Article

Nutrición y Rendimiento Deportivo

D.Thomas Travis[1], Kelly Anne Erdman[2], Louise M. Burke[3] y Mary MacKillop[4]

[1]*College of Health Sciences, University of Kentucky, Lexington, KY*
[2]*Canadian Sport Institute Calgary/University of Calgary Sport Medicine Centre, Calgary, AB, Canada.*
[3]*AIS Sports Nutrition/Australian Institute of Sport Australia*
[4]*Institute of Health Research, Australian Catholic University)*

Revisores:

Academia:
Sports, Cardiovascular and Wellness Nutrition dietetic practice group (Jackie Buell, PhD, RD, CSSD, ATC Ohio State University, Columbus, OH); Amanda Carlson-Phillips, MS, RD, CSSD (EXOS - Phoenix, AZ); Sharon Denny, MS, RD (Academy Knowledge Center, Chicago, IL); D. Enette Larson-Meyer, PhD, RD, FACSM (University of Wyoming, Laramie, WY);
Mary Pat Raimondi, MS, RD (Academy Policy Initiatives & Advocacy,
Washington DC);

DC:
Ashley Armstrong, MS, RD (Canadian Sport Institute Pacific, Vancouver, Victoria and Whistler, BC, Canada); Susan Boegman, BSc, RD, IOC Dip Sport Nutrition (Canadian Sport Institute Pacific, Victoria BC, Canada); Susie Langley MS, RD, DS, FDC (Retired, Toronto, ON, Canada);
Marielle Ledoux, PhD, PDt (Professor, University of Montreal, Montreal, QC, Canada); Emma McCrudden, MSc (Canadian Sport Institute Pacific, Vancouver, Victoria and Whistler, BC, Canada); Pearle Nerenberg, MSc, PDt (Pearle Sports Nutrition, Montreal, QC, Canada); Erik Sesbreno, BSc, RD, IOC Dip Sport Nutrition (Canadian Sport Institute Ontario, Toronto, Ontario, Canada).

ACSM:
Dan Benardot, PhD, RD, LD, FACSM (Georgia State University Atlanta, GA); Kristine Clark, PhD, RDN, FACSM (The Pennsylvania State University, University Park, PA); Melinda M. Manore, PhD, RD, CSSD, FACSM (Oregon State University, Corvallis, OR); Emma Stevenson BSc, PhD (Newcastle University, Newcastle upon Tyne, Tyne and Wear, UK).

Grupo de Trabajo del Comité de Recomendaciones la Academia (*Academy Positions Committee Workgroup*)
Connie Diekman, Med, RD, CSSD, LD (chair) (Washington University, St. Louis, MO); Christine A. Rosenbloom, PhD, RDN, CSSD, FAND (Georgia State University, Atlanta, GA); Roberta Anding, MS, RD/LD, CDE, CSSD, FAND (content advisor) (Texas Children´s Hospital, Houston and Houston Astros MLB Franchise, Houston,TX).

RESUMEN

Organizaciones como Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada y The American College of Sports Medicine han establecido que el rendimiento durante las actividades y durante la recuperación de las mismas, puede mejorar mediante la implementación de estrategias de nutrición correctamente seleccionadas. Estas organizaciones aportan directrices para el tipo, cantidad y momento de ingesta adecuada de alimentos, líquidos y suplementos con el fin de promover una salud y rendimiento óptimos en diferentes escenarios de entrenamiento y de competencia deportiva. Esta declaración de posición fue elaborada por los miembros de Academy of Nutrition Dietetics, Dietitians of Canada (DC) y del

American College of Sports Medicine (ACSM), para otras asociaciones profesionales, agencias gubernamentales, para la industria y para el público. En la misma se esbozan las posturas de la Academia, de DC y del ACSM sobre aquellos factores nutricionales que influyen en el rendimiento deportivo y sobre las nuevas tendencias en el campo de la nutrición deportiva. Los atletas deben consultar a un dietista/nutricionista registrado para obtener un plan de nutrición personalizado. En los Estados Unidos y en Canadá, los Especialistas Certificados en Nutrición Deportiva (Certified Specialist in Sports Dietetics o CSSD) son especialistas en dietética/nutricionistas certificados y expertos en nutrición deportiva.

DECLARACION DE POSICIÓN

Es la posición de *Academy of Nutrition and Dietetics, de Dietitians of Canada* y del *American College of Sports Medicine* que el rendimiento en las actividades deportivas y la recuperación de las mismas, mejora mediante estrategias de nutrición correctamente seleccionadas. Estas organizaciones aportan directrices para el tipo, cantidad y momento de ingesta adecuada de alimentos, líquidos y suplementos para promover la salud y el rendimiento óptimo a través de diferentes escenarios de entrenamiento y de competencia deportiva.

Esta declaración de posición conjunta fue redactada por *Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada* (DC) y el *American College of Sports Medicine* (ACSM). Este documento fue publicado simultáneamente en *Medicine & Science in Sports & Exercise ®*, en el *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, y en el *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research*.

Este documento describe las recomendaciones actuales de energía, nutrientes y fluidos para adultos activos y atletas de competición. Estas recomendaciones generales pueden ser ajustadas por nutricionistas deportivos para contemplar los problemas específicos de los atletas individuales en función de la salud, las necesidades de nutrientes, los objetivos de rendimiento, las características físicas (es decir, tamaño, forma, crecimiento y composición corporal), los desafíos prácticos y las preferencias alimentarias. Dado que la acreditación práctica varía internacionalmente, en este artículo utilizaremos el término ''nutricionista deportivo'' para abarcar todas las condiciones de acreditación, entre las que se incluyen RDN, RD, CSSD y PDt.

Este documento de posición académico incluye la revisión independiente de la literatura realizada por los autores además de la revisión sistemática realizada usando Proceso de Análisis de Evidencia de la Academia y la información de la Biblioteca de Análisis de Evidencia de la Academia (EAL). Los temas de la EAL están claramente delineados. El uso de un enfoque basado en la evidencia aporta importantes beneficios adicionales a los métodos de revisión anteriores. La principal ventaja de este enfoque es la estandarización más rigurosa de los criterios de revisión, lo que minimiza la probabilidad de sesgo en la revisión y aumenta la facilidad con que se pueden comparar artículos dispares. Para obtener una descripción más detallada de los métodos utilizados en el proceso de análisis de pruebas, consultar el Proceso de Análisis de Evidencia de la Academia en la dirección https: // www.andevidencelibrary.com/eaprocess.

Un grupo de trabajo de expertos asigna un grado a las Declaraciones de Conclusión sobre la base del análisis sistemático y de la evaluación de las evidencias de investigación que las sustentan. Grado I = Bueno; Grado II = Regular; Grado III = Limitado; Grado IV = Solo Opinión de Expertos; y Grado V = No asignable (porque no hay pruebas para apoyar o refutar la conclusión). Ver definiciones de los grados en www.andevidencelibrary.com/.

La información basada en la evidencia para este y otros temas se puede encontrar en https://www.andevidencelibrary.com y las suscripciones para quienes no poseen membresía se pueden adquirir en https: // www.andevidencelibrary.com/store.cfm.

ANÁLISIS BASADO EN LA EVIDENCIA

Este trabajo se desarrollo utilizando la Biblioteca de Análisis de Evidencia de la Academia de Nutrición y Dietética (EAL) y expondremos algunos temas clave relacionados con la nutrición y el rendimiento deportivo. La EAL es una síntesis de la investigación nutricional relevante sobre importantes cuestiones nutricionales prácticas. El rango de publicación del análisis basado en evidencia que se consideró fue desde Marzo de 2006 hasta Noviembre de 2014. Para obtener mas detalles sobre la revisión sistemática y la metodología consultar www.andevidencelibrary.com. La Tabla 1 presenta los cuestionamientos basados en la evidencia que se utilizaron en este trabajo de posición.

Tabla1. Análisis de los cuestionamientos basados en la evidencia incluidos en esta declaración de posición. Consultar www.andevidencelibrary.com para obtener la lista completa de los análisis de evidencia consultados.

Preguntas EAL	Conclusión y grado de evidencia
Balance de energía y la composición corporal	
# 1: En los atletas adultos, ¿qué efecto tiene un balance energético negativo en el rendimiento físico?	En tres de los seis estudios realizados con atletas masculinos y femeninos, el balance energético negativo (pérdidas de 0,02% a 5,8% de masa corporal; durante cinco períodos de 30 días) no se asoció con una disminución en el rendimiento. En los tres estudios restantes donde se observaron disminuciones tanto en el rendimiento aeróbico como en el anaeróbico, las tasas de pérdida de peso mas lentas (0,7% de reducción de masa corporal) fueron más beneficiosas para el rendimiento en comparación con las tasas mas rápidas (1,4% de reducción de masa corporal) y un estudio demostró que la restricción energética auto seleccionada provocó una disminución en los niveles hormonales.
	Grado II. Regular
# 2: En atletas adultos, ¿Cuales son los requerimientos de tiempo, energía y macronutrientes para aumentar la masa corporal magra?	Durante períodos de 4 a 12 semanas, el aumento de la ingesta de proteínas en condiciones hipocalóricas mantiene la masa corporal magra en atletas entrenados en fuerza varones y mujeres. Cuando se proporciona la energía adecuada o la pérdida de peso es gradual, es posible observar un aumento en la masa corporal magra.
	Grado III: Limitado
Recuperación	
# 3: En los atletas adultos, ¿cuál es el efecto del consumo de carbohidratos en las respuestas metabólicas específicas de los carbohidratos y de las proteínas y/o en el rendimiento físico durante la recuperación?	Sobre la base de la limitada evidencia disponible, no se observaron efectos claros de la administración de suplementos de carbohidratos durante y después del ejercicio de resistencia sobre las respuestas metabólicas específicas de carbohidratos y proteínas de durante la recuperación.
	Grado III. Limitado
# 4: ¿Cuál es el efecto del consumo de CHO en el rendimiento físico durante la recuperación?	Sobre la base de las limitadas evidencias disponibles, no se observaron efectos claros de la administración de suplementos de carbohidratos durante y después del ejercicio de resistencia sobre el rendimiento de resistencia en los atletas adultos durante la recuperación
	Grado III. Limitado
# 5: En los atletas adultos, ¿cuál es el efecto del consumo simultáneo de carbohidratos y proteínas sobre las respuestas metabólicas específicas de carbohidratos y proteínas durante la recuperación?	En comparación con la ingesta de carbohidratos solos, la ingesta simultánea de carbohidratos y proteínas durante el período de recuperación no produjo ninguna diferencia en la tasa de síntesis de glucógeno muscular. La ingesta simultánea de proteínas y carbohidratos durante el período de recuperación produjo una mejora en el balance de proteínas neto después del ejercicio. El efecto de la ingesta conjunta de proteínas y carbohidratos sobre los niveles de creatin quinasa no es concluyente y no se observó efecto sobre el dolor muscular posterior al ejercicio.
	Grado I. Bueno
# 6: En los atletas adultos, ¿cuál es el efecto del consumo simultáneo de carbohidratos y proteínas en las respuestas metabólicas específicas de carbohidratos y proteínas durante la recuperación?	La ingesta conjunta de carbohidratos y proteínas durante el período de recuperación no tuvo una clara influencia en la fuerza ni en la potencia de esprint subsiguientes.
	Grado II. Regular
# 7: En atletas adultos, ¿cuál es el efecto del consumo conjunto de carbohidratos y proteínas en el rendimiento físico durante la recuperación?	La ingesta de proteínas durante el período de recuperación (post-ejercicio) produjo una recuperación mas rápida de la fuerza estática y de la producción de potencia dinámica durante el período de dolor muscular de aparición tardía y permitió la realización de más repeticiones luego de entrenamiento para la fuerza de alta intensidad.
	Grado II. Regular
# 8: En los atletas adultos, ¿cuál es el efecto del consumo de proteínas en las respuestas metabólicas específicas de carbohidratos y proteínas durante la recuperación?	La ingesta de proteínas (aproximadamente 20 g a 30 g de proteína total, o aproximadamente 10 g de aminoácidos esenciales) durante el ejercicio o el período de recuperación (post-ejercicio) provocó un aumento en la síntesis de proteínas musculares y de todo el cuerpo, y un mejor balance de nitrógeno.
	Grado I. Bueno
Entrenamiento	
# 9: En los atletas adultos, ¿cuál es la combinación óptima de carbohidratos para la oxidación máxima de carbohidratos durante el ejercicio?	Sobre la base de las limitadas evidencias disponibles, la oxidación de carbohidratos fue mayor en el grupo que consumió carbohidratos (glucosa y glucosa + fructosa) en comparación con el grupo que consumió agua como placebo, pero no se observaron diferencias entre las dos mezclas de carbohidratos evaluados en ciclistas varones. La oxidación de carbohidratos exógenos fue mayor en la condición de glucosa + fructosa que en la condición que consumió solo glucosa en un solo estudio.
	Grado II. Limitado
# 10: En los atletas adultos, ¿qué efecto tiene el entrenamiento con disponibilidad limitada de carbohidratos sobre las adaptaciones metabólicas que producen mejoras en el rendimiento?	El entrenamiento con limitada disponibilidad de carbohidratos podría producir algunas adaptaciones metabólicas durante el entrenamiento, pero no provocaría mejoras en el rendimiento. Sobre la base de las evidencias analizadas, a pesar de que no existe suficiente evidencia que sustente un claro efecto sobre el rendimiento, el entrenamiento con una disponibilidad de carbohidratos limitada afectó la intensidad y la duración del entrenamiento.
	Grado II. Regular
# 11: En los atletas adultos, ¿qué efecto tiene el consumo de comidas o alimentos con índice glicémico alto o bajo sobre las respuestas metabólicas relacionadas con el entrenamiento y el rendimiento deportivo?	En la mayoría de los estudios examinados, ni el índice glucémico ni la carga glucémica afectaron el rendimiento de resistencia ni las respuestas metabólicas cuando las condiciones fueron equiparadas en cuanto a carbohidratos y energía.
	Grado I Bueno

Grados de evidencia: Grado I: Bueno; Grado II: Regular; Grado III: Limitado; grado IV: Solo opinión de expertos; Grado V: No asignable

NUEVAS PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN DEPORTIVA

En la última década se ha observado un aumento en el número publicaciones y en los temas de investigación abordados por revisiones originales, declaraciones de consenso de las organizaciones deportivas, y en las oportunidades para obtener habilitaciones y acreditaciones relacionadas con la nutrición deportiva y la dietética. Esto da testimonio de la nutrición deportiva como un área dinámica de la ciencia y la práctica que continúa creciendo tanto en el ámbito del apoyo que ofrece a los atletas como en la fuerza de la evidencia que sustenta sus lineamientos. Antes de embarcarnos en una discusión sobre los temas individuales, es valioso identificar una serie de temas de nutrición deportiva contemporánea que corroboran y unifican las recomendaciones que realizaremos en este documento.

1. Los objetivos y las necesidades nutricionales no son estáticos. Los atletas implementan un programa de periodización en el cual la preparación para el máximo rendimiento en los eventos fijados se alcanza mediante la integración de diferentes tipos de entrenamientos en los distintos ciclos del calendario de entrenamiento. El apoyo nutricional también debe ser periodizado, teniendo en cuenta las necesidades de las sesiones diarias de entrenamiento, que pueden variar desde menores en el caso de entrenamientos ''fáciles'' hasta sustanciales en el caso de las “sesiones de alta calidad” (por ejemplo, entrenamientos de alta intensidad, extenuantes o altamente especializados), y las metas nutricionales generales.
2. Los planes de nutrición deben ser personalizados para el atleta individual teniendo en cuenta la especificidad y la singularidad del evento, los objetivos de rendimiento, problemas prácticos, las preferencias alimentarias y las respuestas a diferentes estrategias.
3. Uno de los objetivos clave del entrenamiento es adaptar el cuerpo para que desarrolle eficiencia metabólica y flexibilidad mientras que las estrategias de nutrición para las competencias deberían centrarse en aportar las reservas de sustratos adecuados para satisfacer las demandas de combustible del evento y sostener la función cognitiva.
4. La disponibilidad de energía, que considera el consumo de energía en relación al costo energético del ejercicio, es la base fundamental para la salud y el éxito de las estrategias de nutrición deportiva.
5. En la actualidad, alcanzar la composición corporal que se asocia con un rendimiento óptimo es uno de los objetivos considerados como una meta importante pero difícil, y debe ser individualizada y periodizada. Se debe tener cuidado en preservar la salud y el rendimiento a largo plazo, evitando prácticas que provoquen una disponibilidad energética inaceptablemente baja y estrés psicológico.
6. El entrenamiento y la nutrición interaccionan fuertemente en la adaptación del cuerpo para desarrollar adaptaciones funcionales y metabólicas. Aunque el rendimiento depende de un soporte nutricional pro activo, las adaptaciones al entrenamiento pueden mejorar en ausencia de dicho soporte.
7. Algunos nutrientes (por ejemplo, energía, carbohidratos y proteínas) según deben expresarse utilizando las referencias por kg de masa corporal para permitir que las recomendaciones sean adaptadas al amplio rango de tamaños corporales de los atletas. Las pautas de nutrición deportiva también deben considerar la importancia del momento de la ingesta de los nutrientes y del apoyo nutricional durante el día y deben ser establecidas en relación con el deporte y no en relación a los objetivos diarios generales.
8. Los atletas altamente entrenados deben transitar una delgada línea que existe entre entrenar lo suficientemente duro para lograr un estímulo de entrenamiento máximo y evitar la enfermedad y los riesgos de sufrir lesiones que se asocian con un excesivo volumen de entrenamiento.
9. La nutrición competitiva debería apuntar a estrategias específicas que puedan reducir o retrasar aquellos factores que de otro modo podrían causar fatiga en un evento; que sean específicos del evento, del medio ambiente/escenario en el que se lleva a cabo y del atleta individual.
10. Nuevas opciones de nutrición para el rendimiento han aparecido gracias al desarrollo de evidencia sólida de que la capacidad del cerebro de censar la presencia de carbohidratos (y probablemente de otros componentes nutricionales) en la cavidad oral puede mejorar la percepción de bienestar y aumentar las tasas de trabajo auto-seleccionadas. Tales hallazgos presentan oportunidades para el consumo durante los eventos más cortos, donde previamente no se había considerado a la ingesta de fluidos o de alimentos como una ventaja metabólica que podría mejorar el rendimiento a través de un efecto central.
11. Se necesita un enfoque pragmático para el asesoramiento sobre el consumo de suplementos y alimentos deportivos en virtud de la alta prevalencia de interés y del consumo por parte de los atletas, y frente a la evidencia de que algunos productos pueden ser muy útiles para el plan de nutrición deportiva y/o para mejorar directamente el rendimiento. Los atletas deben recibir asistencia para poder realizar un análisis de costo-beneficio de la utilización

de dichos productos, y poder reconocer que pueden tener mucho valor cuando son incorporados a un plan de alimentación correctamente establecido.

