal profesional en la nutrición deportiva acreditado en los Estados Unidos y es apto internacionalmente, incluso en Canadá. Los especialistas en la dietética deportiva proporcionan seguridad, efectividad y valoraciones nutricionales basadas en la evidencia,

guías y asesoramiento para la salud y el rendimiento de los deportistas, las organizaciones deportivas y de actividad física para personas individuales y grupo.

Para los detalles de la certificación del CEDD se hace referencia al registro de la Comisión de Dietética: www.cdrnet.org. Aumentar los conocimientos en la nutrición deportiva y la continua educación también se pueden lograr complementando con un título de post-grado reconocido como es el diploma en Nutrición Deportiva que se realiza a distancia durante 2 años y que es ofrecido por el Comité Olímpico Internacional.

Para más información, consulte el Sport Oracle: www.sportsoracle.com/Nutrition/Home.

La Academia de Nutrición y Dietética¹⁵⁷ describe las competencias del dietista deportivo como: “proporcionar terapia médica nutricional en atención directa y diseño, implementación y gestión con eficacia y seguridad de las estrategias nutricionales que mejoran la salud para toda la vida, la condición física y el rendimiento físico óptimo”. Las funciones y responsabilidades de los dietistas deportivos que trabajan con atletas están resumidos en la *Figura 3*.

Figura 3: FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DEL DIETISTAS DEPORTIVO

FUNCIÓN DEL DIETISTA DEPORTIVO	RESPONSABILIDADES
VALORACIÓN DE LAS NECESIDADES NUTRICIONALES Y DE LA PRÁCTICA NUTRICIONAL ACTUAL	<ul style="list-style-type: none"> • INGESTA DE ENERGÍA, NUTRIENTES Y LÍQUIDOS ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DEL ENTRENAMIENTO Y LAS COMPETICIONES. • PROBLEMAS DE SALUD RELACIONADOS CON LA NUTRICIÓN (DESÓRDENES ALIMENTICIOS, ALERGIAS E INTOLERANCIAS A ALIMENTOS, CALAMBRES MUSCULARES, HIPOGLUCEMIA, ETC.) Y OBJETIVOS SOBRE LA COMPOSICIÓN CORPORAL. • INGESTA DE ALIMENTOS Y LÍQUIDOS, ASÍ COMO EL GASTO ENERGÉTICO ESTIMADO DURANTE LOS DÍAS DE DESCANSO, DE MENOR INTENSIDAD O DE VIAJES. • NECESIDADES NUTRICIONALES EN CONDICIONES EXTREMAS (P. EJ.: ENTRENAMIENTOS EN ALTURA, PROBLEMAS DEL ENTORNO). • ADECUACIÓN DEL PESO CORPORAL DEL ATLETA Y LOS FACTORES DE RIESGO METABÓLICOS ASOCIADOS CON EL BAJO PESO CORPORAL. • PRÁCTICAS DE SUPLEMENTACIÓN. • MEDIDAS BÁSICAS DE ALTURA Y PESO CORPORAL, CON POSIBLE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL
INTERPRETACIÓN DE RESULTADO DE PRUEBAS (P. EJ.: BIOQUÍMICAS, ANTROPOMÉTRICAS)	<ul style="list-style-type: none"> • ANÁLISIS DE SANGRE Y ORINA, COMPOSICIÓN CORPORAL Y RESULTADOS DE TEST PSICOLÓGICOS, INCLUYENDO NIVELES DE HIDRATACIÓN.
PRESCRIPCIONES DIARIAS Y EDUCACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • ESTRATEGIAS DIETÉTICAS PARA APOYAR CAMBIOS DE COMPORTAMIENTO PARA MEJORAR LA SALUD, LA RESISTENCIA FÍSICA Y LOS OBJETIVOS DE COMPOSICIÓN CORPORAL Y/O DESÓRDENES ALIMENTICIOS. • RECOMENDACIONES DIETÉTICAS PRESCRITAS RELATIVAS A LOS OBJETIVOS PERSONALES DEL ATLETA Y LAS PREOCUPACIONES SOBRE EL ENTRENAMIENTO, LA COMPOSICIÓN CORPORAL Y/O LA NUTRICIÓN EN LA COMPETICIÓN Y/O PERIODIZACIÓN DE LA PÉRDIDA DE GRASA O DE PESO. • CANTIDAD, CALIDAD Y TIEMPO PARA INGERIR ALIMENTOS Y LÍQUIDOS ANTES, DURANTE Y DESPUÉS DE LOS ENTRENAMIENTOS Y/O LA COMPETICIÓN PARA AUMENTAR LA CAPACIDAD DE ENTRENAMIENTO DEL EJERCICIO, LA RESISTENCIA Y EL RENDIMIENTO • CONSEJO TERAPÉUTICOS MÉDICOS NUTRICIONALES CORRESPONDIENTES PARA HACER ÚNICAS LAS CONSIDERACIONES DIETÉTICAS (DESÓRDENES ALIMENTICIOS, ALERGIAS ALIMENTARIAS, DIABETES, MOLESTIAS GASTROINTESTINALES, ETC.) • PLANIFICACIÓN DEL MENÚ, GESTIÓN DEL TIEMPO, COMPRA DE VÍVERES, PREPARACIÓN DE ALIMENTOS, ALMACENAMIENTO DE ALIMENTOS, PRESUPUESTOS PARA ALIMENTOS, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y MODIFICACIÓN DE RECETAS PARA LOS DÍAS DE ENTRENAMIENTO Y/O COMPETICIÓN • SELECCIÓN DE ALIMENTOS DURANTE LOS VIAJES, RESTAURANTES Y ENTRENAMIENTOS Y CENTROS DE COMPETICIÓN • SUPLEMENTACIÓN, AYUDAS ERGOGÉNICAS, ALIMENTOS FORTIFICADOS, ETC. QUE CUMPLAN CON LA LEGALIDAD, SEGURIDAD Y EFICACIA.

