

# NUTRICIÓN PARA EL ENTRENAMIENTO Y LA COMPETICIÓN

## NUTRITION FOR TRAINING AND COMPETITION

DRA. CRISTINA OLIVOS O. (1), DRA. ADA CUEVAS M. (1), DRA. VERÓNICA ÁLVAREZ V. (1), NUT. CARLOS JORQUERA A. MSc. (2)

1. CENTRO DE NUTRICIÓN Y CIRUGÍA BARIÁTRICA. CLÍNICA LAS CONDES.

2. COORDINADOR NUTRICIÓN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE, ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA, UNIVERSIDAD MAYOR. DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y OBESIDAD, CLÍNICA LAS CONDES. CENTRO DE ALTO RENDIMIENTO (C.A.R.).

Email: cristina.olivos@clc.cl

### RESUMEN

La nutrición es un factor relevante en el rendimiento deportivo. El objetivo de la nutrición deportiva es aportar la cantidad de energía apropiada, otorgar nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos y, mantener y regular el metabolismo corporal. Entre los macronutrientes más relevantes para el deportista están los Hidratos de Carbono, cuyo aporte se ajusta de acuerdo al entrenamiento, semana previa a la competencia, día de la competición y recuperación. Otro aspecto central, es asegurar una hidratación adecuada, para lo cual es fundamental implementar planes adaptados a los requerimientos individuales como parte del programa de entrenamiento. Finalmente, es importante considerar el uso de suplementos en los deportistas basados en la evidencia de la medicina actual, de manera de obtener beneficios a partir de ellos, evitar riesgo de salud y de dopaje.

*Palabras clave:* Nutrición deportiva, actividad física, nutrición y deporte, suplementos dietarios.

### SUMMARY

Nutrition is an important factor in sports performance. The goal of sports nutrition is to provide the proper amount of energy, nutrients for maintenance and repair of tissues and, preserve and regulate body metabolism. Among the most

important macronutrient for the athlete are carbohydrate, whose intake is adjusted according to the training a week before the competition, the day of the competition, and the recovery after it. Another focus is to ensure an adequate hydration, which is essential for implementing specific plans to individual requirements as part of the training program. Finally, it is important to consider the use of supplements in athletes based on current medical evidence, to obtain benefits from them, and to avoid health risks and doping.

*Key words:* Sports nutrition, physical activity, nutritional science and sport, dietary supplements.

### INTRODUCCIÓN

La nutrición deportiva es una rama especializada de la nutrición aplicada a las personas que practican deportes de diversa intensidad. El objetivo de la nutrición relacionada al deporte es cubrir todas las etapas relacionadas a éste, incluyendo el entrenamiento, la competición, la recuperación y el descanso (1).

Entre los factores que determinan el rendimiento deportivo, la nutrición es uno de los más relevantes, además de los factores genéticos del deportista, el tipo de entrenamiento y los factores culturales.

La dieta de los deportistas se centra en tres objetivos principales: apor-

tar la energía apropiada, otorgar nutrientes para la mantención y reparación de los tejidos especialmente del tejido muscular, y mantener y regular el metabolismo corporal (2).

## MACRONUTRIENTES PARA EL EJERCICIO

### Hidratos de carbono

Los Hidratos de Carbono (HC) y las grasas son las principales fuentes de energía para nuestro cuerpo. De estos, los HC son el principal combustible para nuestra musculatura en ejercicios de mediana y alta intensidad y son estos quienes nos proporcionan la energía necesaria para mantener una adecuada contracción muscular durante el ejercicio. La contribución de los HC al gasto energético depende de varios factores como son: tipo, frecuencia, duración e intensidad del ejercicio, nivel de entrenamiento y alimentación previa.

Existen diferencias entre las propiedades bioquímicas y físicas de los HC y las grasas. Como por ejemplo:

- Las grasas aportan más del doble de energía por gramo que los HC (1 gr. de grasa = 9 cal; 1 gr de HC = 4 cal).
- Los HC requieren agua para su almacenamiento. Así, para almacenar 1 gr. de HC se requiere 2,7 gr. de agua. A diferencia de lo anterior, las grasas no requieren agua para su reserva, lo que las hace comparativamente más eficientes por unidad de peso.
- Las reservas corporales de grasa son mayor que las de HC. Por ejemplo, un hombre de 70 kilos posee 350-400 gr. de glicógeno muscular, 75-100 gr. de glicógeno hepático y sólo 5 gr. de glicógeno en plasma, lo que en total significa una reserva de 2000 calorías. Por otro lado, el mayor depósito corporal de las grasas se encuentra en el tejido adiposo, lo que corresponde a un valor estimado de 110.000 calorías.
- El aporte de ATP de las grasas también es superior al de los HC (1 molécula de glucosa aporta 38 ATP, 1 molécula de ácido esteárico aporta 147 ATP), sin embargo el metabolismo de las grasas requiere mayor aporte de oxígeno que los HC. Por unidad de tiempo, se puede obtener más ATP a partir de HC que de grasas, lo que hace que los HC

tengan una función más relevante durante los esfuerzo físicos de mayor intensidad, en donde la utilización del ATP es alta (3).