TEMA 1: NUTRICIÓN PARA LA PREPARACIÓN DEL DEPORTISTA

Requisitos de energía, balance energético y disponibilidad de energía

Una ingesta adecuada de energía es la piedra angular de la dieta del deportista, ya que permite el funcionamiento óptimo del cuerpo, determina la capacidad de ingesta de macronutrientes y micronutrientes y permite el manejo de la composición corporal. El consumo de energía de un atleta proveniente de los alimentos, líquidos y suplementos puede ser obtenido a partir de los registros de alimentos pesados/medidos (normalmente 3-7 días), de registro de 24 horas con diferentes pasos o a partir de cuestionarios de frecuencia de consumo de alimentos (1). Todos estos métodos tienen limitaciones inherentes, con un sesgo en la omisión de la notificación de ingesta. La educación detallada en relación con el propósito y con los protocolos de ingesta documentada podría ayudar con el cumplimiento y podría mejorar la exactitud y validez de la información auto informada.

Mientras tanto, las necesidades de energía de un atleta dependen del ciclo de periodización del entrenamiento y de las competencias, y pueden variar día a día a lo largo del plan de entrenamiento anual en relación con los cambios en el volumen y la intensidad de entrenamiento. Los factores que aumentan las necesidades de energía por encima de los niveles basales normales incluyen la exposición al frío o al calor, el miedo, el estrés, la exposición a gran altitud, algunas lesiones físicas, drogas o medicamentos específicos (por ejemplo, cafeína, nicotina), el aumento de la masa magra y, posiblemente, la fase lútea del ciclo menstrual (2). Aparte de las reducciones en el entrenamiento los requerimientos de energía son menores con la edad, con la disminución en la masa magra (FFM) y, posiblemente, en la fase folicular del ciclo menstrual (3).

El balance de energía se alcanza cuando la ingesta total de energía (EI) es igual al gasto energético total (TEE), que a su vez está compuesto por la suma de la tasa metabólica basal (BMR), el efecto térmico de los alimentos (TEF) y el efecto térmico de la actividad (TEA).

TEE= BMR+TEF+TEA

TEA= Gasto del ejercicio planeado + Actividad física espontánea +termogénesis de actividades que no son ejercicios

Las técnicas utilizadas para medir o estimar los componentes de la TEE en poblaciones de sujetos sedentarios y moderadamente activos también pueden ser aplicadas a los atletas, pero esta metodología tiene algunas limitaciones, sobre todo en los atletas altamente competitivos. Dado que la medición de BMR requiere que los sujetos permanezcan exclusivamente en reposo, es más práctico medir la tasa metabólica en reposo (RMR) que puede ser 10% más alta. Aunque se prefieren las ecuaciones de regresión específicas de la población, se puede obtener una estimación razonable de BMR utilizando las ecuaciones de Cunningham (4) o las ecuaciones de Harris-Benedict (5), aplicando un factor de actividad adecuado para estimar la TEE. En individuos sedentarios RMR puede representar el 60% -80% de la TEE pero en atletas de resistencia de elite puede ser tan baja como 38%-47% de la TEE y pueden tener una TEA de hasta el 50% de TEE (2).

La TEA incluye el gasto de ejercicios planeados, la actividad física espontánea (por ejemplo, inquietud), y la termogénesis de otras actividades que no son ejercicios. El gasto de energía debido al ejercicio (EEE) se puede estimar de varias formas a partir de registros de actividad (1-7 días de duración) con estimaciones subjetivas de la intensidad del ejercicio utilizando códigos de actividad y equivalentes metabólicos (MET), (6, 7) a partir de recomendaciones dietarias de US de 2015 (8) y de las Ingestas Dietarias de Referencia (DRI) (9). Los dos últimos normalmente subestiman las necesidades de los atletas, ya que no contemplan la variabilidad en el tamaño corporal ni en los niveles de actividad de las poblaciones de atletas de competición. La disponibilidad de energía (EA) es un concepto de reciente aparición en la nutrición deportiva, y equipara la ingesta de energía con los requerimientos para una salud y funcionamiento óptimos y no con el balance de energía. La EA, que se define como la ingesta dietaria menos el gasto de energía por los ejercicios normalizada a la FFM, es la cantidad de energía disponible para que el cuerpo realice todas las demás funciones después de restar el gasto asociado al ejercicio (10). El concepto fue estudiado por primera vez en mujeres, en quienes se observó que una disponibilidad energética (EA) de 45 kcal/kg de masa magra/d se asociaba con un balance de energía y una salud óptimos; por otra parte, una reducción crónica en EA, (en particular por debajo de 30 kcal/kg de masa magra/d) se asoció con la alteración en diferentes funciones corporales (10). Una baja disponibilidad de energía (EA) puede ser originada por una ingesta energética (EI) insuficiente, un elevado gasto energético total (TEE) o una combinación de ambos. Puede estar asociada con trastornos de la alimentación, un programa nutricional no supervisado o demasiado agresivo para obtener una pérdida

de masa corporal excesivamente rápida o por un fracaso inadvertido para satisfacer las necesidades de energía durante un período de entrenamiento de alto volumen o durante una competencia (10).

Ejemplo de cálculo de la disponibilidad de energía (EA):

60 kg de peso corporal (BW), 20% grasa corporal (BF), 80% de masa magra (FFM) (= 48,0 kg FFM), EI = 2400 kcal/día, EEE = 500 kcal/día

EA = (EI - EEE)/FFM = (2400-500) kcal/d/48,0 kg =39,6 kcal/kg FFM/d

El concepto de EA surgió del estudio *Female Athlete Triad* (Triad) que se inició como un reconocimiento de la interrelación entre los problemas clínicos y los trastornos de la alimentación, disfunción menstrual y baja densidad mineral ósea en las mujeres deportistas, y luego se convirtió en una comprensión más amplia sobre las preocupaciones asociadas con cualquier movimiento a lo largo del espectro de la disponibilidad de energía óptima, estado menstrual y salud ósea (11). Aunque no fueron consideradas dentro del espectro de la tríada, se sabe que existen otras consecuencias fisiológicas que pueden surgir de alguno de los componentes de la Tríada en atletas, tales como alteraciones endocrinas, gastrointestinales, renales, neuropsiquiátricas, musculoesqueléticas y cardiovasculares (11). De hecho, se ha propuesto una extensión de la Tríada; la Deficiencia Energética Relativa en el Deporte (RED-S), como una descripción que incluya todo el conjunto de complicaciones fisiológicas que se observan en atletas varones y mujeres que consumen una ingesta de energía insuficiente para satisfacer las necesidades para una función óptima corporal una vez que se ha eliminado el costo energético del ejercicio (12). Específicamente, entre las consecuencias para la salud de la RED-S podemos mencionar que afecta negativamente la función menstrual, la salud ósea, los sistemas endocrino, metabólico, hematológico, el crecimiento y el desarrollo, psicológico, cardiovascular, gastrointestinal y el sistema inmunológico. Los efectos potenciales sobre el rendimiento de la RED-S pueden incluir una menor resistencia, aumento del riesgo de lesiones, disminución de la respuesta al entrenamiento, alteración del juicio, menor coordinación, disminución de la concentración, irritabilidad, depresión, disminución de las reservas de glucógeno y disminución de la fuerza muscular (12). En la actualidad también se sabe que las alteraciones de la salud y la función se producen en todo el continuo de reducciones en la disponibilidad energética (EA) en vez de producirse uniformemente en un umbral de EA, y requieren más investigación (12). Es necesario aclarar que una baja EA no es sinónimo de EB negativo o de pérdida de peso; De hecho, si una reducción en la EA se asocia con una reducción en la tasa metabólica en reposo (RMR), puede producir un nuevo estado de equilibrio de EB o estabilidad de peso en un consumo de energía mas bajo que sea insuficiente para sostener un funcionamiento corporal saludable.

Independientemente de la terminología, es evidente que la baja disponibilidad de energía (EA) en los atletas masculinos y femeninos puede comprometer el rendimiento deportivo en el corto y en el largo plazo. Se han establecido pautas de detección y tratamiento para el manejo de la baja EA (11, 12) y deben incluir una evaluación con el Inventario 3 de Trastornos de la Alimentación (13) o con el DSM-5, que incluyen los cambios en los criterios de trastornos de alimentación (14). Existe evidencia de que las intervenciones para aumentar la EA han logrado revertir al menos algunas de las funciones corporales alteradas; por ejemplo, en un estudio de 6 meses con mujeres atletas que padecían alteraciones menstruales, el tratamiento dietético para aumentar la EA a ~ 40 kcal/kg FFM/d produjo la reanudación de la menstruación en todas las mujeres en un lapso medio de 2,6 meses (6).

Composición corporal y rendimiento deportivo

Se sabe que varios atributos corporales (tamaño, forma y composición corporal) contribuyen con el éxito en varios deportes. Entre éstos, frecuentemente la masa corporal (''peso'') y la composición corporal son puntos focales para los atletas, porque son más manipulables. Aunque está claro que la evaluación y la manipulación de la composición corporal puede contribuir a la progresión de una carrera deportiva, los atletas, entrenadores y guías deben recordar que el rendimiento deportivo no se puede predecir con exactitud únicamente en base al peso y a la composición corporal. No se debe recomendar una composición corporal "óptima" única y rígida para cualquier evento o grupo de atletas (15). Sin embargo, existen relaciones entre la composición corporal y el rendimiento deportivo que deben ser tenidas en cuenta en la preparación de un atleta.

En los deportes que implican fuerza y potencia, los atletas se esfuerzan por ganar masa magra a través de un programa de hipertrofia muscular en momentos determinados del macro-ciclo anual. Mientras que algunos atletas tienen como objetivo ganar tamaño absoluto y fuerza per se, en otros deportes, en los que el atleta debe mover su propia masa corporal o competir dentro de divisiones establecidas por peso, es importante optimizar la relación potencia:peso y no la potencia absoluta (16). Por lo tanto, algunos atletas de potencia también desean alcanzar bajos niveles de grasa corporal. En los deportes que implican divisiones establecidas por peso (por ejemplo, los deportes de combate., remo, levantamiento de pesas), los competidores suelen centrarse en ubicarse en la categoría de menor peso corporal posible, al tiempo que maximizan su masa magra dentro de este objetivo.

Otros atletas se esfuerzan por mantener una masa corporal baja y/o nivel de grasa corporal bajo por diferentes ventajas (17). Los corredores de fondo y ciclistas se benefician de un bajo costo energético de movimiento y de una relación favorable entre el peso y el área superficial para la disipación de calor. Los atletas de equipos pueden aumentar su velocidad y agilidad si son magros, mientras que los atletas en deportes acrobáticos (por ejemplo, de buceo. gimnasia, danza) obtienen ventajas biomecánicas al ser capaces de mover sus cuerpos en un espacio más pequeño. En algunos de estos deportes y otros (por ejemplo, fisiculturismo), intervienen elementos estéticos en la determinación de los resultados de rendimiento. A pesar de que alcanzar una cierta composición corporal tiene ventajas, los atletas pueden sentir presión por alcanzar objetivos irreales de peso/grasa corporal muy bajos o por alcanzarlos en plazos de tiempo irreales (15). Tales atletas pueden ser susceptibles a la implementación de prácticas extremas de comportamientos de control de peso o de dieta continua, lo que los expone a períodos crónicos de baja EA y de pobre aporte de nutrientes en un esfuerzo por repetir el éxito previo obtenido con un menor peso corporal o con una composición corporal mas magra (15, 18). Los métodos extremos de control de peso pueden ser perjudiciales para la salud y el rendimiento, y en estos escenarios deportivos también se han observado patrones de alimentación desordenados (15, 18).

Sin embargo, hay situaciones en las que un atleta mejorará su salud y rendimiento al reducir el peso corporal o la grasa corporal como parte de una estrategia de periodización. Idealmente, esto ocurre dentro de un programa que logre gradualmente una composición corporal individualizada ''óptima" durante la carrera deportiva del atleta, y permita un mantenimiento del peso y de la grasa corporal dentro de un rango adecuado, a lo largo del ciclo anual de entrenamiento (18). El programa también debe permitir que se eviten situaciones en las que los atletas, sin querer, aumenten una cantidad excesiva de grasa corporal como resultado de una disparidad en la energía cuando el gasto energético disminuye abruptamente, (por ejemplo, temporada baja o lesiones). Además, se advierte a los atletas contra la ganancia repentina o excesiva de grasa corporal que es parte de la cultura de algunos deportes en los que tener una elevada masa corporal se considera útil para el rendimiento. Aunque el índice de masa corporal no es apropiado como sustituto de la composición corporal en los atletas, el interés crónico sobre el aumento de peso puede poner a algunos atletas en riesgo de alcanzar un índice de masa corporal “obeso” que pueda aumentar el riesgo de presentar síndrome metabólico (19). Los nutricionistas deportivos deben ser conscientes de los deportes que promueven el desarrollo de una gran masa corporal y deben realizar un análisis de los factores de riesgo metabólicos (19).

Metodologías para evaluar la composición corporal.

Las técnicas utilizadas para evaluar la composición corporal de los atletas incluyen la absorciometría dual de rayos X (DXA), hidrodensitometría, pletismografía por desplazamiento de aire, las mediciones de los pliegues cutáneos y el análisis de impedancia bioeléctrica de frecuencia simple y frecuencia múltiple. Aunque la DXA es rápida y no invasiva, las cuestiones en torno a los costos, la accesibilidad, y la exposición a una pequeña dosis de radiación limita su utilidad, sobre todo para ciertas poblaciones (20). Cuando se realiza siguiendo protocolos estandarizados, la DXA tiene el menor error estándar de estimación, mientras que técnica de medición de los pliegues cutáneos tiene el mayor error. La pletismografía por desplazamiento de aire (*BodPod, Life Measurement, Inc., Concord, CA*) es un método alternativo rápido y confiable, pero puede subestimar la grasa corporal en un 2%-3% (20). La medición de los pliegues cutáneos y de otros datos antropométricos sirve como una excelente medida sustituta de la adiposidad y la musculatura cuando se busca establecer los cambios en la composición en respuesta a las intervenciones (20). Sin embargo es importante señalar que la estandarización de los sitios de los pliegues cutáneos, las técnicas de medición y los calibres tienen variaciones en las diferentes partes del mundo. A pesar de algunas limitaciones, esta técnica sigue siendo un popular método de elección debido a la conveniencia y al costo, y debido a que las mediciones se expresan en medidas absolutas y pueden ser comparadas con datos secuenciales de los deportistas o, de manera general, con los datos normativos recogidos de la misma manera en poblaciones de deportistas (20, 21).

Todas las técnicas de valoración de la composición corporal deben ser evaluadas para asegurar la exactitud y la confiabilidad. Los estudios deberán realizarse con el mismo equipo calibrado, con un protocolo estandarizado y deberían ser realizados por técnicos con conocida confiabilidad test-re-test. Cuando se utilizan las ecuaciones de predicción específicas de la población, las mismas deben haber sido sometidas a validación cruzada y a tests de confiabilidad. Los atletas deben ser informados sobre las limitaciones asociadas con la evaluación de la composición corporal y deben seguir estrictamente los protocolos previos a la evaluación. Estas instrucciones, que incluyen mantener un volumen constante de entrenamiento, el estado de ayuno y de hidratación entre test y test (20) deben ser respetadas para evitar comprometer la exactitud y la confiabilidad de las mediciones de composición corporal.

La composición corporal debe ser determinada dentro de un programa deportivo que tenga en cuenta un cronograma que contemple la realización del evento, la factibilidad de la realización de las evaluaciones y la sensibilidad del atleta. Hay errores técnicos asociados con todas las técnicas de composición corporal que limitan la utilidad de la medición para la selección de los atletas y la estimación del rendimiento. En lugar de fijar metas absolutas de composición corporal o aplicar criterios absolutos para categorizar grupos de atletas, es preferible que los datos normativos sean proporcionan en términos de rangos (21). Dado que el contenido de grasa corporal de un atleta individual variará a lo largo de la temporada

y de la carrera de atleta, las metas para la composición corporal deben ser establecidas en términos de rangos que pueden ser seguidos apropiadamente en los momentos críticos. Cuando se implementan estos programas de control, es importante que la comunicación de los resultados con los entrenadores, con el personal de capacitación y con los atletas se realice con sensibilidad, que se reconozcan las limitaciones en la técnica de valoración y que se tenga cuidado para evitar la aparición de una obsesión enfermiza con la composición corporal (17, 18). Los nutricionistas deportivos tienen importantes oportunidades para trabajar con estos atletas con el fin de ayudar a promover una composición corporal saludable, y minimizar la dependencia sobre técnicas de pérdida rápida de peso y de otras prácticas peligrosas que pueden provocar disminución del rendimiento, pérdida de masa magra y riesgos de salud crónicos. Entre los numerosos temas que deberán ser abordados se incluye la creación de una cultura y un ambiente que valore las metodologías seguras y de largo plazo para el manejo de la composición corporal; la modificación de las normas o las prácticas en torno a la selección y calificación de las clases de peso; (16, 19, 22) y los programas que identifiquen los desórdenes alimenticios en una etapa temprana para intervenir, y en caso en que sea necesario, eliminarlos del juego (18).

Principios de la alteración de la composición corporal y del peso.

Los atletas a menudo necesitan ayuda para establecer los objetivos adecuados a corto y a largo plazo, para la comprensión de las prácticas nutricionales que pueden aumentar segura y efectivamente la masa muscular o reducir la grasa corporal/peso, y para la integración de estas estrategias en un plan de alimentación que cumpla con otros objetivos nutricionales de rendimiento. El seguimiento frecuente de estos atletas puede tener beneficios a largo plazo, entre los que se incluyen la orientación del atleta a través de metas a corto plazo y la reducción de la confianza en técnicas extremas y en dietas/comportamientos de moda.

Existe mucha evidencia en los deportes con categorías por peso, que los atletas frecuentemente aplican estrategias de pérdida rápida de peso para obtener una ventaja competitiva (20, 23, 24). Sin embargo, la hipohidratación resultante (déficit de agua corporal), la pérdida de reservas de glucógeno y masa magra, y otros resultados de comportamientos patológicos (por ejemplo, purga, entrenamiento excesivo, sufrir hambre) pueden poner en peligro la salud y el rendimiento (18). Por otra parte, el uso responsable a corto plazo de técnicas de pérdida de peso rápidas, en aquellos casos en que esté indicado, es preferible frente a la aplicación de restricciones de energía más extremas y duraderas, y de estrategias de nutrición sub-optima (17). Cuando se requiere una pérdida real de peso corporal, debe ser programada para la etapa básica del entrenamiento o bien debe ser establecida fuera de la competencia para minimizar la pérdida de rendimiento, (25) y debe ser implementada con técnicas que maximicen la pérdida de grasa corporal y preserven la masa muscular y otros objetivos de salud. Tales estrategias incluyen lograr un déficit de energía leve para lograr un ritmo de pérdida lento y no rápido, y aumentar la ingesta de proteínas de la dieta. En este sentido, en atletas se observó que la implementación de una dieta restringida en energía con un mayor consumo de proteínas (2,3 vs 1 g/kg/d) durante un plazo más corto (2 semanas), permitió mantener la masa muscular mientras se perdía peso y grasa corporal (26). Mas aún, los atletas que pueden minimizar la pérdida de peso semanal a <1% por semana pueden preservar mejor la masa magra y el rendimiento (25).