	<ul style="list-style-type: none"> • EDUCACIÓN NUTRICIONAL DEPORTIVA, DESARROLLO DE RECURSOS Y AYUDAS PARA LOS DEPORTISTAS INDIVIDUALES, EQUIPOS COMPLETOS Y/O CON ENTRENADORES, DEPORTISTAS INSTRUCTORES, EMPLEADOS DEL SERVICIO DE ALIMENTACIÓN, ETC.
<p>COLABORACIÓN E INTEGRACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> • CONTRIBUIR COMO MIEMBRO DE UN EQUIPO MULTIDISCIPLINAR DENTRO DEL MARCO DEPORTIVO PARA INTEGRAR LOS PROGRAMAS DE NUTRICIÓN DENTRO DE LA PLANIFICACIÓN ANUAL DEL EQUIPO O DEL DEPORTISTA EN LOS ENTRENAMIENTOS O LAS COMPETICIONES. • COLABORAR CON LOS EQUIPOS/DESARROLLADORES PROFESIONALES DEL ÁMBITO DE LA SALUD (MÉDICO, ENTRENADOR DEPORTIVO, FISIÓLOGO, PSICÓLOGO, ETC.) PARA LA GESTIÓN DEL RENDIMIENTO DEL DEPORTISTA
<p>EVALUACIÓN Y PROFESIONALIDAD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EVALUACIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA Y PROVISIÓN DE EVALUACIÓN BASADA EN LA EVIDENCIA Y APLICACIÓN DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO. • DESARROLLO DE LA SUPERVISIÓN DE LAS ESTRATEGIAS Y PROCEDIMIENTOS NUTRICIONALES. • DOCUMENTACIÓN DE LOS RESULTADOS MEDIBLES DE LOS SERVICIOS DE NUTRICIÓN. • CAPTACIÓN Y RETENCIÓN DE CLIENTES Y DE ATLETAS. • PROVISIÓN DE SERVICIOS REEMBOLSABLES (P. EJ.: TERAPIA MÉDICA NUTRICIONAL DE LA DIABETES) • FOMENTAR UNA TRAYECTORIA DE LARGA DURACIÓN TANTO EN INDIVIDUOS ACTIVOS, COLEGIALES Y ATLETAS PROFESIONALES. • SERVIR COMO MENTOR PARA EL DESARROLLO DE LA DIETÉTICA DEPORTIVA PROFESIONAL. • MANTENER LA TITULACIÓN POR PARTICIPACIÓN ACTIVA EN ACTIVIDADES EDUCATIVAS CONTINUAS ESPECÍFICAS DE LA PROFESIÓN.

Resumen

A continuación, se resumen las evidencias presentadas en el presente dictamen/texto:

- Los atletas necesitan consumir energía que sea adecuada en cantidad y tiempo de ingesta durante los periodos de alta intensidad y/o entrenamientos de larga duración para mantener la salud y maximizar los resultados del entrenamiento. La baja disponibilidad de energía puede tener como resultado una pérdida de masa muscular no deseada; disfunciones menstruales y alteraciones hormonales; densidad ósea menor de la deseada; un aumento del riesgo de fatiga, lesiones y enfermedad; adaptaciones alteradas y un proceso de recuperación más prolongado.
- El objetivo principal de la dieta en el entrenamiento es proporcionar soporte nutricional para permitir al atleta estar sano y libre de lesiones mientras maximiza las funciones y las adaptaciones metabólicas para un programa de ejercicio periodizado que les permitan conseguir cumplir las necesidades para lograr un buen rendimiento en la competición. Mientras algunas estrategias nutricionales permiten al atleta entrenar duro y recuperarse rápidamente, otros pueden enfocarse en aumentar los estímulos del entrenamiento o la adaptación.
- El físico óptimo, incluyendo talla corporal, forma y composición (p. ej.: niveles de masa muscular y de grasa corporal), depende del sexo, la edad, la herencia del atleta y puede ser específico del deporte y de la competición. Las técnicas de valoración física tienen limitaciones inherentes de fiabilidad y validez, pero con protocolos de medida estandarizados y cuidado en la interpretación de los resultados, pueden aportar información útil. Donde se requiera un manejo significativo de la composición corporal, debería idealmente tener lugar antes de la temporada de competición para minimizar el impacto de la resistencia en el evento o depender de técnicas de pérdida de peso rápidas.
- Los almacenes corporales de los hidratos de carbono proporcionan una importante fuente de energía para el cerebro y los músculos durante el ejercicio, y son manejados según el ejercicio y la ingesta diaria. Las recomendaciones de ingesta normal de carbohidratos están en rangos de 3 – 10g/Kg de peso corporal/día (pudiendo subir hasta 12g/Kg de peso/día para actividades extremas y prolongadas), dependiendo del tipo de demanda energética del entrenamiento o la competición, el equilibrio entre el rendimiento y las adaptaciones al objetivo del entrenamiento, la energía total que el atleta requiere y los objetivos de composición corporal. Los objetivos deberían ser individualizados para el atleta en cada competición, así como periodizados según la

semana, los ciclos de entrenamiento en cada temporada de acuerdo con los cambios de volumen en el ejercicio y la importancia de la alta disponibilidad de carbohidratos para diferentes sesiones de ejercicio.

- Las recomendaciones para la ingesta de proteínas están normalmente en rangos de 1,2 – 2g/Kg de peso corporal/día, pero recientemente se expresan en términos de espaciamiento regular de la ingesta en cantidades modestas de proteína de alta calidad (0,3 g/Kg de peso corporal) después de hacer ejercicio y durante todo el día. Así las ingestas pueden obtenerse de fuentes de alimentos. Una ingesta adecuada de energía es necesaria para optimizar el metabolismo de las proteínas y cuando la disponibilidad de energía es reducida (p. ej.: para reducir el peso corporal o la grasa), se necesitan ingestas elevadas de proteínas para ayudar a la síntesis de proteína muscular y la retención de masa libre de grasa.
- Para la mayoría de los atletas, la grasa ingerida asociada a los hábitos alimentarios que satisfacen los objetivos dietéticos son rangos de 20 – 35% del total de la ingesta energética. Consumir $\leq 20\%$ de la energía en forma de grasa no es beneficioso para el rendimiento y una restricción extrema de la grasa puede limitar los alimentos necesarios para conseguir el bienestar general y los objetivos de rendimiento. La literatura actual no apoya las declaraciones que dicen que dietas extremadamente altas en grasas o restringidas en carbohidratos producen un beneficio en el rendimiento de los deportistas competitivos.
- Los atletas deberían consumir dietas que proporcionasen al menos las CDR de todos los micronutrientes. Los deportistas que restrinjan la ingesta energética o realicen prácticas severas de pérdida de peso, eliminen por completo determinados grupos de alimentos de su dieta o sigan otras filosofías extremas, son los que tienen mayor riesgo de presentar deficiencias de micronutrientes.
- Un objetivo primordial en la nutrición en competición es abordar los factores relacionados con la nutrición que puedan limitar el rendimiento porque causen fatiga y un deterioro en las habilidades o en la concentración sobre el curso de la competición. Por ejemplo, en eventos que dependen de la disponibilidad muscular de carbohidratos, comidas realizadas en los días anteriores al evento deberían proporcionar suficiente cantidad de carbohidratos para lograr que las reservas de glucógeno tengan tanta energía como la que vaya a ser utilizada durante el día de la prueba.

Un ejercicio reducido y una dieta rica en carbohidratos (7-12g/Kg de peso/día) pueden normalizar los niveles de glucógeno al largo de 24 horas, mientras que si se extiende a 48 horas, se puede conseguir la supercompensación de glucógeno.