La dieta individualizada y la prescripción del entrenamiento para la pérdida de peso grasa deben basarse en la evaluación de los objetivos, del entrenamiento y de las prácticas de nutrición que se están utilizando en el momento, en las experiencias pasadas y en la metodología de prueba y error. Sin embargo, para la mayoría de los atletas, el enfoque práctico de disminuir la ingesta de energía en ~ 250- 500 kcal/d a partir de sus necesidades energéticas periodizadas, y mantener o aumentar ligeramente el gasto energético, puede permitir progresar hacia la composición corporal deseada a corto plazo en aproximadamente 3- 6 semanas. En algunas situaciones, puede ser útil realizar entrenamiento aeróbico moderado adicional y un estrecho seguimiento (27). Estas estrategias pueden ser implementadas para ayudar a aumentar el déficit de energía inducido por la dieta sin impactar negativamente en la recuperación del entrenamiento específico del deporte. Organizar el tiempo y el contenido de las comidas para cumplir las metas de nutrición durante el entrenamiento y la recuperación puede reducir la fatiga durante las sesiones de entrenamiento frecuentes, y puede ayudar a optimizar la composición corporal a lo largo del tiempo (18). Las barreras generales al manejo de la composición corporal incluyen el acceso limitado a las opciones de alimentos saludables, tener pocas habilidades o pocas oportunidades para la preparación de alimentos, falta de rutina diaria y consumo de comida elaborada que ofrece un número ilimitado de tamaño de porciones y alimentos ricos en energía. Estos factores, que se encuentran asociados a los viajes y a las experiencias de vida del ámbito domestico del atleta, pueden promover una dieta de mala calidad que impida el progreso y pueden conducir a la búsqueda de soluciones rápidas, dietas restrictivas y prácticas extremas de pérdida de peso.

La Pregunta # 1 EAL (Tabla 1) hace referencia al efecto de balance energético negativo en el rendimiento deportivo, y sólo encontró un apoyo regular para el deterioro de la capacidad física debido a una dieta hipo energética en los escenarios examinados actualmente. Sin embargo, pocos estudios han investigado la superposición de factores que se observan comúnmente en la práctica, entre los que se incluyen la interacción de una dieta de mala calidad, baja disponibilidad de carbohidratos, entrenamiento excesivo y deshidratación aguda en la restricción crónica de energía. El reto de detectar cambios pequeños pero importantes en el rendimiento deportivo se observó en todas las áreas de la nutrición deportiva

(28). La pregunta # 2 de EAL resume la literatura sobre las características óptimas de *timing*, energía y macronutrientes de un programa de apoyo para incrementar la masa magra, en un contexto de déficit de energía (Tabla 1). Una vez más la literatura es limitada en cuanto a cantidad y variedad para que podamos plantear recomendaciones definitivas, pero existe consenso sobre los beneficios de una mayor ingesta de proteínas.

Requerimientos de macronutrientes para el deporte

Vías metabólicas de la energía y adaptaciones al entrenamiento.

Las recomendaciones sobre el *timing* y la cantidad de ingesta de macronutrientes en la dieta de los atletas deberían basarse en una comprensión fundamental de cómo las interacciones entre entrenamiento y nutrientes afectan los sistemas energéticos, la disponibilidad de sustratos y las adaptaciones al entrenamiento. El ejercicio es alimentado por una serie integrada de sistemas energéticos que incluyen vías metabólicas no oxidativas (fosfágenos y glucolítica) y aeróbicas (oxidación de grasas y de carbohidratos), utilizando sustratos que tienen origen endógeno y exógeno. EL ATP (adenosin trifosfato) y la fosfocreatina (sistema fosfágeno) aportan una fuente de energía rápidamente disponible para la contracción muscular, pero no en niveles suficientes para proporcionar un suministro continuo de energía durante más de ~10 segundos. La vía glucolítica anaeróbica metaboliza rápidamente la glucosa y el glucógeno muscular a través de la cascada de la glucólisis y es la principal vía de soporte del ejercicio de alta intensidad con una duración de 10-180 segundos. Dado que ni la vía de los fosfágenos ni la vía glucolítica pueden sostener demandas de energía que permitan que los músculos se contraigan a una velocidad muy alta durante eventos de mayor duración, las vías oxidativas aportan los combustibles primarios para eventos cuya duración sea superior a ~ 2 minutos. Los principales sustratos incluyen el glucógeno muscular y hepático, los lípidos intramusculares, los triglicéridos del tejido adiposo y los aminoácidos de músculos, sangre, hígado e intestino. A medida que el oxígeno se vuelve más accesible para el músculo que está realizando trabajo, el cuerpo hace un mayor uso de las vías oxidativas (aeróbicas) y utiliza menos las vías anaeróbicas (glucolíticas y fosfágenos). La mayor dependencia sobre las vías aeróbicas no se produce bruscamente, y tampoco se depende de una vía exclusiva. La intensidad, duración, frecuencia, tipo de entrenamiento, sexo y nivel de entrenamiento del individuo, así como la disponibilidad de nutrientes y la ingesta previa de sustratos, determinan la contribución relativa de las vías energéticas y el momento en que se produce el cruce entre las vías. Para una comprensión más completa de los sistemas de combustible para el ejercicio, el lector puede consultar textos específicos sobre el tema (29).

El músculo esquelético de un atleta tiene una plasticidad notable para responder rápidamente a la carga mecánica y a la disponibilidad de nutrientes, lo que produce adaptaciones funcionales y metabólicas específicas de cada condición (30). Estas adaptaciones influyen en las recomendaciones nutricionales de rendimiento cuyo objetivo general es que los sistemas de energía estén capacitados para aportar el apoyo mas económico para las demandas de combustible de un evento, mientras que otras estrategias deben asegurar la disponibilidad adecuada de sustratos durante el evento en sí. Las adaptaciones que mejoran la flexibilidad metabólica incluyen el aumento de moléculas que transportan los nutrientes a través de membranas o hacia el lugar donde serán utilizadas dentro de la célula muscular, aumento de las enzimas que activan o regulan las vías metabólicas, aumento de la capacidad de tolerar los productos secundarios del metabolismo y aumento en el tamaño de las reservas de combustible muscular (3). Mientras que algunos sustratos musculares (por ejemplo, la grasa corporal) están presentes en cantidades relativamente grandes, otros pueden necesitar ser administrados de acuerdo a las necesidades específicas (por ejemplo, la administración de suplementos de carbohidratos para reemplazar las reservas de glucógeno muscular).

Carbohidratos. Los carbohidratos han recibido legítimamente una gran cantidad de atención en la nutrición deportiva debido a una serie de características especiales vinculadas al rol que desempeñan en el rendimiento y en la adaptación al entrenamiento. En primer lugar, el tamaño de las reservas de carbohidratos del cuerpo es relativamente limitado y puede ser manejado de forma aguda diariamente por la ingesta alimentaria o incluso por una única sesión de ejercicios (3). 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 que permite sostener el ejercicio en una amplia gama de intensidades, debido a que son utilizados por vías anaeróbicas y oxidativas. Incluso cuando se trabaja en las intensidades más altas que pueden ser apoyadas por la fosforilación oxidativa, los carbohidratos ofrecen ventajas con respecto a la grasa como sustrato, ya que aportan una mayor cantidad de adenosin trifosfato por volumen de oxígeno que puede ser entregado a la mitocondria (3) lo que aumenta la eficacia bruta del ejercicio (31). En tercer lugar, existe evidencia significativa de que el rendimiento físico de alta intensidad sostenido o intermitente prolongado se ve reforzado por las estrategias que mantienen una alta disponibilidad de carbohidratos (por ejemplo, equiparar las reservas de glucógeno y la glucosa sanguínea con las demandas de combustible del ejercicio), mientras que el agotamiento de estas reservas se asocia con la fatiga en forma de menores tasas de trabajo, deterioro en la capacidad y concentración, y aumento en la percepción del esfuerzo. Estas observaciones permiten respaldar las diversas estrategias de nutrición para el rendimiento, que serán discutidas posteriormente, y que se basan en aportar carbohidratos antes, durante y en la recuperación entre eventos para aumentar la disponibilidad de carbohidratos.

Por último, trabajos recientes han identificado que, además de su papel como sustrato muscular, el glucógeno desempeña importantes funciones directas e indirectas en la regulación de la adaptación muscular al entrenamiento (32). La cantidad y localización del glucógeno dentro de la célula muscular altera el entorno metabólico, físico y hormonal en el que se ejercen las respuestas de señalización frente al ejercicio. En concreto, comenzar una serie de ejercicios de resistencia con un bajo contenido de glucógeno muscular (por ejemplo, mediante la realización de una segunda sesión de entrenamiento en las horas siguientes a la primera sesión que agotó las reservas de glucógeno) produce una estimulación coordinada de las respuestas de traducción y post traducción frente al ejercicio. Una serie de mecanismos sostienen este resultado, entre los que se incluyen el aumento de la actividad de las moléculas que tienen un dominio de unión a glucógeno, aumento en la disponibilidad de ácidos grasos libres, cambio de la presión osmótica en la célula muscular y aumento en la concentración de catecolaminas (32). Las estrategias que restringen la disponibilidad de carbohidratos exógenos (por ejemplo, los ejercicios en un estado de ayuno o sin ingesta de carbohidratos durante la sesión) también promueven una respuesta de señalización prolongada, aunque menos robusta que en el caso de la realización de ejercicios con bajas reservas de carbohidratos endógenos (33). Estas estrategias mejoran las respuestas celulares frente al entrenamiento de resistencia tales como el incremento de las actividad máxima de las enzimas mitocondriales y/o el contenido mitocondrial y el aumento en las tasas de oxidación de lípidos; y posiblemente este incremento de las respuestas podría ser explicado por una mayor activación de quinasas clave en la señalización celular (por ejemplo, AMPK, p38MAPK), factores de transcripción (por ejemplo, p53, PPARδ) y activadores co-transcripcionales (por ejemplo, PGC-1α) (33). La integración deliberada de tales estrategias nutricionales para el entrenamiento (''entrenar bajo'') dentro programa de entrenamiento periodizado se está convirtiendo en un área de la práctica de nutrición deportiva reconocida (34) aunque potencialmente mal utilizada (33).

Las recomendaciones individualizadas para la ingesta diaria de carbohidratos deben ser realizadas teniendo en cuenta el programa de entrenamiento/competencias del atleta y la importancia relativa de realizarlo con una cantidad de carbohidratos baja o alta, teniendo en cuenta la prioridad de promover la realización de ejercicios de alta calidad frente a la mejora de los estímulos o adaptaciones al entrenamiento, respectivamente. Por desgracia, carecemos de información sofisticada sobre los requerimientos específicos de sustratos de muchas de las sesiones de entrenamiento realizadas por los atletas; Por lo tanto, debemos confiar en conjeturas, apoyadas por información sobre las demandas de trabajo de los ejercicios obtenida mediante tecnología como actividad de consumo y monitores de frecuencia cardíaca (35), potenciómetros y sistemas de posicionamiento global.

El posible brindar recomendaciones generales para la dosis diaria recomendada de carbohidratos que aporten una alta disponibilidad de carbohidratos para las sesiones de entrenamiento o competencia establecidos en función del tamaño corporal de los atletas (una estimación aproximada del tamaño de las reservas musculares) y de las características de la sesión (Tabla 2). También se puede manejar el momento de ingesta de carbohidratos durante el día y en relación con el entrenamiento para promover o reducir la disponibilidad de carbohidratos (36). Las estrategias para incrementar la disponibilidad de carbohidratos han sido abordadas con más detalle en relación con las estrategias de nutrición para las competencias. Sin embargo, estas prácticas de abastecimiento de combustible también son importantes para apoyar los entrenamientos de alta calidad dentro del programa de entrenamiento periodizado. Por otra parte, es intuitivo que dan un valor añadido a las estrategias de puesta a punto de la alimentación para un determinado evento y promueven adaptaciones como la tolerancia gastrointestinal y una mayor absorción intestinal (37) que permiten que las estrategias para la competencia sean completamente efectivas. Durante otras sesiones del programa de entrenamiento, puede ser menos importante tener una elevada disponibilidad de carbohidratos o puede ser útil realizar ejercicio deliberadamente con una baja disponibilidad de carbohidratos para mejorar el estímulo de entrenamiento o la respuesta adaptativa. Se pueden utilizar diferentes tácticas para permitir o promover una baja disponibilidad de carbohidratos entre las que se incluyen la reducción de la ingesta total de carbohidratos o manipular el *timing* de entrenamiento en relación con la ingesta de carbohidratos (por ejemplo, entrenar en condiciones de ayuno, realizar dos series de ejercicio muy cerca sin tener la oportunidad de reabastecimiento entre las sesiones) (38).

En la Tabla 2 se resumen preguntas específicas analizadas través del análisis de las evidencias sobre las necesidades de carbohidratos para el entrenamiento y se presenta evidencia sólida de que ni la carga glucémica ni el índice glucémico de los alimentos ricos en carbohidratos afectan los resultados metabólicos o de rendimiento del entrenamiento una vez que el contenido de carbohidratos y de energía de la dieta han sido tenidos en cuenta (Pregunta # 11). Por otra parte, aunque existe una teoría sólida detrás de las ventajas metabólicas del ejercicio con baja disponibilidad de carbohidratos para las adaptaciones al entrenamiento, en la actualidad los beneficios sobre las variables de rendimiento son poco claros (Tabla 1, Pregunta # 10). Esto posiblemente se refiere a las limitaciones de los pocos estudios disponibles en los cuales la pobre periodización de esta táctica dentro del programa de entrenamiento hizo que cualquier ventaja en las adaptaciones al entrenamiento fuera contrarrestada por la reducción en la intensidad y la calidad del entrenamiento asociada con una baja variabilidad de carbohidratos. Por lo tanto, se necesita un enfoque más sofisticado para incorpora esta interacción entrenamiento /nutriente dentro de un programa más amplio (33). Finalmente, si bien existe consenso en que el consumo de múltiples carbohidratos permite una absorción más rápida, la evidencia para sustentar la selección de mezclas especiales con el fin de favorecer una mayor oxidación de carbohidratos durante las sesiones de entrenamiento es prematura (Pregunta # 9).

Tabla 2. Resumen de las recomendaciones sobre la ingesta de carbohidratos por parte de los atletas (36)

Situación		Objetivos de carbohidratos	Comentarios sobre tipo y momento de la ingesta (*timing*) de carbohidratos
Necesidades diarias de carbohidratos para ser utilizados como combustibles y para la recuperación			
1. Los siguientes objetivos tienen la intención de proporcionar una alta disponibilidad de carbohidratos (ie, satisfacer las necesidades de carbohidratos de los músculos y del sistema nervioso central) para diferentes cargas de ejercicios, en aquellos escenarios donde es importante hacer ejercicio con alta calidad y/o con alta intensidad. Estas recomendaciones generales deben ser ajustadas siguiendo las consideraciones individuales de requerimientos totales de energía, las necesidades específicas del entrenamiento y la retroalimentación obtenida por el rendimiento del entrenamiento. 2. En otras ocasiones, cuando la calidad o intensidad del ejercicio es menos importante, puede ser menos importante cumplir con estos objetivos de carbohidratos u organizar la ingesta de carbohidratos durante el día para optimizar la disponibilidad para sesiones específicas. En estos casos, se puede elegir la ingesta de carbohidratos en función de los objetivos de energía, las preferencias alimentarias o a la disponibilidad de alimentos. 3. En algunos casos, cuando el objetivo es el aumento de los estímulos de entrenamiento o la respuesta adaptativa, se puede alcanzar deliberadamente una baja disponibilidad de carbohidratos mediante la reducción de la ingesta total de carbohidratos, o manejando la ingesta de carbohidratos en relación a las sesiones de entrenamiento (por ejemplo, entrenando en condiciones de ayuno, realizando una segunda sesión de ejercicio sin contemplar la recuperación de combustibles después de la primera sesión).			
Ligero	Actividades de baja Intensidad o basadas en habilidades	3-5 g/kg de peso corporal del atleta/d	*Se puede regular el momento de la ingesta de carbohidratos durante el día para promover una alta disponibilidad de carbohidratos para una sesión específica mediante el consumo de carbohidratos antes o durante la sesión, o en la recuperación de una sesión anterior. *De lo contrario, siempre y cuando se aporten las necesidades totales de combustible, el patrón de ingesta puede simplemente ser administrado por conveniencia y preferencia individual. *Los atletas deberían seleccionar las fuentes de carbohidratos que sean ricas en nutrientes para poder satisfacer las necesidades generales de nutrientes.
Moderado	Programa de ejercicio moderado. (ej. Aprox. 1 hora por día)	5-7 g/kg/d	
Alto	Programa de resistencia (ej. 1-3 h/d de ejercicio de intensidad moderada-alta)	6-10 g/kg/d	
Muy Alto	Cumplimiento extremo (ej. Mas de 4-5 horas/día de ejercicio de intensidad moderada-alta)	8-12 g/kg/d	
Estrategia de recuperación aguda de combustibles. Estas recomendaciones promueven una elevada disponibilidad de carbohidratos para favorecer el rendimiento óptimo en las competencias o en las sesiones de entrenamiento importantes			
Recuperación general de combustibles	Preparación para eventos con ejercicios cuya duración sea >a 90 min	7-12 g/kg cada 24 h igual que para las necesidades diarias de combustible	Los atletas pueden seleccionar fuentes ricas en carbohidratos que tengan un bajo contenido de fibras/residuos y sean de fácil consumo para asegurar que se cumplan los objetivos de combustibles y garantizar el confort intestinal o un menor "peso de competencia".
Carga de carbohidratos	Preparación para eventos de ejercicio sostenido/intermitente con una duración >a 90 min	36-48 h de 10-12 g/kg de peso corporal durante 24 horas	
Recuperación rápida de combustibles	<8h de recuperación entre dos sesiones con alta demanda de combustible	1-1,2 g/kg/h durante las primeras 4 h y después retomar las necesidades diarias de combustible	Puede ser beneficioso el consumo de pequeñas meriendas regulares Los alimentos y bebidas con elevado contenido de carbohidratos pueden ayudar a garantizar que se cumplan los objetivos de combustibles.
Combustibles pre evento	Antes de ejercicios con una duración >60 min	1-4 g/kg consumidos 1-4 h antes del ejercicio	Es necesario seleccionar el momento de ingesta (*timing*), la cantidad y el tipo de alimentos y bebidas con elevado contenido de carbohidratos en función de las necesidades prácticas del evento y preferencias/experiencias individuales. Deberían evitarse los alimentos con elevado contenido de grasas/proteínas/fibras para reducir el riesgo de sufrir problemas gastrointestinales durante el evento. Los alimentos con un bajo índice glucémico pueden proporcionar una fuente constante de combustible en aquellas situaciones en las que no se pueden consumir carbohidratos durante el ejercicio.
Durante ejercicio breve	<45 min	No es necesario	
Durante ejercicios de alta intensidad sostenidos	45-75 min	Pequeñas cantidades entre las que se puede incluir los enjuagues bucales	Una variedad de bebidas y productos deportivos pueden aportar carbohidratos de fácil consumo. El contacto frecuente de los carbohidratos con la boca y la cavidad oral puede estimular algunas partes del cerebro y del sistema nervioso central para mejorar la percepción de bienestar y aumentar la producción de trabajo auto seleccionada.
Durante ejercicios de resistencia, entre los que se incluyen los deportes de "parada y arranque"	1-2,5h	30-60 g/h	La ingesta de carbohidratos aporta combustibles para el músculo para recuperar las reservas endógenas. Las oportunidades para consumir alimentos y bebidas varían de acuerdo con las reglas y la naturaleza de cada deporte. Puede ser útil disponer de una amplia gama de opciones dietarias cotidianas y de productos deportivos especializados que vayan desde formulaciones líquidas hasta presentaciones sólidas. El atleta debe practicar para encontrar un plan de reabastecimiento de combustible que se adapte a sus objetivos individuales y que contemple las necesidades de hidratación y el confort intestinal.
Durante ejercicios de ultrafondo	>2,5-3 h	Hasta 90 g/h	Idem anterior Mayores ingestas de carbohidratos se asocian con un mejor rendimiento. Los productos que aportan múltiples carbohidratos transportables (mezclas de glucosa y fructosa) permiten mayores tasas de oxidación de los carbohidratos consumidos durante el ejercicio.

Proteínas. Las proteínas dietéticas interactúan con el ejercicio, aportando el disparador y el sustrato para la síntesis de proteínas contráctiles y metabólicas (39, 40), y también favorecen los cambios estructurales en los tejidos no musculares tales como tendones (41) y huesos (42). Se cree que las adaptaciones se producen por la estimulación de la actividad de la maquinaria de síntesis de proteínas en respuesta a un aumento en las concentraciones de leucina, y al aporte de una fuente exógena de aminoácidos para su incorporación a proteínas nuevas (43). Estudios sobre la respuesta al entrenamiento de resistencia observaron una regulación positiva de la síntesis de proteínas musculares (MPS) durante al menos 24 horas en respuesta a una sola sesión de ejercicio, con un aumento en la sensibilidad a la ingesta de proteínas de la dieta durante este periodo (44). Esto contribuye con el aumento en el almacenamiento de proteínas del músculo esquelético observada en estudios prospectivos que incorporaron múltiples alimentos con proteínas después del ejercicio y durante todo el día. Respuestas similares se producen después del ejercicio aeróbico o de otros tipos de ejercicios (por ejemplo, actividades de esprint intermitente y ejercicios concurrentes), aunque con diferencias potenciales en el tipo de proteínas que se sintetizan. Las recomendaciones recientes han puesto en evidencia la importancia de una ingesta de proteínas correctamente establecida en el tiempo para todos los atletas, incluso si la hipertrofia muscular no es el objetivo principal de entrenamiento y en la actualidad existen buenas razones para recomendar una ingesta diaria de proteínas muy por encima de la RDA (39) para maximizar la adaptación metabólica al entrenamiento (40).

A pesar de que el clásico trabajo sobre el balance de nitrógeno ha sido útil para determinar las necesidades de proteínas que permitan prevenir deficiencias en el balance energético en personas sedentarias, (45) los atletas no cumplen con este perfil y lograr el balance de nitrógeno es secundario para un atleta cuyo objetivo principal es la adaptación al entrenamiento y la mejora del rendimiento (40). La visión moderna para establecer recomendaciones para la ingesta de proteínas en atletas se extiende más allá de las DRI. La atención se ha desplazado claramente hacia evaluar los beneficios de aportar suficientes proteínas en momentos óptimos para apoyar los tejidos que tienen una rápida rotación y aumentar las adaptaciones metabólicas iniciadas por el estímulo de entrenamiento. Las investigaciones futuras perfeccionaran las recomendaciones sobre las cantidades diarias totales, las estrategias de timing, la calidad de la ingesta de proteínas y aportarán nuevas recomendaciones para los suplementos de proteínas derivados de diversas fuentes de proteínas.

Necesidades de proteínas. Los datos actuales sugieren que la ingesta dietaria de proteínas necesaria para permitir la adaptación metabólica, reparación, remodelación, y para el recambio proteico varía generalmente de 1,2 a 2,0 g/kg/d. Puede indicarse un mayor consumo por períodos cortos durante el entrenamiento de alta intensidad o cuando se reduce la ingesta energética (26, 39). Los objetivos de ingesta diaria de proteínas deben ser cumplidos siguiendo un plan de alimentación que aporte una distribución regular de cantidades moderadas de proteínas de alta calidad durante todo el día y después de las sesiones de entrenamiento extenuante. Estas recomendaciones abarcan la mayoría de los regímenes de entrenamiento y permiten ajustes flexibles en función de la de periodización del entrenamiento y la experiencia (46, 47). Aunque se proporcionan rangos diarios generales, las personas no deberían clasificarse mas solo en función de si son atletas de fuerza o resistencia y no deberían tener objetivos estáticos de ingesta diaria de proteínas. Por el contrario, las recomendaciones deberían estar basadas en una óptima adaptación a las sesiones específicas de entrenamiento/competencias dentro de un programa de periodización, respaldado por una apreciación del amplio contexto de objetivos deportivos, necesidades de nutrientes, consideraciones de energía y elección de alimentos. Los requisitos pueden fluctuar de acuerdo al estado de ''entrenamiento'' (los atletas experimentados tienen requerimientos menores), tipo de entrenamiento (las sesiones que contemplan mayor frecuencia e intensidad, o un nuevo estímulo de entrenamiento en el extremo superior del rango de proteínas), disponibilidad de carbohidratos, y lo más importante, de acuerdo a la disponibilidad de energía (46, 48). Es importante tener un consumo adecuado de energía que satisfaga el gasto de energía, particularmente de carbohidratos, para que los aminoácidos sean destinados a la síntesis de proteína y no sean oxidados (49). En los casos de restricción de energía o de inactividad repentina, como ocurre en caso de una lesión, puede ser útil una elevada ingesta de proteínas de 2,0 g/kg/día o mayor (26, 50) repartida a lo largo del día para evitar la pérdida de masa magra (39). Es posible encontrar revisiones más detalladas de los factores que influyen en la evolución de las necesidades de proteínas, y su relación con los cambios en el metabolismo de proteínas y objetivos de composición corporal (51, 52).

Momento (*timing*) de la ingesta de proteínas como disparador de la adaptación metabólica.

Los estudios realizados en laboratorio han demostrado que la síntesis de proteínas musculares (MPS) se optimiza en respuesta al ejercicio por el consumo de proteínas de alto valor biológico, que aporten ~ 10g de aminoácidos esenciales en la fase de recuperación temprana (0-2 h después del ejercicio) (40, 53). Esto se traduce en una ingesta de proteínas recomendada de 0,25 y 0,3 g/kg de peso corporal o 15-25 g de proteínas en todo rango de tamaños corporales de los deportistas, a pesar de que las recomendaciones deberían ser ajustadas para los atletas cuyo peso se sitúa en los extremos del espectro de pesos corporales (54). Aún no se ha demostrado que dosis superiores (es decir, >40 g de proteínas dietarias) puedan amentar aún más la MPS y sólo podrían ser adecuadas para los atletas de mayor tamaño o durante la pérdida de peso (54). El incremento de la síntesis de proteínas musculares (MPS) a causa del ejercicio, determinado por el *timing* y el patrón de ingesta de proteínas, responde a la ingesta adicional de proteínas en las 24 horas después del ejercicio, (55) y en última instancia puede traducirse en un aumento crónico de proteínas musculares y un cambio

funcional. Aunque el timing de proteínas afecta las tasas de MPS, no está muy claro cual es la magnitud del cambio en la masa y en la fuerza a lo largo del tiempo (56). Sin embargo, actualmente los estudios de entrenamiento longitudinales sugieren que los aumentos en la fuerza y masa muscular son mayores cuando se produce un aporte de proteínas inmediatamente después de los ejercicios. (57).

Mientras que las pautas tradicionales de ingesta de proteínas se centraron en la ingesta total de proteínas durante el día (g/kg), en la actualidad las nuevas recomendaciones ponen de manifiesto que la adaptación muscular al entrenamiento puede ser maximizada a través de una ingesta de 0,3 g/kg de peso después de las sesiones de ejercicio clave y cada 3 -5 horas en forma de múltiples comidas (47, 54, 58). En la Tabla 1, la pregunta # 8 resume el peso en la literatura actual del consumo de proteínas en las respuestas metabólicas específicas de las proteínas durante la recuperación.

Fuentes óptimas de proteínas.

Las proteínas dietarias de alta calidad son eficaces para el mantenimiento, la reparación y la síntesis de las proteínas del músculo esquelético (59). Los estudios de entrenamiento crónico han demostrado que el consumo de proteínas derivadas de la leche después de ejercicios de resistencia puede aumentar la fuerza muscular y provoca cambios favorables en la composición corporal (57, 60, 61). Además, hay informes sobre el aumento en la síntesis de proteínas musculares (MPS) y en la acumulación de proteínas luego del consumo de leche entera, carne magra y suplementos dietéticos, algunos de los cuales aportan proteínas aisladas de suero, caseína, soja y huevo. Hasta la fecha, las proteínas lácteas parecen ser superiores a las otras proteínas analizadas, y esto se debe en gran parte al contenido de leucina y a la cinética de digestión y absorción de los aminoácidos de cadena ramificada que se encuentran en los alimentos lácteos líquidos (62). No obstante se requieren más estudios para evaluar los efectos de otras fuentes de proteínas intactas de alta calidad (por ejemplo, huevo, carne de res, cerdo, proteína vegetal concentrada) y mezcla de comidas sobre la estimulación de mTOR y la MPS luego de diferentes modalidades de ejercicios. Cuando las fuentes de proteínas de alimentos integrales no son convenientes o no están disponibles, entonces se puede recurrir a suplementos dietarios portátiles, autorizados con componentes de alta calidad como una alternativa práctica para ayudar a los atletas a cubrir sus necesidades proteicas. Cuando se considera el consumo de suplementos de proteínas es importante llevar a cabo una evaluación exhaustiva de los objetivos específicos de nutrición de los atletas. Las recomendaciones sobre los suplementos de proteínas deben ser conservadoras y deben estar dirigidas principalmente a la optimización de la recuperación y la adaptación al entrenamiento sin dejar de focalizarse en estrategias para mejorar o mantener la calidad de la dieta en general.

Grasas.

Las grasas son un componente fundamental de la dieta saludable y aportan elementos esenciales de las membranas celulares y permiten la absorción de vitaminas solubles en grasas. Las Guías Alimentarias para los Estadounidenses (*Dietary Guidelines for Americans*) de 2015-2020 (8) y el documento Alimentarse bien con la Guía de Alimentación Canadiense (*Eating Well with Canada´s Food Guide*) (63) recomiendan que la proporción de energía aportada por las grasas saturadas se limite a menos del 10% y que se incluyan fuentes de ácidos grasos esenciales para cumplir con las recomendaciones de ingesta adecuada (AI). La ingesta de grasas de los atletas debe cumplir con las directrices de salud pública y debe ser individualizada según el nivel de entrenamiento y los objetivos de composición corporal (46).

Las grasas en forma de ácidos grasos libres en plasma, triglicéridos intramusculares y tejido adiposo proporciona un sustrato combustible que es relativamente abundante y de alta disponibilidad para los músculos como resultado del entrenamiento de resistencia. Sin embargo, las adaptaciones inducidas por el ejercicio no maximizarán las tasas de oxidación, ya que las mismas pueden aumentar aún más mediante estrategias dietéticas, tales como el ayuno, la ingesta aguda de grasas previa al ejercicio y la exposición crónica a dietas altas en grasa y bajas en carbohidratos (3). Si bien el interés por la adaptación a las dietas altas en grasas y bajas en carbohidratos no es nuevo (64) y ha sido recientemente revisado (65), la evidencia actual sugiere que las mayores tasas de oxidación de grasas sólo pueden igualar la capacidad de esfuerzo/rendimiento alcanzada por dietas o estrategias que promuevan una alta disponibilidad de carbohidratos en intensidades moderadas (64), pero el rendimiento físico en intensidades más altas se ve alterado (64, 66). Esto parece ocurrir como resultado de una regulación hacia la baja del metabolismo de los carbohidratos, incluso cuando hay glucógeno disponible (67). Se necesitan más investigaciones, para abordar las discusiones actuales (65), y para solucionar los errores de estudios actuales que no contemplaron un grupo control que siguiera una dieta adecuada con enfoques dietarios periodizados contemporáneos (68). Aunque pueden existir situaciones específicas en las que las dietas altas en grasa pueden ofrecer algunos beneficios o al menos no tendrían desventajas para el rendimiento, en general, parecen reducir en lugar de mejorar la flexibilidad metabólica porque reducen la disponibilidad y la capacidad de utilizar los carbohidratos eficientemente como sustratos durante el ejercicio. Por lo tanto, sería poco recomendable que los atletas de competición sacrifiquen su capacidad para realizar entrenamiento de alta calidad o esfuerzos de alta intensidad durante las competencias que puedan determinar resultado (68).

Por el contrario, los atletas pueden optar por restringir excesivamente el consumo de grasa en un esfuerzo por perder peso

o mejorar la composición corporal. Los atletas deben evitar la aplicación crónica de dietas con ingesta de grasa por debajo del 20% de la ingesta energética ya que es probable que la reducción en la variedad de la dieta, que frecuentemente se asocia con tales restricciones, disminuya la ingesta de una variedad de nutrientes tales como vitaminas liposolubles y ácidos grasos esenciales, (9) especialmente ácidos grasos n-3. Si se practica dicha restricción en la ingesta de grasa, debe limitarse a situaciones agudas tales como una dieta pre-evento o durante la carga de carbohidratos donde se priorizan las consideraciones de macronutrientes preferidos o el confort gastrointestinal.

Alcohol.

El consumo de alcohol puede ser parte de la dieta y de las interacciones sociales si se implementa correctamente, pero el exceso de alcohol consistente con patrones de consumo excesivo de alcohol es un comportamiento preocupante que se observa en algunos atletas, particularmente en los deportes de equipo (69). El consumo indebido de alcohol puede interferir con los objetivos deportivos en diversas formas relacionadas con los efectos negativos de la ingesta aguda de alcohol sobre el rendimiento o la recuperación física, o con los efectos crónicos del consumo excesivo de alcohol en la salud y en el manejo de la composición corporal (70). Además de la carga de calorías (7 kcal/g), el alcohol suprime la oxidación de lípidos, incrementa el consumo de alimentos no planificados y puede poner en peligro el cumplimiento de los objetivos de composición corporal. Las investigaciones en esta área están plagadas de errores en el diseño de los estudios lo que limita que puedan ser directamente aplicados a los atletas.

La evidencia disponible advierte contra el consumo de cantidades importantes de alcohol en el período pre-ejercicio y durante el entrenamiento debido a los efectos negativos directos que tiene el alcohol sobre el metabolismo, la termorregulación y las habilidades/concentración que se ponen en juego durante el ejercicio (69). Los efectos del alcohol en la fuerza y en el rendimiento pueden persistir durante varias horas, incluso después de que los signos y síntomas de la intoxicación o resaca han desaparecido. En la etapa posterior al ejercicio, donde los patrones culturales del ámbito deportivo a menudo promueven el consumo de alcohol, su consumo puede interferir con la recuperación porque altera el almacenamiento de glucógeno, (71) disminuye los porcentajes de rehidratación ejerciendo un efecto supresor sobre la hormona antidiurética, (72) y afecta la síntesis de proteínas musculares (MPS) necesaria para la adaptación y reparación (69, 73, 74). En ambientes fríos, el consumo de alcohol aumenta la vasodilatación periférica lo que produce una desregulación de la temperatura central (75) y es probable que tenga otros efectos sobre funciones corporales, tales como alteraciones en el equilibrio ácido-base y en las vías metabólicas de las citoquinas-prostaglandinas, y alteraciones en el metabolismo de la glucosa y en la función cardiovascular (76). El consumo excesivo de alcohol puede afectar indirectamente los objetivos de recuperación debido a la omisión de las recomendaciones para la recuperación. El consumo excesivo de alcohol también está asociado con comportamientos de alto riesgo que producen accidentes y con comportamientos antisociales que pueden ser perjudiciales para el atleta. En conclusión, se recomienda a los atletas que tengan en cuenta tanto las recomendaciones de salud pública como las reglas del equipo acerca del consumo de alcohol y se les anima a minimizar o evitar el consumo de alcohol en el período post-ejercicio cuando la recuperación y la reparación de las lesiones son prioritarias.

Micronutrientes. El ejercicio tensiona muchas de las vías metabólicas en las que se requieren micronutrientes, y el entrenamiento puede provocar adaptaciones bioquímicas musculares que aumentan la necesidad de algunos micronutrientes. Los atletas que con frecuencia restringen la ingesta de energía, se basan en prácticas de pérdida de peso extremas, eliminan uno o más grupos de alimentos de su dieta o consumen dietas erróneamente establecidas, pueden consumir cantidades sub-óptimas de micronutrientes y pueden obtener beneficios de la suplementación con micronutrientes (77). Esto ocurre con mayor frecuencia en el caso del calcio, vitamina D, hierro y ciertos antioxidantes (78-80). Los suplementos de micronutrientes individuales generalmente sólo son apropiados para la corrección de una razón médica clínicamente definida [por ejemplo, suplementos de hierro para la anemia por deficiencia de hierro (IDA)].

Micronutrientes de interés clave:

Hierro. La deficiencia de hierro, con o sin anemia, puede deteriorar la función muscular y limitar la capacidad de realizar ejercicios (78, 81) lo que puede comprometer las adaptaciones al entrenamiento y el rendimiento deportivo. Un estado de hierro sub-óptimo, frecuentemente se origina por una limitada ingesta de hierro proveniente de fuentes de alimentos que contienen el grupo hemo, y de una ingesta de energía insuficiente (se consume aproximadamente 6 mg de hierro cada ~1000 kcal) (82) Los períodos de crecimiento rápido, el entrenamiento en altitud elevada, la pérdida de sangre menstrual, la hemólisis por impacto, la donación de sangre y las lesiones pueden tener un impacto negativo en el nivel de hierro (79, 81). Algunos atletas que realizan entrenamiento de alta intensidad también pueden incrementar las pérdidas de hierro en el sudor, orina, heces y por hemólisis intravascular.