- Los alimentos y líquidos consumidos entre 1 – 4 horas antes de un evento deberían contribuir a las reservas de carbohidratos (particularmente, en el caso de pruebas por la mañana temprana, para restaurar el glucógeno hepático después del ayuno de toda la noche), consiguiendo un estado de hidratación apropiado y manteniendo un confort gastrointestinal a lo largo de todo el evento. El tipo, tiempo y cantidad de comida o bebidas incluidas en esta comida pre-evento y/o aperitivo puede ser bien tolerada y debe estar de acuerdo con las preferencias individuales, tolerancias y experiencias de cada atleta.
- La deshidratación y la hipohidratación pueden aumentar la percepción del esfuerzo y disminuir el rendimiento del ejercicio; así, una ingesta apropiada antes, durante y después del ejercicio es importante para la salud y el rendimiento óptimo. El objetivo de ingesta de líquidos durante el ejercicio está dirigido a las pérdidas por sudoración las cuales ocurren para ayudar a la termorregulación. Los planes individuales de ingesta de líquidos deberían ser desarrollados para usar las oportunidades de beber durante el entrenamiento o la competición para reponer tanto líquido como se haya perdido con el sudor; ni beber en exceso sobrepasando la tasa de sudoración ni permitir la deshidratación que alcance niveles problemáticos. Después del ejercicio, el atleta debería reponer el balance de líquidos bebiendo un volumen de fluido equivalente al 125 – 150% del déficit de líquido restante (p. ej.: 1,25 – 1,5L/Kg de peso perdido).
- Una estrategia nutricional adicional para los eventos de >60 minutos de duración es consumir carbohidratos de acuerdo con su potencial para aumentar el rendimiento. Estos beneficios se logran por una variedad de mecanismos que pueden ocurrir independientemente o de forma simultánea y son generalmente divididos en metabólicos (proporcionar energía a los músculos) y centrales (dar soporte al sistema nervioso central). Normalmente, una ingesta de 30 – 60g/hora proporciona beneficios para contribuir a las necesidades energéticas de los músculos y el mantenimiento de la concentración de glucosa en sangre, aunque en eventos muy prolongados (más de 2,5 horas) u otros escenarios donde las reservas endógenas de carbohidratos están considerablemente agotadas, ingestas mayores (hasta 90g/hora) se asocian con mejor rendimiento. Incluso en eventos constantes de alta intensidad de 45 – 75 minutos donde hay pocas necesidades de ingesta de carbohidratos que jueguen un papel metabólico, la exposición frecuente de la boca y la cavidad oral a pequeñas cantidades de carbohidratos puede aumentar el rendimiento y estimular el cerebro y el sistema nervioso central.
- La recuperación acelerada del rendimiento entre sesiones de entrenamientos con alta demanda fisiológica o eventos competitivos, requiere de una ingesta apropiada de líquidos, electrolitos, energía y carbohidratos para promover la rehidratación y reestablecer el glucógeno muscular. Una ingesta de carbohidratos de 1 – 1,2g/Kg/h comenzando durante la fase temprana de recuperación y continuando hasta las 4 – 6 horas, optimizará los

niveles de resíntesis de glucógeno muscular. La disponibilidad de evidencia sugiere que una ingesta temprana de proteínas de alta calidad (0,25 – 0,3 g/Kg de peso) proveerá aminoácidos para construir y reparar los almacenes de glucógeno en situaciones donde la ingesta de carbohidratos es insuficiente.

- En general, los suplementos de vitaminas y minerales son innecesarios para los atletas que consuman una dieta que les aporte alta energía proveniente de una gran variedad de nutrientes. Un suplemento multivitamínico o mineral puede ser apropiado en algunos casos cuando esas condiciones no existan; por ejemplo, si un atleta está siguiendo una dieta restringida en energía o es reacio o incapaz de consumir una dieta suficientemente variada. Las recomendaciones de suplementación deberían ser individualizadas, dándose cuenta de que el objetivo de la suplementación está indicado en el tratamiento o la prevención de una deficiencia (p. ej.: hierro, vitamina D).
- Los atletas deberían ser cuidadosamente asesorados sobre el uso apropiado de los alimentos para deportistas y de las ayudas ergogénicas nutricionales. Algunos productos sólo deberían usarse tras evaluar cuidadosamente la seguridad, la eficacia, la potencia y el cumplimiento con los códigos antidoping y requerimientos legales.
- Los deportistas vegetarianos pueden tener riesgo por baja ingesta de energía, proteínas, grasas, creatina, carnosina, ácidos grasos ω -3 y micronutrientes clave como el hierro, el calcio, la riboflavina, el zinc y la vitamina B₁₂.



Nutrition and Athletic Performance

Position of Dietitians of
Canada, the Academy
of Nutrition and Dietetics
and the American College
of Sports Medicine

February 2016

Copyright © 2016 by Dietitians of Canada, the Academy of Nutrition and Dietetics and the American College of Sports Medicine. All rights reserved. Permission to reprint in its entirety. For noncommercial use only.

Concurrent publication of this joint position paper:

- DC website www.dietitians.ca/sports
- Canadian Journal of Dietetic Practice and Research (abstract, position statement)
- Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics
- Medicine & Science in Sports and Exercise®