Independientemente de cual sea la etiología, un estado del hierro comprometido puede afectar negativamente la salud, el rendimiento físico y mental, y amerita una intervención médica y un control inmediato (83). Los requerimientos de hierro para todas las atletas pueden incrementarse hasta en un 70% en comparación con los requerimientos promedio estimados

(84). Los atletas que tienen un mayor riesgo, como los corredores de fondo, los atletas vegetarianos o los donantes de sangre regulares deben ser examinados regularmente y aspirar a una ingesta de hierro mayor que la dosis diaria recomendada (i.e., >18 mg para mujeres y >8 mg para varones) (81, 85).

Los atletas con anemia por deficiencia de hierro (IDA) deben buscar seguimiento clínico, con terapias que incluyan la suplementación por vía oral de hierro (86), mejoras en la dieta y una posible disminución de las actividades que favorezcan la pérdida de hierro (por ejemplo, donación de sangre, reducción de la carga en el entrenamiento con traslado de masa para disminuir la hemólisis de los eritrocitos) (87). La ingesta de suplementos de hierro en el período inmediatamente después del ejercicio vigoroso está contraindicada porque existe la posibilidad de que los niveles elevados de hepcidina interfieran con la absorción de hierro (88). La corrección de la anemia por deficiencia de hierro (IDA) puede requerir de 3 a 6 meses; por lo tanto, es importante comenzar la intervención nutricional antes de que se presente la IDA (78, 81). Los atletas que están preocupados por el estado de hierro o tienen deficiencia de hierro sin anemia (por ejemplo, ferritina baja y sin IDA) deben adoptar estrategias de alimentación que promuevan una mayor ingesta de fuentes alimenticias de hierro de buena absorción (por ejemplo, hierro hemo, alimentos con hierro no hemo + vitamina C) como primera línea de defensa. Aunque existe alguna evidencia de que los suplementos de hierro pueden lograr mejoras en el rendimiento de los atletas que padecen agotamiento de hierro pero que no están anémicos (89), los atletas deben saber que no es recomendable la suplementación habitual sin control, cuando no hay evidencia clínica de deficiencia, no se considera como ergogénico y puede provocar alteraciones gastrointestinales no deseadas (89).

En el inicio del entrenamiento algunos atletas pueden experimentar una disminución transitoria en la hemoglobina debida a hemodilución, conocido como ''anemia por dilución'' o ''anemia deportiva'', y puede no responder a la intervención nutricional. Estos cambios parecen ser una adaptación beneficiosa para el entrenamiento aeróbico y no repercuten negativamente en el rendimiento (79). No existe acuerdo en el nivel de ferritina sérica que corresponde a un nivel problemático de agotamiento/deficiencia de hierro, y los niveles que se sugieren varían de de <10 a <35 ng/mL (86). En este escenario se justifica realizar una minuciosa evaluación ya que la ferritina es una proteína de fase aguda que aumenta con la inflamación, pero en ausencia de inflamación, puede ser utilizado como el mejor indicador temprano de un nivel férrico comprometido. En la actualidad se están analizando otros marcadores del estado de hierro y de otros problemas en el metabolismo del hierro (por ejemplo, el papel de la hepcidina) (88).

Vitamina D.

La vitamina D regula la absorción y el metabolismo del calcio y del fósforo y desempeña un papel clave en el mantenimiento de la salud ósea. También hay interés científico emergente en el papel biomolecular de la vitamina D en el musculo esquelético (90), donde su papel en la mediación de la función del metabolismo muscular (91) podría tener implicaciones para apoyar el rendimiento deportivo. Un número cada vez mayor de estudios han documentado la relación entre el nivel de vitamina D y la prevención de lesiones (92), la rehabilitación (93), la mejora de la función neuromuscular (94), el aumento en el tamaño de las fibras musculares de tipo II (94), la reducción de la inflamación (93), ladisminución del riesgo de estrés por fractura (92, 95) y la enfermedad respiratoria aguda (95).

Los atletas que viven en latitudes superiores al paralelo 35 o que entrenan y compiten principalmente en instalaciones bajo cubierta probablemente tienen un mayor riesgo de padecer insuficiencia (25(OH)D=50-75 nmol/L) y deficiencia (25(OH) D<50 nmol/L) de vitamina D. Otros factores y hábitos de estilo de vida tales como la tez oscura, el elevado contenido de grasa corporal, entrenar temprano por la mañana y por la noche cuando los niveles de UVB son bajos, y el bloqueo agresivo de la exposición a UVB (ropa, equipo y uso de lociones de filtro/bloqueo) aumentan el riesgo de padecer insuficiencia y deficiencia (93).Dado que los atletas tienden a consumir poca vitamina D en la dieta (93) y que las intervenciones dietéticas por sí solas no han demostrado ser un medio fiable para resolver un nivel insuficiente (96) puede ser necesario implementar suplementación por encima de la RDA actual y/o una exposición responsable a UVB para mantener un adecuado nivel de vitamina D. Un estudio reciente realizado en nadadores y buceadores de División 1 de NCAA informó que los atletas que empezaron a 130 nmol/L y recibieron dosis diarias de 4000 UI de vitamina D (100 µg) fueron capaces de mantener el estatus suficiente durante 6 meses (cambio medio +2,5 nmol/L), mientras que los atletas que recibieron placebo experimentaron una pérdida media de 50 nmol/L (97). Lamentablemente es complejo determinar los requerimientos de vitamina D para la salud y el rendimiento óptimo. Se ha establecido que niveles de vitamina D en sangre de 80 nmol/L y hasta 100 nmol/L (93) a 125 nmol/L (94) son objetivos prudentes para la las adaptaciones óptimas inducidas por el entrenamiento. Aunque una adecuada evaluación y corrección de la deficiencia es vital para el bienestar de los atletas y para el éxito deportivo, los datos actuales no señalan a la vitamina D como una ayuda ergogénica para los atletas. Se necesitan más datos empíricos para poder estableces el rol directo de la vitamina D en la salud y en la función del músculo esquelético, y para poder aclarar las recomendaciones para los atletas. Hasta entonces, los atletas con antecedentes de fractura por estrés, lesión ósea o articular, signos de exceso de entrenamiento, dolor o debilidad muscular y que tengan un estilo de vida que implique una baja exposición a los rayos UVB, podrían necesitar el dosaje sanguíneo de 25 (OH) D (98) para determinar si es necesario implementar un protocolo de administración de un suplemento de vitamina D de manera individual.

Calcio. El calcio es especialmente importante para el crecimiento, mantenimiento y reparación de tejido óseo; la regulación de la contracción muscular; la conducción nerviosa y la coagulación sanguínea normal. El riesgo de padecer una baja densidad mineral ósea y de sufrir fracturas por estrés se incrementa por la baja disponibilidad de energía, y en el caso de los atletas de sexo femenino, las alteraciones menstruales con baja ingesta de calcio en la dieta aumentan aún más este riesgo (78, 99, 100). El bajo consumo de calcio está asociado con una ingesta restringida de energía, desórdenes alimentarios y/o con la falta de consumo de productos lácteos u otros alimentos ricos en calcio. La suplementación con calcio debe ser implementada después de una evaluación exhaustiva de la ingesta dietaria habitual. Se necesitan ingesta de calcio de 1500 mg/día y 1500-2000 UI/día de vitamina D para optimizar la salud ósea de los atletas con baja disponibilidad de energía o alteraciones menstruales (12).

Antioxidantes.

Los nutrientes antioxidantes desempeñan un papel importante en la protección de las membranas celulares frente al daño oxidativo. Puesto que el ejercicio puede aumentar el consumo de oxígeno en 10 a 15 veces, se ha planteado la hipótesis de que el entrenamiento crónico produce un constante ''estrés oxidativo'' en las células (101). Se sabe que el ejercicio agudo aumenta los niveles de los derivados de la peroxidación lipídica, (101) y además produce un aumento neto de las funciones del sistema antioxidante innato y una reducción en la peroxidación de lípidos (102). Por lo tanto, un atleta bien entrenado puede tener un sistema antioxidante endógeno más desarrollado que un individuo menos activo y no obtendrá beneficios de la suplementación con antioxidantes, especialmente si está consumiendo una dieta rica en alimentos ricos en antioxidantes. Hay poca evidencia de que los suplementos con antioxidantes puedan mejorar el rendimiento deportivo (101) y la interpretación de los datos existentes es poco clara debido a cuestiones de diseño de los estudios (por ejemplo, una gran variabilidad en las características de los sujetos, en los protocolos de entrenamiento, y en las dosis y combinaciones de suplementos antioxidantes; escasez de diseños cruzados). También hay cierta evidencia de que la suplementación con antioxidantes puede influir negativamente en las adaptaciones al entrenamiento (103).

La estrategia más segura y más eficaz respecto de los micronutrientes antioxidantes es consumir una dieta correctamente seleccionada que contenga alimentos ricos en antioxidantes. La importancia de las especies reactivas del oxígeno en la estimulación de una óptima adaptación al entrenamiento amerita más investigaciones, pero la literatura actual no apoya el consumo de suplementos con antioxidantes como medio para prevenir el estrés oxidativo inducido por el ejercicio. Si los atletas deciden consumir suplementos, deben ser advertidos de no exceder los Niveles de Consumo Tolerables ya que dosis más altas podrían ser pro-oxidativas (101). Los atletas que tienen un mayor riesgo de tener una ingesta pobre de antioxidantes son aquellos que restringen la ingesta de energía, siguen una dieta con bajo contenido crónico de grasas, o limitan la ingesta dietética de frutas, verduras y granos integrales (46).

Resumiendo lo referente a micronutrientes, los atletas deben saber que la ingesta de suplementos de vitaminas y minerales no mejora el rendimiento, a menos que se revierta la deficiencia pre existente (78, 79) y que la bibliografía que apoya la suplementación con micronutrientes frecuentemente es opacada con resultados contradictorios y pruebas débiles. A pesar de esto, muchos atletas consumen innecesariamente suplementos de micronutrientes, incluso cuando la ingesta alimentaria cumple con las necesidades de micronutrientes. En lugar de efectuar un auto-diagnóstico sobre la necesidad de suplementos de micronutrientes, cuando sea pertinente, los atletas deben buscar la evaluación clínica de su estado de micronutrientes como parte de una evaluación más amplia de sus prácticas dietéticas generales. Los nutricionistas deportivos pueden ofrecer varias estrategias para evaluar el estado de los micronutrientes sobre la base de un análisis del historial de ingesta de nutrientes junto con la observación de los signos y síntomas asociados con la deficiencia de los mismos. Esto es particularmente importante para el hierro, vitamina D, calcio y los antioxidantes. Los nutricionistas deportivos deben convencer a los atletas de que es necesario consumir una dieta correctamente seleccionada centrada en la variedad de alimentos para evitar las deficiencias de micronutrientes y obtener los beneficios de muchas otras estrategias de alimentación promotoras del rendimiento. Las recomendaciones de salud pública tales como los valores nutricionales de referencia proporcionan recomendaciones sobre la ingesta de micronutrientes para que los nutricionistas del deporte ayuden a los atletas a evitar problemas de deficiencias y de seguridad asociados con la ingesta excesiva. La ingesta de micronutrientes provenientes de fuentes dietéticas y alimentos fortificados debe ser evaluada junto con la ingesta de micronutrientes de todos los otros suplementos dietéticos.

TEMA 2: Nutrición para el rendimiento: estrategias para optimizar el rendimiento y la recuperación en competencias y en sesiones de entrenamiento importantes

Consumo de alimentos antes, durante y luego de un evento.

Las estrategias implementadas antes, durante y después de los períodos de ejercicios deben tener una serie de objetivos. En primer lugar se debe apoyar o promover el rendimiento óptimo, abordando diversos factores relacionados con la nutrición que pueden provocar fatiga y afectar el rendimiento (por ejemplo, potencia, fuerza, agilidad, habilidad y concentración) a lo largo del evento deportivo o hacia el final del mismo. Entre otros factores podemos mencionar la

deshidratación, desequilibrio electrolítico, agotamiento del glucógeno, hipoglucemia, malestar/incomodidad gastrointestinal y alteraciones en el equilibrio ácido-base. Los líquidos o suplementos consumidos antes, durante o en la recuperación entre las sesiones pueden reducir o retrasar la aparición de estos factores. Las estrategias incluyen un aumento o el reemplazo de los principales combustibles para el ejercicio y el aporte de sustratos para que el cuerpo regrese a la homeostasis, o para que se adapte aún mas al estrés producido durante una sesión previa. de ejercicio En algunos casos, la nutrición previa al evento puede ser necesaria para corregir los efectos de otras actividades realizadas por el atleta durante la preparación para un evento tales como deshidratación o una alimentación restrictiva implementada ''para llegar al peso'' en la categoría de deportes por peso. Un objetivo secundario es lograr comodidad intestinal durante todo el evento, evitando la sensación de hambre o de incomodidad y las molestias gastrointestinales que pueden reducir directamente el disfrute y el rendimiento físico e interferir con el apoyo nutricional en curso. El objetivo final es continuar aportando apoyo nutricional para mantener la salud y lograr una mayor adaptación al ejercicio, particularmente en el caso de los eventos competitivos que abarcan días y semanas (por ejemplo, torneos y carreras por etapas).

Las necesidades de nutrientes y las estrategias prácticas para satisfacerlas antes, durante y después del ejercicio dependen de una variedad de factores, entre los que se incluye el evento (tipo, intensidad, duración del ejercicio), el medio ambiente, los efectos de arrastre desde el ejercicio anterior, el apetito y las respuestas y preferencias individuales. En situaciones competitivas, las reglas del evento y el acceso al soporte nutricional también pueden regular las oportunidades para ingerir alimentos. Está fuera del alcance de esta revisión generar una mayor discusión; si no mas bien buscamos comentar que las soluciones a los problemas de alimentación vinculados al ejercicio requieren la experimentación y la habituación del atleta, y con frecuencia son un área en la que los conocimientos sobre los alimentos, la creatividad y la experiencia práctica de los nutricionistas deportivos hacer valiosos aportes al plan de nutrición del atleta. Además tales escenarios son el ámbito donde el consumo de alimentos y suplementos deportivos puede ser mas valioso, ya que los productos bien formulados a menudo pueden aportar una forma concreta de apoyo nutricional para satisfacer las necesidades de nutrientes especializados.

Pautas de hidratación: equilibrio hidroelectrolítico

Estar adecuadamente hidratado permite alcanzar una salud óptima y un rendimiento deportivo optimo. Además de las habituales pérdidas diarias de agua de origen respiratorio, gastrointestinal, renal y por sudor, los atletas deben reemplazar las pérdidas debidas al sudor. El sudor permite la disipación del calor generado como subproducto del trabajo muscular y a menudo se ve agravado por las condiciones ambientales y, por lo tanto, ayuda a mantener la temperatura corporal dentro de rangos aceptables (104). La deshidratación hace referencia al proceso de pérdida de agua corporal y conduce a la hipohidratación. Aunque es frecuente el uso indistinto de estos términos, hay diferencias sutiles porque reflejan proceso y resultado.

A través de una cascada de eventos, el calor metabólico generado por las contracciones musculares durante el ejercicio puede provocar eventualmente hipovolemia (disminución de plasma/volumen de sangre) y por lo tanto, tensión cardiovascular, aumento en la utilización de glucógeno, alteraciones metabólicas y en el funcionamiento del SNC y un mayor aumento de la temperatura corporal (104-106). A pesar de que es posible estar hipohidratados pero no hipertermicos (cuando se tiene una temperatura corporal central superior a 40°C; 104°F) (107), en otros escenarios el estrés térmico adicional asociado con la hipohidratación puede contribuir a un mayor riesgo de sufrir un golpe de calor por esfuerzo que ponga en riesgo la vida (golpe de calor). Además de agua, el sudor contiene cantidades importantes pero variables de sodio, con menores cantidades de potasio, calcio y magnesio (104). Para preservar la homeostasis, la función óptima del cuerpo, el rendimiento y la percepción de bienestar, los atletas deben esforzarse por implementar las estrategias de gestión de líquidos antes, durante y después del ejercicio para mantener un estado de euhidratación. Dependiendo del atleta, el tipo de ejercicio y el medio ambiente, hay situaciones en las que este objetivo es más o menos importante.

Aunque la respuesta a la deshidratación es compleja e individual, la deficiencia de líquido corporal superior al 2% del peso corporal puede comprometer la función cognitiva y el rendimiento en ejercicios aeróbicos, particularmente en climas cálidos (104, 105, 108, 109). Frecuentemente se observan disminuciones en el rendimiento de actividades anaeróbicas o de alta intensidad, en las habilidades técnicas deporte específicas y en el ejercicio aeróbico en un ambiente fresco cuando se produce pérdida de peso corporal de 3% -5% debida a la deshidratación (104, 105). La hipohidratación severa con déficit de agua de 6% a 10% del peso corporal tiene efectos más pronunciados en la tolerancia al ejercicio, en la disminución del gasto cardíaco, la producción de sudor, y en el flujo sanguíneo hacia la piel y hacia los músculos (107).

Suponiendo que un atleta tiene equilibrio energético, el estado de hidratación diaria puede ser estimado mediante el seguimiento del peso corporal a la madrugada (medido al despertar y después de la micción), ya que los cambios agudos en el peso corporal generalmente reflejan cambios en el agua corporal. La gravedad específica de la orina y la osmolalidad de la orina también pueden ser utilizados para aproximar el estado de hidratación mediante la medición de la concentración de los solutos en la orina. Cuando se evalúa a partir de una recolección de orina (siguiendo la técnica de

muestreo de chorro medio) de la primera orina de la mañana, un peso específico urinario menor a 1,020 o hasta un valor de 1,025, para tener en cuenta la variabilidad individual, (106) generalmente indica un estado de euhidratación. La osmolalidad urinaria refleja hipohidratación cuando es >900 mOsmol/kg, mientras que se considera como euhidratación cuando es <700 mOsmol/kg (104, 106).

Antes del ejercicio. Algunos atletas comienzan ejercicio en un estado de hipohidratación, lo que puede afectar negativamente el rendimiento (105, 110): La hipohidratación provocada para ''llegar al peso'' puede dar lugar a un déficit importante de fluidos, que puede ser difícil de restaurar entre el ''pesaje'' y el inicio de la competencia. Del mismo modo, los atletas pueden estar en un estado de hipohidratación al inicio del ejercicio debido a las sesiones de entrenamiento recientes, prolongadas en calor o por múltiples eventos en un mismo día (104, 105, 108, 110).

Los atletas pueden lograr el estado de euhidratación antes del ejercicio consumiendo un volumen de fluido equivalente a 5-10 ml/kg de peso corporal (~ 2-4 ml/lb) en las 2 a 4 horas antes del ejercicio para lograr una orina de color amarillo pálido mientras transcurre un tiempo suficiente para que se elimine el exceso de líquido consumido (104, 108). El sodio y los alimentos consumidos antes del ejercicio pueden ayudar con la retención de líquidos. Aunque algunos atletas intentan hiperhidratarse antes del ejercicio en condiciones de calor, donde las tasas de pérdida de sudor o restricciones en la ingesta de líquidos conducen inevitablemente a un déficit de fluidos, el uso de glicerol y otros expansores de plasma con este fin está prohibido por la Agencia Mundial Antidopaje (www.wada-ama.org).

Durante el ejercicio. Las tasas de sudoración varían durante el ejercicio de 0,3-2,4 l/h dependiendo de la intensidad y duración del ejercicio, de la aptitud, la aclimatación al calor, la altitud y otras condiciones ambientales (calor, humedad, etc.) (104, 106, 111, 112). Idealmente, los atletas deben beber suficiente líquido durante ejercicio para reemplazar las pérdidas por sudor de tal manera que el déficit total de fluidos corporales se limite a <2% del peso corporal. Hay varios factores que pueden poner en peligro la disponibilidad de fluidos o las oportunidades para consumirlos durante el ejercicio y en el caso de atletas de alto calibre más competitivos, la pérdida por sudor generalmente excede la ingesta de líquidos. Sin embargo, se han observado diferencias individuales en los comportamientos de consumo de bebidas y en las tasas de sudor lo que da como resultado una serie de cambios en el estado de fluidos van desde deshidratación sustancial hasta la sobre-hidratación (110).

La medición de rutina del peso corporal (BW) antes y después del ejercicio que registre las pérdidas por orina y el volumen bebido, puede ayudar a estimar las pérdidas de un atleta a través del sudor durante las actividades deportivas para personalizar sus estrategias de reposición de fluidos (104). En ausencia de otros factores que alteren la masa corporal durante el ejercicio (por ejemplo, la pérdida significativa de sustratos que puede ocurrir durante los eventos muy prolongados), una pérdida de 1 kg de peso corporal representa una pérdida de sudor de aproximadamente 1 litro. El plan de fluidos que se adapta a la mayoría de los atletas y eventos deportivos suele contemplar una ingesta de 0,4 a 0,8 l/h, (104) aunque esto debe ser personalizado dependiendo de la tolerancia y experiencia de los atletas, sus oportunidades para beber líquidos y los beneficios del consumo de otros nutrientes (por ejemplo, carbohidratos) en forma líquida. La ingesta de bebidas frías (0,5°C) puede ayudar a reducir la temperatura del core y por lo tanto podría mejorar el rendimiento en condiciones de calor. La presencia de saborizantes en una bebida puede aumentar la palatabilidad y la ingesta voluntaria de líquidos.

Aunque típicamente los atletas de competición desarrollan un déficit de fluidos en el transcurso de una sesión de ejercicios, durante las últimas 2 décadas se ha producido una creciente conciencia de que algunos atletas aficionados beben a tasas que superan sus pérdidas por sudor y se hidratan excesivamente. El consumo excesivo de líquidos por encima de las pérdidas por sudor y por orina es la principal causa de hiponatremia (concentración sanguínea de sodio <135 mmol/L), lo que también se conoce como intoxicación por agua, y la misma puede ser exacerbada en casos en los que hay pérdidas excesivas de sodio en el sudor y en caso en que se utilizan líquidos de reposición bajos en sodio (113, 114). También puede ser agravado por la ingesta excesiva de líquidos en las horas o días previos al evento. El exceso de hidratación se observa generalmente en los atletas recreativos ya que sus tasas de trabajo y tasas de sudoración son más bajas que las de los deportistas de competición, pueden tener mayores oportunidades para beber y sus creencias sobre la necesidad de beber pueden ser mayores. Generalmente, las mujeres tienen un menor tamaño corporal y menores tasas de sudoración que los varones y tendrían un mayor riesgo de consumir un exceso de bebida y padecer posible hiponatremia (104). Los síntomas de hiponatremia durante el ejercicio se producen sobre todo cuando los niveles plasmáticos de sodio caen por debajo de 130 mmol/L e incluyen distensión abdominal, hinchazón, aumento de peso, náuseas, vómitos, dolor de cabeza, confusión, delirio, convulsiones, dificultad respiratoria, pérdida de conciencia, y posiblemente la muerte si no se trata. A pesar de que se supone que la prevalencia de la hipohidratación e hipernatremia es mayor que la prevalencia de la sobrehidratación e hiponatremia, estas últimas condiciones son más peligrosas y requieren una pronta atención médica (104, 106, 114).

El sodio debe ser ingerido durante el ejercicio cuando se producen grandes pérdidas de sodio por sudor. Esto se produce cuando los atletas tienen altas tasas de sudor (>1,2 L/h), ''sudor salado'' o realizan ejercicio prolongado con una duración

superior a 2 horas (105, 106, 109). A pesar de que presenta una variación muy alta, la concentración promedio de sodio en el sudor se aproxima a 50 mmol/L (~ 1 g/L) y es hipotónica en comparación con el contenido de sodio en la sangre. La sensación de sed a menudo depende de los cambios en la osmolaridad del plasma y generalmente es una buena indicación de la necesidad de beber, pero no indica que el atleta esté deshidratado (108). Los atletas de edad avanzada pueden presentar disminuciones relacionadas con la edad en la sensación de sed y pueden necesitar ser estimulados para beber durante y después del ejercicio (104).

A pesar de los calambres musculares esqueléticas son causados por la fatiga muscular, pueden producirse en atletas de todo tipo de deportes en una amplia gama de condiciones ambientales (104) y pueden estar asociados con la hipohidratación y los desequilibrios de electrolitos. Los atletas que sudan profusamente, especialmente cuando se combina con una elevada concentración de sodio en el sudor, pueden estar en mayor riesgo de padecer calambres, sobre todo cuando no están aclimatados al calor y al medio ambiente (115).

Después del ejercicio. La mayoría de los atletas terminan de hacer ejercicio con déficit de fluidos y pueden necesitar restaurar la euhidratación durante el periodo de recuperación (104, 110): Las estrategias de recuperación deben contemplar principalmente el consumo de agua y sodio a una tasa modesta que minimice la diuresis/ pérdidas urinarias (105). La presencia de sodio/cloruro de sodio en la dieta (de alimentos o líquidos) ayuda a retener los líquidos ingeridos, especialmente los fluidos extracelulares, incluido el volumen plasmático. Por lo tanto, los atletas no deben restringir el sodio en su nutrición post-ejercicio en particular cuando se han producido grandes pérdidas de sodio. Dado que las pérdidas por sudor y pérdidas de orina continúan durante la etapa post-ejercicio, la rehidratación eficaz requiere la ingesta de un volumen de fluidos (por ejemplo, 125% y 150%) superior al déficit de líquido final (por ejemplo, 1,25 a 1,5 L de fluidos por cada 1 kg de peso corporal perdido) (104, 106). No se recomienda un consumo excesivo de alcohol en el período de recuperación debido a sus efectos diuréticos. Por otra parte, los avisos de precaución previos sobre la cafeína como diurético podrían ser exagerados si la misma se consume habitualmente en cantidades moderadas (por ejemplo <180 mg) (104).

Recomendaciones sobre la ingesta de carbohidratos

Debido a su papel como un importante combustible para el músculo y el sistema nervioso central, la disponibilidad de reservas de carbohidratos es limitante para la realización de ejercicio continuo o intermitente prolongado, y permite la realización de deporte de alta intensidad sostenido. El agotamiento de las reservas musculares de glucógeno está asociado con la fatiga y con la reducción en la intensidad del ejercicio sostenido, mientras que una inadecuada disponibilidad de carbohidratos para el sistema nervioso central afecta los factores que influyen en el rendimiento, como el ritmo, la percepción de fatiga, la capacidad motora y la concentración. (3, 116). Por lo tanto, una estrategia clave en la promoción de rendimiento óptimo en eventos competitivos o entrenamientos clave es equiparar las reservas corporales de carbohidratos con las demandas de combustible de la sesión. Las estrategias para promover la disponibilidad de carbohidratos deben ser implementadas antes, durante, y en la recuperación entre eventos o sesiones de entrenamiento de alta calidad.

Formación de adecuadas reservas de glucógeno muscular.

El manejo de la nutrición y del ejercicio en las horas y días previos a una serie de ejercicios importante permite que el atleta inicie la sesión con un nivel de reservas de glucógeno que sea proporcional a los costos de combustible estimados del evento. En ausencia de daño muscular severo, las reservas de glucógeno pueden normalizarse mediante 24 h de reducción de entrenamiento y a través de la ingesta adecuada de combustible (117) (Tabla 2). Eventos con una duración superior a 90 minutos pueden ser beneficiados por reservas de glucógeno más altas, (118) que pueden ser logradas por una técnica conocida como carga de carbohidratos. Este protocolo para alcanzar una supercompensación de glucógeno muscular evolucionó a partir de los estudios originales de almacenamiento de glucógeno de 1960 y, al menos en el caso de los atletas entrenados, se puede lograr ampliando el período de dieta rica en carbohidratos y de puesta a punto del entrenamiento a 48 h (36) (Tabla 2).

Los carbohidratos que se consume en las comidas y/o aperitivos durante 1-4 horas antes del ejercicio pueden continuar aumentando las reservas corporales de glucógeno, en particular los niveles de glucógeno hepático que se han agotado durante el ayuno de toda la noche (117). También pueden aportar una fuente de liberación de glucosa hacia el intestino durante el ejercicio (117). Se ha demostrado que una ingesta de carbohidratos de 1-4 g/kg, teniendo en cuenta el *timing*, la cantidad y la elección de alimentos adecuados para el individuo, mejora la resistencia y el rendimiento de ejercicios prolongados (Tabla 2) (117, 119). Generalmente, los alimentos bajos en grasas, bajos en fibra y con contenido bajo-moderado de proteínas son la opción preferida para este menú pre-evento, ya que tienen menor probabilidad de provocar problemas gastrointestinales y promueven el vaciamiento gástrico (120). Los suplementos nutricionales líquidos son útiles para los atletas que sufren nervios previos al evento o un calendario pre-evento incierto y por lo tanto prefieren una opción de digestión mas rápida. Por encima de todo, el atleta de manera individual debe elegir una estrategia que se adapte a su

situación y a sus experiencias pasadas y esta estrategia puede ser puesta a punto con mas experimentación.

La ingesta de carbohidratos antes del ejercicio no siempre es sencilla ya que los efectos metabólicos resultantes de la respuesta de la insulina incluyen una reducción en la movilización y en la utilización de las grasas, y un aumento concomitante en la utilización de carbohidratos (119). En algunas personas, esto puede causar fatiga prematura (121). Las estrategias para sortear este problema incluyen asegurar al menos 1 g/kg de carbohidratos en la comida previa al evento para compensar la mayor oxidación de carbohidratos, incluir una fuente de proteínas en la comida, agregar algunos esfuerzos de alta intensidad en la entrada en calor pre-ejercicio para estimular la gluconeogénesis hepática, y consumir carbohidratos durante el ejercicio (122). Otra metodología sugerida sería la selección de comidas previas al ejercicio ricas en carbohidratos con un índice glucémico bajo, lo que podría reducir los cambios metabólicos asociados con la ingesta de carbohidratos y asegurar una liberación sostenida de carbohidratos durante el ejercicio. Aunque los estudios ocasionales han demostrado que una estrategia de este tipo mejora la capacidad de realizar ejercicio subsiguiente (123) tal como se resume en la EAL (Tabla 1 Pregunta # 11) y en otros trabajos (119), no se ha podido comprobar que la ingesta previa al ejercicio de opciones de carbohidratos con bajo índice glucémico aporte un beneficio universal para el rendimiento incluso cuando se hayan atenuado perturbaciones metabólicas del consumo de carbohidratos antes del ejercicio. Además, el consumo de carbohidratos durante el ejercicio, tal como se establece en la Tabla 2, amortigua cualquier efecto de ingesta de carbohidratos pre-ejercicio sobre el metabolismo y el rendimiento (124).

Dependiendo de características como el tipo de ejercicio, el medio ambiente y la preparación del atleta y su tolerancia a los carbohidratos, la ingesta de carbohidratos durante el ejercicio aporta una serie de beneficios para la capacidad de realizar ejercicios y para el rendimiento físico a través de mecanismos que incluyen el ahorro de glucógeno, el aporte de un sustrato muscular exógeno, la prevención de hipoglucemia y la activación de los centros de recompensa en el sistema nervioso central (116). Una gran cantidad de bibliografía sobre la alimentación con carbohidratos durante el ejercicio ha permitido establecer que se necesitan diferentes cantidades, momentos de ingesta y tipos de carbohidratos para lograr estos diferentes efectos y que los diferentes efectos pueden superponerse en diferentes eventos (36, 125). La Tabla 2 resume las recomendaciones actuales para el abastecimiento de combustibles para el ejercicio, y tiene en cuenta las oportunidades en las que puede desempeñar un papel metabólico (eventos con duración >60 a 90 min) y el nuevo concepto de ''detección en boca'', donde es probable que la exposición frecuente de la boca y la cavidad oral a carbohidratos sea efectiva para aumentar el entrenamiento y las estrategias de ritmo a través de un efecto en el SNC (126). Por supuesto, la implementación de estas recomendaciones debe ser ajustada a las preferencias y experiencias personales de cada atleta y a las oportunidades práctica que se puedan tener en un evento o sesión de ejercicios para obtener y consumir líquidos o alimentos que contienen carbohidratos. Una variedad de alimentos y fluidos de consumo habitual y productos formulados que incluyen bebidas deportivas pueden ser elegidos para cumplir con estas recomendaciones; estos incluyen nuevos productos que contienen mezclas de glucosa y fructosa (llamados ''múltiples carbohidratos transportables''), cuyo objetivo es aumentar la absorción intestinal total de carbohidratos (127). Aunque esto podría útil para situaciones de ejercicio prolongado donde las elevadas tasas de oxidación de carbohidratos exógenos podría sostener la intensidad de trabajo de cara a la disminución de las reservas de glucógeno muscular, la EAL observó que actualmente la evidencia sobre los beneficios no es clara (Tabla 1, pregunta # 9).

La restauración del glucógeno es uno de los objetivos de la recuperación post-ejercicio, sobre todo entre series de ejercicios dependientes de carbohidratos donde existe una prioridad para el rendimiento en la segunda sesión. La recuperación de combustibles requiere una ingesta adecuada de carbohidratos (Tabla 2) y tiempo. Dado que la tasa de resíntesis de glucógeno es solo de ~ 5% por hora, la ingesta temprana de carbohidratos en el período de recuperación (~ 1 a 1,2 g/kg/h durante las primeras 4-6 horas) es útil para maximizar el tiempo de recarga efectiva (117). A medida que la ingesta total de carbohidratos y energía es la adecuada y se cumplen los objetivos nutricionales generales, se puede seleccionar las comidas y aperitivos entre una variedad de alimentos y líquidos de acuerdo a las preferencias personales de tipo y momento de ingesta (36, 117). Se necesitan más investigaciones para determinar cómo se podría aumentar el almacenamiento de glucógeno cuando la ingesta de energía y carbohidratos es sub optima.

Recomendaciones sobre la ingesta de proteínas.

El consumo de proteínas en el período inmediato pre y post ejercicio suele estar íntimamente vinculado con el consumo de carbohidratos porque la mayoría de los atletas consumen alimentos, bebidas y suplementos que contienen ambos macronutrientes. Se ha observado que las proteínas dietarias consumidas en escenarios de baja disponibilidad de carbohidratos (128) y/o ingesta de energía restringida (53) al inicio del período de recuperación después del ejercicio mejoran y aceleran la reposición de glucógeno. Por ejemplo, se estableció que la recuperación del rendimiento (129) y las tasas de recuperación de glucógeno (53) fueron similares en los atletas que consumieron 0,8 g/kg/BW de carbohidratos + 0,4 g/kg/BW de proteínas en comparación con los atletas que consumieron solo carbohidratos (1,2 g/kg/BW). Esto podría apoyar el rendimiento físico y beneficiar a los atletas que frecuentemente realizan múltiples entrenamientos o sesiones competitivas el mismo día o en días sucesivos.

A pesar de que la ingesta de proteínas puede favorecer la recuperación del glucógeno y, cuando se consumen cerca de los entrenamientos para la fuerza y la resistencia pueden mejorar la síntesis de proteínas musculares (MPS), (59, 130) no hay evidencia de estudios bien controlados que hayan comprobado que los suplementos de proteínas puedan mejorar directamente el rendimiento deportivo (131, 132). Sin embargo, un modesto número de estudios han reportado que la ingesta de ~ 50-100 g de proteínas durante el período de recuperación permite una recuperación acelerada de la producción de potencia estática y dinámica durante el dolor muscular de aparición tardía (133, 134). A pesar de estos hallazgos en otros estudios no observaron efectos en el rendimiento de la ingesta aguda de proteínas en niveles de ingesta que son más accesibles para consumir de manera regular. Además, los estudios que obtuvieron resultados positivos cuando el grupo de control consumía un placebo compuesto por agua saborizada (133) o un placebo que no sea isocalórico, no pueden descartar el impacto del aporte de energía después del ejercicio en el efecto observado (134).

La ingesta de proteínas durante el ejercicio y durante el período previo al ejercicio parece tener un menor sobre la MPS menor que la ingesta de proteínas posterior al ejercicio, pero aún puede mejorar el reacondicionamiento muscular dependiendo del tipo de entrenamiento que se realice. Se ha demostrado que la ingesta simultánea de proteínas y carbohidratos durante 2 horas de ejercicio de resistencia intermitente estimula la MPS durante los periodos de ejercicios (135) y puede extender la ventana de adaptación metabólica particularmente durante series de ejercicios de ultra resistencia (136). Los beneficios potenciales del consumo de proteínas antes y durante el ejercicio pueden ser importantes para los atletas enfocados en la respuesta de la MPS frente a ejercicios de fuerza y aquellos que buscan una mayor recuperación frente a los ejercicios de ultra-resistencia.

En la Tabla 1, las preguntas EAL 5-7 resumen la literatura sobre el efecto en diferentes variables del consumo de proteínas solas o en conjunto con carbohidratos durante la recuperación. Se necesita más trabajo para dilucidar la relevancia y utilidad del consumo de proteínas para el rendimiento del ejercicio posterior y si los mecanismos en este contexto son exclusivos de la aceleración de la síntesis de glucógeno muscular. La utilidad de los suplementos de proteínas también debería ser evaluada en contra de los beneficios del consumo de proteínas o aminoácidos provenientes de los alimentos y bocadillos que ya forman parte de un plan de nutrición deportiva para satisfacer otros objetivos de rendimiento.

Suplementos dietéticos y ayudas ergogénicas.

Los atletas, por motivos externos e internos para mejorar el rendimiento suelen tener en cuenta la atractiva comercialización y los testimonios que rodean a los suplementos y alimentos deportivos. Los suplementos deportivos representan una industria cada vez mayor, pero la falta de regulación sobre la fabricación y la comercialización hacen que los atletas puedan ser víctimas de publicidad falsa y de afirmaciones sin fundamento (137). Se ha estimado que la prevalencia de consumo de suplementos entre los atletas a nivel internacional sería del 37% -89%, y la mayor frecuencia se observa entre los atletas de élite y lo atletas de edad avanzada. Los motivos para su consumo incluyen mejorar el rendimiento o de la recuperación, mejorar o mantener la salud, aumentar la energía, compensar una mala nutrición, apoyar las defensas inmunológicas y el manejo de la composición corporal (138, 139), sin embargo pocos atletas realizan una valoración profesional de sus hábitos nutricionales de referencia. Por otra parte, las prácticas de suplementación de los atletas a menudo están guiadas por familiares, amigos, compañeros de equipo, entrenadores, internet y minoristas, y no por nutricionistas deportivos y otros profesionales asociados a las ciencias deportivas (138).

Las consideraciones sobre la utilización de alimentos y suplementos deportivos incluyen una evaluación de la eficacia y potencia. Además, existen preocupaciones de seguridad por la presencia de ingredientes declarados y ocultos que son tóxicos, y por las malas prácticas de los atletas de consumir dosis excesivamente grandes o combinaciones peligrosas de productos. El cumplimiento de los códigos antidopaje sigue siendo una preocupación por la posible contaminación con sustancias prohibidas o no autorizadas. Esto trae aparejado implicaciones importantes para los atletas que compiten bajo los códigos antidopaje (por ejemplo, *National Collegiate Athetic Association, World Anti-Doping Agency*) (139). Las afirmaciones del fabricante tales como ''100% puro '', ''de grado farmacéutico'', ''libre de sustancias prohibidas'', ''producto natural para la salud-NHPN/NPN" (en Canadá) o poseer un número de identificación de drogas no son indicaciones confiables que garanticen que un suplemento está libre de sustancias prohibidas. Por otra parte, los programas comerciales de auditoría por parte de terceros pueden analizar independientemente los suplementos dietéticos para sustancias prohibidas y restringidas en las instalaciones adaptadas para evaluaciones (con acreditación para normas ISO 17025) (140), y por lo tanto presentan una mayor garantía de la pureza de los suplementos para los atletas interesados en evitar violaciones a las leyes anti dopaje y elegibilidad.

El uso ético de los suplementos deportivos es una opción personal y sigue siendo controvertido. Es tarea de los profesionales de la salud calificados tales como los nutricionistas deportivo, establecer una buena comunicación con los atletas y proporcionar información creíble, basada en la evidencia en cuanto a la idoneidad, eficacia y a cuales son las dosis de consumo de los alimentos y suplementos deportivos. Después de completar una evaluación minuciosa de las prácticas de nutrición y la ingesta dietética de un atleta, los nutricionistas deportivos deben ayudar al atleta a realizar un análisis de costo-beneficio acerca del consumo de un producto y señalar que el atleta es responsable de los productos que

ingiere y de las consecuencias posteriores (i.e., legales, para la salud o vinculadas a la seguridad) (139).

Los beneficios de la utilización de suplementos y alimentos deportivos incluyen asistencia práctica para cumplir con los objetivos de nutrición deportiva, la prevención o el tratamiento de las deficiencias nutricionales, un efecto placebo y en algunos casos, un efecto ergogénico directo. Sin embargo, esto debe ser cuidadosamente evaluado frente a los riesgos, los costos y el potencial de efectos ergolíticos (139, 141). Los factores que deben ser considerados en el análisis incluyen un análisis teórico de los objetivos nutricionales o de los beneficios para el rendimiento que el producto debería producir dentro del programa específico de entrenamiento o de competencias del atleta, la calidad de la evidencia que sostiene que producto puede cumplir estos objetivos, la experiencia previa en relación con la respuesta individual y las consecuencias sanitarias y legales.

Relativamente pocos suplementos a los que se adjudican propiedades ergogénicas están apoyados por evidencia solida (139, 141). La metodología de las investigaciones sobre la eficacia de los suplementos deportivos presenta frecuentemente limitaciones tales como muestras de pequeño tamaño, la participación de sujetos no entrenados, pobre representación de las sub-poblaciones de atletas (mujeres, atletas de edad avanzada, deportistas con discapacidad, etc.), pruebas de rendimiento que son poco confiables o irrelevantes, un control inadecuado de las variables de confusión y falta de inclusión de las prácticas de nutrición de los deportes recomendados o la interacción con otros suplementos (139, 141). Aun cuando exista bibliografía robusta sobre un suplemento deportivo, puede no cubrir todas las aplicaciones que son específicas de un evento, del medio ambiente o del atleta individual. El uso de suplementos puede ser mejor implementado como complemento de un plan de nutrición correctamente diagramado. Rara vez es efectivo fuera de estas condiciones y no se justifica en el caso de los atletas jóvenes que pueden experimentar ganancias significativas de rendimiento a través de la maduración en edad, experiencia deportiva y a partir de la implementación de un plan de nutrición deportiva.

Está fuera del alcance de este documento abordar la enorme cantidad de suplementos deportivos utilizados por los atletas y las advertencias sobre las reglas específicas de cada deporte que permiten su consumo. El Instituto Australiano de Deporte (*Australian Institute of Sport*) ha desarrollado un sistema de clasificación que clasifica los ingredientes de los alimentos y suplementos deportivos sobre la base de la importancia de la evidencia científica y si un producto es seguro, legal y efectivo para mejorar el rendimiento deportivo (142) La Tabla 3 puede ser utilizada como una guía general para describir la efectos ergogénicos y fisiológicos de los suplementos y alimentos deportivos potencialmente beneficiosos (141, 143-148). Esta guía no pretende convencer a los atletas de que consuman algún suplemento específico y sólo debe ser considerada en situaciones bien definidas.

Tabla 3. Suplementos dietarios y alimentos deportivos con usos en nutrición deportiva avalados por la evidencia.

Categoría	Ejemplos	Uso	Precauciones	Evidencia
Alimentos Deportivos	Bebidas deportivas Barras deportivas Golosinas deportivas Geles deportivos Suplementos de electrolitos Suplementos de proteínas Suplementos en forma de alimentos líquidos	Opción práctica para cumplir con los objetivos nutricionales de los deportes, especialmente cuando el acceso a los alimentos, las oportunidades para consumir nutrientes o problemas gastrointestinales hacen que sea difícil consumir los alimentos y bebidas tradicionales	Su costo es superior al de los alimentos completos. Pueden ser utilizados innecesariamente o con protocolos inadecuados	Burke (2015) (141)
Suplementos médicos	Suplementos de hierro Suplementos de calcio Suplementos de vitamina D Multivitaminicos/minerales Acidos grasos n-3	Prevención y tratamiento de la deficiencia de nutrientes bajo la supervisión de un médico/nutricionista experto	Pueden ser auto prescriptos innecesariamente sin una adecuada supervisión o control.	Burke (2015) (141)
Suplementos para un rendimiento específico	**Efectos ergogénicos**	**Efectos fisiológicos/mecanismos del efecto ergogénico**	**Aspectos importantes sobre su uso [a]**	**Evidencia**
Creatina	Mejora el rendimiento en las series repetidas de ejercicio de alta intensidad con períodos de recuperación cortos. -Efecto directo sobre el rendimiento en competencias. -Aumento de la capacidad de entrenamiento	Aumenta las concentraciones de creatina y fosfocreatina. Además puede tener otros efectos como el aumento en las reservas de glucógeno y un efecto directo sobre la síntesis de proteínas musculares.	Asociado con aumento agudo de peso (0,6-1 kg), que puede ser problemático en los deportes sensibles al peso. Puede causar molestias gastrointestinales. Algunos productos pueden no contener las cantidades o formas adecuadas de creatina.	Tarnopolsky (2010) (143)
Cafeína	Reduce la percepción de fatiga. Permite mantener el ejercicio en intensidad/potencia óptima durante mas tiempo.	Antagonista de la adenosina con efectos sobre muchos objetivos corporales entre los que se incluye el sistema nervioso central. Promueve la liberación de Ca^{2+} del retículo sarcoplásmico	Provoca efectos secundarios (temblor, ansiedad, aumento del ritmo cardíaco, etc.) cuando se consumen en altas dosis. Es tóxica cuando se consume en grandes dosis Las Reglas de competencias establecidas por *National Collegiate Athletic Association* prohíben la ingesta de elevadas dosis que provoquen niveles de cafeína en orina superiores a 15 ug/ml. Algunos productos no revelan las dosis de cafeína o pueden contener otros estimulantes	Astorino (2010) (144) Tarnopolsky (2010) (143) Burke (2013) (145)
Bicarbonato de sodio	Mejora los rendimientos en los eventos que podrían estar limitados por alteraciones del equilibrio ácido-base asociadas con altas tasas de glucólisis anaeróbica. -Eventos de alta intensidad de 1-7 minutos de duración. -Esprints repetidos de alta intensidad. -Capacidad de realizar esprints de alta intensidad ejercicios de resistencia	Cuando se toma en forma de dosis aguda pre-ejercicio, aumenta la capacidad buffer extracelular	Puede provocar efectos secundarios gastrointestinales que pueden perjudicar el rendimiento en lugar de beneficiarlo	Carr (2011) (146)
Beta-alanina	Mejora los rendimientos de eventos que podrían estar limitados por alteraciones del equilibrio ácido-base asociadas con altas tasas de glucólisis anaeróbica -Principalmente dirigido a ejercicios de alta intensidad con una duración de 60-240 segundos -Puede mejorar la capacidad de entrenamiento.	Cuando se consume siguiendo un protocolo crónico, aumenta la carnosina muscular (buffer intracelular)	Algunos productos con una rápida absorción pueden provocar parestesia (sensación de hormigueo)	Quesnele (2014) (147)
Nitrato	Mejora la tolerancia y la economía del ejercicio. Mejora el rendimiento en ejercicios de resistencia, al menos en los atletas que no son de élite.	Aumenta las concentraciones plasmáticas de nitrito para aumentar la producción de óxido nítrico con diferentes efectos vasculares y metabólicos que reducen el costo de oxígeno del ejercicio	El consumo en fuentes de alimentos concentrados (ej. Jugo de remolacha) puede producir alteraciones intestinales y coloración de la orina. La eficacia no está tan clara en atletas de alto calibre.	Jones (2014) (148)

Estos suplementos pueden cumplir lo que establecen en las publicidades pero esto no implica reconocimiento alguno por parte de esta declaración de posición. aLos atletas deben recibir asistencia para llevar a cabo un análisis costo-beneficio (141) antes de utilizar cualquier alimento o suplemento deportivo y considerar los potenciales beneficios nutricionales, fisiológicos y psicológicos para su evento específico en función de las potenciales desventajas. Los protocolos específicos de consumo deben ser adaptados a la situación individual (para mayor información consultar las referencias) y los productos específicos deben ser seleccionados teniendo en cuenta los riesgos de contaminación con sustancias químicas peligrosas o ilegales.

TEMA 3: POBLACIONES Y CONDICIONES AMBIENTALES ESPECIALES

Atletas vegetarianos

Los atletas pueden optar por una dieta vegetariana por diversas razones basadas en creencias étnicas, religiosas y filosóficas sobre la salud, por aversión a la comida y por limitaciones financieras, o para disfrazar desórdenes alimenticios. Al igual que con cualquier restricción dietética auto inducida, sería prudente analizar si el atleta vegetariano también presenta trastornos en la alimentación o alteraciones alimenticias (13, 14). Una dieta vegetariana franca puede ser nutricionalmente adecuada y contener un alto consumo de frutas, verduras, cereales integrales, frutos secos, productos de soja, fibra, fitoquímicos y antioxidantes (149). En la actualidad, la investigación es deficiente en cuanto al impacto sobre el rendimiento deportivo del vegetarianismo a largo plazo entre poblaciones de deportistas (150).

Dependiendo de la extensión de las limitaciones dietéticas, los puntos preocupantes del vegetarianismo sobre los nutrientes pueden incluir la ingesta de energía, proteínas, grasas, hierro, zinc, vitamina B-12, calcio, ácidos grasos n-3, (149) y un bajo consumo de creatina y carnosina (151). Los atletas vegetarianos pueden tener un mayor riesgo de padecer una baja densidad mineral ósea y fracturas de estrés (152). Entre los desafíos prácticos adicionales está el acceso a los alimentos adecuados durante los viajes, la alimentación en restaurantes y en los campos de entrenamiento y en las sedes de las competencias.

Los atletas vegetarianos pueden beneficiarse de evaluaciones dietéticas y de educación integral para asegurar que sus dietas sean nutricionalmente solidas para sostener las demandas de entrenamiento y competición.

Altitud

La exposición a la altura (es decir, exposición diaria o intermitente a 92000 m, 96600 pies) puede ser una estrategia especializada contemplada dentro de un programa de entrenamiento de los atletas o simplemente puede ser su ambiente de entrenamiento diario (153). Uno de los objetivos de los bloques de entrenamiento especializados en altitud es aumentar de forma natural la masa de glóbulos rojos de la sangre (eritropoyesis) de manera que la sangre pueda llevar una mayor cantidad de oxígeno para mejorar el rendimiento posterior (112). La exposición inicial a la altitud conduce a una disminución en el volumen de plasma con un aumento correspondiente en la concentración de hemoglobina. Con el tiempo se produce un aumento neto de la masa de glóbulos rojos y del volumen sanguíneo y como resultado una mayor capacidad de transportar oxígeno (154). Sin embargo, es esencial poseer suficientes reservas de hierro antes del entrenamiento en altura para permitir las adaptaciones hematológicas (154). Los atletas pueden necesitar consumir alimentos ricos en hierro con o sin suplementos de hierro antes y durante la exposición a la altura.

La exposición específica o crónica a entornos de gran altura puede aumentar el riesgo de enfermedad, infecciones y la adaptación sub-óptima al ejercicio debido a los efectos directos de las condiciones hipobáricas hipóxicas, a un volumen e intensidad desacostumbrados de entrenamiento, interrupciones en el sueño y al aumento de la exposición a rayos UV (155). Los efectos son mayores a mayor altitud y requieren una mayor aclimatación para minimizar el riesgo de sufrir enfermedades específicas de la altura. Una nutrición adecuada es esencial para maximizar el efecto deseado del entrenamiento en altura o para apoyar una mayor exposición crónica a altitudes elevadas. Los aspectos nutricionales clave incluyen la adecuación de la ingesta de energía, carbohidratos, proteínas, líquidos, hierro y alimentos ricos en antioxidanes (112). El mayor riesgo de sufrir deshidratación en condiciones de altura está asociado con la diuresis inicial, con la mayor ventilación, menor humedad y con pérdidas de sudor asociadas al ejercicio. Algunos expertos sugieren que para el entrenamiento y las competencias en altura se necesita una cantidad de líquido diario de hasta 4-5 L, y otros autores sugieren que se realice vigilancia individual del estado de hidratación para determinar las necesidades de líquidos en condiciones de altitud (112).

Ambientes extremos

Los desafíos en ambientes extremos (calor, frío, humedad, altitud) requieren adaptaciones fisiológicas, conductuales y tecnológicas para asegurar que los atletas sean capaces de obtener sus mejores rendimientos. Los cambios en las condiciones ambientales estimulan la actividad neuronal de termorregulación en el cerebro para aumentar la pérdida de calor (sudoración y vasodilatación de la piel), evitar la pérdida de calor (vasoconstricción piel), o inducir la ganancia de calor (escalofríos). La activación del sistema nervioso simpático provoca cambios en el flujo sanguíneo de la piel para cambiar la transferencia de calor por convección desde el core hacia la piel (o viceversa) según sea necesario para mantener una temperatura central óptima. Cuando se realiza ejercicio en ambientes calurosos o fríos se presentan consideraciones únicas relacionadas con los aspectos nutricionales (107, 155, 156).

Lugares calientes. Cuando la temperatura ambiente es superior a la temperatura corporal, el calor no puede ser disipado por radiación; Por otra parte, el potencial para disipar el calor a través de la evaporación del sudor se reduce sustancialmente cuando la humedad relativa es elevada (107, 156). El golpe calor por exposición al calor extremo puede provocar cambios en el apetito y consecuencias graves para la salud (es decir, agotamiento por calor y golpe de calor). El agotamiento por calor se caracteriza por la incapacidad de mantener el gasto cardíaco relacionado con el estrés físico por calor lo que provoca un aumento en la temperatura de la piel con o sin hipertermia (>38,5°C). Los síntomas de agotamiento por calor pueden incluir ansiedad, mareos, desmayos. El golpe de calor (hipertermia corporal central, normalmente >40°C) es el más grave y conduce a la disfunción de múltiples órganos, e incluye inflamación cerebral, con síntomas de alteraciones del sistema nervioso central, delirio y convulsiones; finalmente puede poner en riesgo la vida (107, 156).

Los atletas que compiten en eventos largos realizados en condiciones de calor (por ejemplo, partidos de tenis o maratones) y aquellos que están obligados a llevar ropa excesiva (por ejemplo, los jugadores de fútbol americano o competidores de BMX) tienen un riesgo mayor de sufrir golpes de calor (111). Las estrategias para reducir las altas temperaturas de la piel y las grandes pérdidas por sudor (de líquidos y electrolitos) son necesarias para minimizar los problemas cardiovasculares y la hipertermia que pueden afectar el rendimiento deportivo cuando se realizan ejercicios en calor; cuando existe el riesgo de sufrir golpes de calor, los atletas deben ser monitorizados regularmente (107, 156). Las estrategias específicas relacionadas con el calor deben incluir: aclimatación, planes individualizados de hidratación, seguimiento periódico del estado de hidratación, iniciar los ejercicios en condición de euhidratación, consumo de líquidos fríos durante el ejercicio y posiblemente la inclusión de fuentes de electrolitos (107, 156).

Ambientes fríos.

El rendimiento deportivo en ambientes fríos puede plantear varios desafíos nutricionales que requieren una cuidadosa planificación para dar un apoyo nutricional óptimo. En un gran número de deportes se entrena y se compite en condiciones frías; estos deportes van desde deportes de resistencia (por ejemplo, los esquiadores nórdicos) hasta eventos con jueces (por ejemplo, esquí estilo libre). Además, los cambios ambientales drásticos e inesperados pueden hacer que evento de clima cálido (por ejemplo, carreras de bicicleta de montaña a campo traviesa o triatlón) pase a tener condiciones de frío extremo en un corto período de tiempo dejando a los atletas sin la preparación adecuada para enfrentar el frío.

Los principales aspectos a tener en cuenta durante los ejercicios en un ambiente frío son el mantenimiento de la euhidratación y la temperatura corporal (156). Sin embargo, la producción de calor inducida por el ejercicio y una adecuada vestimenta generalmente son suficientes para minimizar las pérdidas de calor (155, 156). Cuando se realiza una adecuada preparación (por ejemplo, eliminación de la ropa mojada, mantener calientes los músculos después de la entrada en calor) los atletas pueden tolerar el frío intenso en la búsqueda del éxito deportivo. Mientras mas pequeños y más delgados sean los atletas mayor será el riesgo de hipotermia debido al aumento de la producción de calor necesario para mantener la temperatura interna y al menor aislamiento proporcionado por la grasa corporal. Desde el punto de vista metabólico, las necesidades de energía se incrementan (a partir de los carbohidratos), especialmente cuando se tiembla para mantener la temperatura del core (155, 156).

Diferentes factores pueden aumentar el riesgo de sufrir hipohidratación mientras se realizan ejercicios en el frío, entre ellos podemos mencionar: la diuresis inducida por el frío, alteración de la sensación de sed, disminución del deseo de beber, acceso limitado a fluidos, ingesta de líquidos auto restringida para minimizar la producción de orina, pérdidas por sudor debidas a exceso de vestimenta y aumento de la respiración con la exposición a gran altitud.

En el frío, la hipohidratación equivalente a una pérdida de peso corporal de 2%-3% es menos perjudicial para los rendimientos de resistencia que las pérdidas similares que ocurren en el calor (104, 155, 156). La exposición al frío severo puede ser mas problemática en el entrenamiento que en los días de competencia, ya que duración del entrenamiento puede ser mayor que la duración de la competencia y las autoridades pueden retrasar las competencias frente a inclemencias del tiempo; sin embargo, los atletas pueden continuar entrenando en condiciones similares. Es fundamental controlar periódicamente las ingestas energéticas de macronutrientes y de líquidos de los atletas así como también los cambios en el peso corporal y el estado de hidratación en el ejercicio tanto en ambientes fríos como calientes. Los atletas

deben ser educados con respecto a los cambios en la ingesta de energía, de carbohidratos y las estrategias de recuperación de acuerdo a las demandas de entrenamiento y competencias para promover una adaptación óptima al entrenamiento y el adecuado mantenimiento de la salud. Los consejos prácticos sobre preparación y selección de alimentos y líquidos aptos para exposición al frío permitirán asegurar que los atletas estén equipados para hacer frente a condiciones climáticas extremas.

TEMA 4: FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS NUTRICIONISTAS DEPORTIVOS

La práctica de la nutrición deportiva requiere el conocimiento integrado sobre varios temas: nutrición clínica, ciencias de la nutrición, fisiología del ejercicio y la aplicación de las investigaciones basadas en la evidencia. Es cada vez mas frecuente que los atletas y las personas que realizan actividad física busquen profesionales para aconsejarlos sobre la mejor forma de consumir alimentos y sobre las opciones de fluidos para apoyar y mejorar su rendimiento físico. Un nutricionista deportivo experimentado debe demostrar conocimientos, habilidades y conocimientos necesarios para ayudar a que los atletas y equipos de trabajo alcancen sus objetivos relacionados con el rendimiento.

La Comisión sobre Registro Dietético (el organismo de acreditación de la Academia de Nutrición y Dietética) creó una credencial única para los nutricionistas deportivos registrados especializados en la práctica de nutrición deportiva y con amplia experiencia de trabajo con atletas. La credencial de “Especialista Certificado en Nutrición Deportiva (CSSD)” fue diseñada como la principal credencial profesional para la nutrición deportiva en EEUU y está disponible a nivel internacional, incluso en Canadá. Los especialistas en nutrición deportiva proporcionan evaluaciones de seguridad eficaces basadas en la evidencia de nutrición, brindan orientación y asesoramiento para la salud y el rendimiento de atletas, organizaciones deportivas e individuos y grupos que realizan actividad física. Para obtener mas detalles sobre la certificación CSSD consulte la información en la Comisión de Registro Dietético: www.cdrnet.org. También se pueden mejorar los conocimientos sobre nutrición deportiva y obtener educación continua realizando reconocidos estudios de posgrado tales como el diploma de enseñanza a distancia de 2 años sobre nutrición deportiva ofrecido por el Comité Olímpico Internacional. Para obtener más información, consulte Oracle Deportes: www.sportsoracle.com/Nutrition/Home/.

La Academia de Nutrición y Dietetica (157) describe las competencias del nutricionista deportivo como: ''proporcionar terapia de nutrición médica para el abordaje, el diseño directo, la implementación y administración de estrategias seguras y eficaces de nutrición que permitan una mejora duradera de la salud, la aptitud y el rendimiento físico óptimo''. El rol y las responsabilidades de los nutricionistas deportivos que trabajan con atletas se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Rol y responsabilidades de los nutricionistas deportivos.

Papel del nutricionista deportivo	Responsabilidades
Evaluación de las necesidades nutricionales y de las prácticas nutricionales actuales	• Ingesta de energía, nutrientes y líquidos antes, durante y después de los entrenamientos y competencias • Problemas de salud relacionados con la nutrición (trastornos de alimentación, alergias o intolerancias alimentarias, trastornos gastrointestinales, manejo de lesiones, calambres musculares, hipoglucemia, etc.) y con los objetivos de composición corporal. • Ingesta de alimentos y fluidos, y del gasto energético estimado durante el reposo, la puesta a punto y los días de viaje. • Necesidades nutricionales durante condiciones extremas (por ejemplo, entrenamiento en condiciones de altitud, problemas ambientales) • Adecuación del peso corporal del atleta y de los factores de riesgo metabólico asociados con un bajo peso corporal. • Prácticas de suplementación. • Mediciones iniciales de altura, peso corporal, etc. y evaluación posible de la composición corporal.
Interpretación de los resultados de los tests (por ejemplo, bioquímica, antropometría) Prescripción dietaria y educación nutricional	•Análisis de sangre, orina, pruebas de composición corporal y variables fisiológicas entre las que se incluye el estado de hidratación. • Estrategias nutricionales para apoyar los cambios comportamentales que permitan mejorar la salud, el rendimiento físico, alcanzar las metas de composición corporal y/o superar los trastornos de alimentación. • Recomendaciones dietéticas prescriptas en función de los objetivos personales y preocupaciones principales relacionadas con el entrenamiento, la composición corporal, y/o en función de la nutrición para las competencias, la puesta a punto y/o la pérdida de grasas/peso periodizada. • Cantidad, calidad y momento para la alimentación y la ingesta de líquidos antes, durante y después del entrenamiento y/o de las competencias, con el fin de mejorar la capacidad de realizar entrenamiento físico, la resistencia y el rendimiento. • Consejos terapéuticos nutricionales médicos sobre consideraciones nutricionales puntuales (trastornos de alimentación, alergias alimentarias, diabetes, problemas gastrointestinales, etc.) • Planificación del menú, gestión de los tiempos, compra de alimentos, preparación y almacenamiento de los alimentos, elaboración de presupuestos sobre los alimentos, seguridad alimentaria y modificación de las recetas para los días de entrenamiento y/o de competencia. • Selección de alimentos en relación con viajes, restaurantes y sedes donde se realizan los entrenamientos y las competencias. • Suplementación, ayudas ergogénicas, alimentos fortificados, etc. con especial énfasis en la legalidad, seguridad y eficacia. • La educación sobre nutrición deportiva, el desarrollo y el aporte de recursos pueden ser implementados para atletas individuales, equipos enteros, y/o para entrenadores, entrenadores deportivos, fisiólogos, personal vinculado a la provisión de alimentos, etc.
Colaboración e integración	• Contribución como miembro de un equipo multidisciplinario dentro de las instalaciones deportivas para integrar la programación nutricional dentro del cronograma de entrenamiento y de competencias anuales del atleta o de los equipos. • Colaboración con los profesionales vinculados al cuidado de la salud, profesionales vinculados al rendimiento (médicos, entrenadores deportivos, fisiólogos, psicólogos, etc.) para el manejo del rendimiento de los atletas.
Evaluación y profesionalismo	• Evaluación de la literatura científica y aporte de evaluaciones basadas en evidencia y posterior aplicación para el rendimiento de los atletas. • Desarrollo de la supervisión de políticas y procedimientos vinculados a la nutrición • Documentación de variables asociadas a los servicios de nutrición que pueden ser medidas. • Reclutamiento y retención de clientes y atletas en la práctica. • Prestación de servicios arancelados (por ejemplo, terapia médica nutricional para la diabetes). • Promoción de la longevidad de la carrera para individuos activos, atletas universitarios y atletas profesionales • Mentoría para el desarrollo de profesionales de la nutrición deportiva. • Mantenimiento de credencial (es) mediante la participación activa en actividades de educación continua específicas para la profesión.

RESUMEN

A continuación se resumen las pruebas presentadas en este documento de posición:

* Durante los períodos de entrenamiento de alta intensidad y/de larga duración los atletas deben consumir una ingesta de energía que sea adecuada en cantidad y en el momento correcto *(timing*)para mantener la salud y maximizar resultados del entrenamiento. La baja disponibilidad de energía puede resultar en la pérdida no deseada de la masa muscular; alteraciones menstruales y alteraciones hormonales; densidad ósea sub óptima; mayor riesgo de fatiga, lesiones y enfermedades, alteración en las adaptaciones y un proceso de recuperación prolongado.

*El objetivo principal de la dieta de entrenamiento es proporcionar apoyo nutricional para permitir que el atleta se mantenga saludable y libre de lesiones y aumentar al máximo las adaptaciones funcionales y metabólicas a un programa de ejercicios de periodización que lo prepare para enfrentar mejor los requerimientos de rendimiento de su evento. Aunque algunas estrategias de nutrición permiten que el atleta entrene duro y se recupere rápidamente, otras pueden orientarlo para lograr un mejor estímulo o adaptación al entrenamiento.

El físico óptimo incluyendo tamaño, forma y composición corporal (por ejemplo masa muscular y niveles de grasa corporal), depende de la edad, sexo y la herencia del atleta, y puede ser deporte-específico y evento-específico. Las técnicas de evaluación física tienen limitaciones inherentes de confiabilidad y validez, pero con protocolos de medición estandarizados y una cuidadosa interpretación de los resultados, pueden proporcionar información útil. En los casos en que se necesite un significativo manejo de la composición corporal, éste debería implementarse idealmente mucho antes de la temporada de competición para minimizar el impacto en el rendimiento del evento o deberían aplicarse técnicas de pérdida de peso rápida.

Las reservas corporales de carbohidratos aportan una importante fuente de combustible para el cerebro y para los músculos durante el ejercicio y son modificadas por el ejercicio y la ingesta de alimentos. Las recomendaciones para la ingesta de carbohidratos suelen oscilar entre 3-10 g/kg de peso corporal/día (y hasta 12 g/kg de peso corporal/día para actividades extremas y prolongadas), en función de las demandas de combustibles del entrenamiento o de la competencia, del equilibrio entre el rendimiento y los objetivos de adaptación al entrenamiento, de las necesidades totales de energía y de las metas de composición corporal. Las metas deben ser individualizadas para el atleta y su evento, y también deben ser periodizadas largo de la semana y de los ciclos de entrenamiento del calendario estacional de acuerdo a los cambios en el volumen de ejercicio y a la importancia de la alta disponibilidad de carbohidratos para diferentes sesiones de ejercicio.

*Las recomendaciones para la ingesta de proteínas suelen oscilar entre 1,2-2,0 g/kg de peso corporal/día, pero recientemente han sido expresadas en términos de la dosificación regular de ingesta de cantidades moderadas de proteínas de alta calidad (0,3 g/kg de peso corporal) después del ejercicio y durante todo el día. En general una ingesta de este tipo puede ser obtenida a partir de los alimentos. Se necesita una cantidad adecuada de energía para optimizar el metabolismo de las proteínas, y cuando la disponibilidad de energía se reduce (por ejemplo, para reducir el peso/grasa corporal), se necesita una mayor ingesta de proteínas para sostener la síntesis de proteínas musculares (MPS) y la retención de masa magra.

*Para la mayoría de los atletas, la ingesta de grasa asociada con los parámetros de alimentación que se adaptan a las metas alimentarias suelen oscilar entre 20%-35% de la ingesta total de energía. El consumo de energía ≤20% proveniente de las grasa no aporta beneficios para el rendimiento y la restricción extrema de ingesta de grasas puede limitar la gama de alimentos necesarios para cumplir con los objetivos generales de salud y de rendimiento. Las afirmaciones de que las dietas extremadamente altas en grasas y restringidas en carbohidratos son beneficiosas para el rendimiento de los deportistas de competición no son avaladas por la literatura actual.

*Los atletas deben consumir dietas que aporten al menos la Ingesta Diaria Recomendada (RDA)/ingesta adecuada (AI) para todos los micronutrientes. Los atletas que restringen la ingesta de energía o utilizan prácticas severas de pérdida de peso, eliminan grupos completos de alimentos de su dieta o siguen otras filosofías nutricionales extremas están en mayor riesgo de padecer deficiencias de micronutrientes.

*Un objetivo primordial de la nutrición es abordar los factores relacionados con la nutrición que pueden limitar el rendimiento provocando fatiga y deterioro en las capacidades o en la concentración en el transcurso del evento. Por ejemplo, en eventos que dependen de la disponibilidad de carbohidratos musculares, los alimentos que se consumen el día(s) del evento deben aportar los carbohidratos necesarios para alcanzar reservas de glucógeno que sean compatibles con las necesidades de combustibles del evento. La puesta a punto y una dieta rica en carbohidratos (7-12 g/kg de peso corporal/día) pueden normalizar los niveles de glucógeno muscular ~ dentro de las 24 horas, y si se extienden a 48 horas pueden producir una super compensación de glucógeno.

*Los alimentos y líquidos que se consumen 1-4 horas antes de un evento deben contribuir con las reservas de carbohidratos del cuerpo (en particular, en el caso de los eventos que se realizan por la mañana para restaurar el glucógeno hepático después del ayuno durante la noche), para garantizar un estado de hidratación adecuado y mantener el confort gastrointestinal durante todo el evento. El tipo, el momento de la ingesta y la cantidad de alimentos y líquidos que se incluyen en esta comida y/o merienda previa al evento deben estar bien aprobados por ensayos clínicos e individualizados de acuerdo a las preferencias, la tolerancia y la experiencia de cada atleta. La deshidratación/hipohidratación puede aumentar la percepción de esfuerzo y perjudicar el rendimiento físico. Por lo tanto, la ingesta adecuada de líquidos antes, durante y después del ejercicio es importante para tener una óptima salud y un rendimiento óptimo. El objetivo de beber durante el ejercicio es hacer frente a las pérdidas producidas por el sudor que se producen para favorecer la termorregulación. Es necesario desarrollar planes individualizados de consumo de fluidos para aprovechar las oportunidades para consumir líquidos durante un entrenamiento o evento competitivo para remplazar la mayor cantidad de fluidos perdidos a través del sudor; no se debe beber en exceso, por encima de la tasa de sudoración, ni permitir que la deshidratación alcance niveles problemáticos. Después del ejercicio, el atleta debe restaurar el equilibrio de líquidos y beber un volumen de fluidos que sea equivalente a ~ 125-150% del déficit de líquido restante (por ejemplo, 1,25 a 1,5 L de líquido por cada 1 kg de peso corporal perdido).

*Una estrategia nutricional adicional para eventos de más de 60 minutos de duración es consumir carbohidratos en función de su potencial para mejorar el rendimiento. Estos beneficios se alcanzan a través de una variedad de mecanismos que se pueden producir de forma independiente o simultáneamente, y en general se dividen en metabólicos (suministro de combustible al músculo) y centrales (apoyar el sistema nervioso central). Por lo general, una ingesta de 30-60 g/hora aporta beneficios al contribuir con las necesidades de combustibles del músculo y el mantenimiento de las concentraciones sanguíneas de glucosa, aunque en eventos muy prolongados (+2,5h) u otros escenarios en los cuales las reservas de carbohidratos endógenas hayan sido sustancialmente agotadas, las ingestas más altas (hasta 90 g/h) se asocian con un mejor rendimiento. Incluso en los eventos de alta intensidad sostenidos de 45-75 minutos, donde la ingesta de carbohidratos no necesita ser muy elevada para cumplir su rol metabólico, la exposición frecuente de la boca y la cavidad oral a pequeñas cantidades de carbohidratos puede mejorar el rendimiento a través de la estimulación del cerebro y del sistema nervioso central. *La restauración rápida del rendimiento entre las sesiones de entrenamiento fisiológicamente exigentes o eventos competitivos requiere una ingesta adecuada de líquidos, electrolitos, energía, y carbohidratos para promover la rehidratación y la recuperación del glucógeno muscular. Una ingesta de carbohidratos de ~ 1,0-1,2 g/kg/h, que comience durante la fase de recuperación temprana y continúe durante 4 a 6 horas, optimizará las tasas de resíntesis de glucógeno muscular. La evidencia disponible sugiere que la ingesta temprana de fuentes de proteínas de alta calidad (0,25-0,3 g/kg de peso corporal) puede aportar los aminoácidos para construir y reparar el tejido muscular y podría mejorar el almacenamiento de glucógeno en situaciones en las que la ingesta de carbohidratos es sub óptima.

*En general, los suplementos de vitaminas y minerales no son necesarios para los atletas que consumen una dieta con una alta disponibilidad de energía proveniente de una variedad de alimentos ricos en nutrientes. Un suplemento multivitamínico/mineral puede ser apropiado en algunos casos, cuando no se cumplen estas condiciones; por ejemplo, cuando un atleta está siguiendo una dieta hipocalórica o no quiere o no puede consumir suficiente variedad en la dieta. Las recomendaciones de suplementación deben ser individualizadas, teniendo en cuenta que la suplementación dirigida puede estar indicada para tratar o prevenir ciertas deficiencias (por ejemplo, hierro, vitamina D, etc.). Los atletas deben ser asesorados sobre el uso adecuado de los alimentos deportivos y ayudas ergogénicas nutricionales. Estos productos sólo deben ser utilizados después de una cuidadosa evaluación de la seguridad, eficacia, potencia y cumplimiento de los códigos antidopaje y los requisitos legales pertinentes.

*Los atletas vegetarianos podrían estar en riesgo de tener un bajo consumo de energía, proteínas, grasas, creatina, carnosina, ácidos grasos n-3 y micronutrientes esenciales como hierro, calcio, riboflavina, zinc y vitamina B-12.