### Hidratos de carbono durante la etapa de entrenamiento

Los HC en el período de entrenamiento, tienen por objetivo la mantención de los depósitos corporales de estos y el aporte adecuado de energía para la ejecución de la actividad física, mediante el aporte de glucosa al músculo esquelético y por el aporte de glucosa y fructosa al hígado, permitiendo la síntesis de glicógeno hepático.

A diferencia de una planificación nutricional habitual, la estimación de la cantidad de HC en la dieta de un deportista no debe ser estimada de acuerdo a las calorías totales de la dieta, sino que idealmente debe ser estimada en relación al peso corporal. Así, en función de las horas de entrenamiento diario, los gramos de HC recomendados son (4):

- 1 hora/día = 6-7 gr. de HC/kg de peso
- 2 horas/día = 8 gr. de HC/kg de peso
- 3 horas/día = 9 gr. de HC/kg de peso
- 4 horas/día = 10 gr. de HC/kg de peso

Estas recomendaciones además han sido elaboradas según los períodos de entrenamiento y el aporte que debemos hacer de HC según las intensidades de ejercicio que se esté realizando. Figura 1.

### Hidratos de carbono la semana previa a la competencia

El objetivo de esta etapa, es aumentar en forma significativa las reservas de glicógeno, mediante el aumento de HC en la dieta y por medio de la disminución progresiva de la intensidad del entrenamiento. Para poder cumplir estos grandes aportes de HC, además de los alimentos tradicionales de la dieta, se pueden incorporar barras energéticas y bebidas o batidos para deportistas. En la primera etapa (los días 7, 6, 5 y 4, previo a la competencia), se sugiere realizar un aumento progresivo por sobre el valor estimado de ingesta de HC diaria. En la segunda etapa (días 3, 2, 1 previo a la competencia), se debería dis-

**FIGURA 1. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE CARBOHIDRATOS PARA ATLETAS**

Situación Situación Crónica (Entrenamientos)	Recomendación Situación Crónica
Ingesta diaria para una recuperación depósito de glucógeno muscular en individuos con ejercicio de baja intensidad y/o deportistas que busquen bajar su % de grasa corporal.	3 - 5 gr. *kg peso
Recuperación de depósitos de glucógeno y combustible diario en deportistas con programas de ejercicios de moderada intensidad.	5 - 7 gr. *kg peso
Recuperación de depósitos de glucógeno y combustible diario en deportistas con programas de ejercicios de alta intensidad y/o busquen aumentar su peso corporal.	7 - 12 gr. *kg peso
Recuperación de depósitos de glucógeno y combustible diario en deportistas con programas de ejercicios de extrema intensidad (ej. Tour de Francia, Ironman).	> 10 - 12 gr. *kg peso

minuir el tiempo de entrenamiento a un máximo de 60 minutos diarios de intensidad moderada a baja y la dieta ya debería aportar entre 7-10 gr de HC/kg de peso corporal, lo cual se recomienda mantener hasta el día de la competencia (5).

Los deportistas que más se benefician con la técnica antes señalada son los que realizan un gasto energético elevado por un tiempo mayor a 90 minutos (maratón, triatlón, ciclismo, natación, entre otros) y aquellos que practican deportes de actividad prolongada con intervalos (fútbol, tenis). Se observan menos beneficios en ejercicios que duran menos de 90 minutos (carreras de 10 kilómetros) o en aquellos que necesitan pesos bajos para la competencia (ya que como se señaló anteriormente el glicógeno se almacena con agua, causando un aumento de peso que no favorecería a este grupo de deportistas) (6).

Es importante señalar, que este tipo de intervención nutricional debe ser evaluada en relación a su tolerancia con anticipación, en la fase de entrenamiento, y no evaluarla por primera vez antes de la competencia.

#### **Hidratos de carbono antes (horas, minutos) de la competencia**

En las 3-4 horas previas a la competencia, la recomendación de ingesta de HC consisten en elegir alimentos de alto índice glicémico (IG) (7), con aporte de 4-5 gr. de HC/kg. peso corporal, con aporte de hidrolizados de almidón (como maltodextrina) ya que poseen menor dulzor y menor osmolaridad (por lo tanto mejor tolerancia digestiva que monosacáridos como la fructosa). Además, se sugiere que sean de bajo aporte proteico, bajo aporte de fibra y de grasas. El IG a prescribir se ha discutido por años, en el último consenso de Nutrición Deportiva se ha indicado que el aporte de HC previo al entrenamiento o competencia va a depender de las horas de separación entre la última comida y el ejercicio junto a la cantidad de HC de la comida o colación, de esto desprendemos que 4 a 5 horas antes, por ser una comida con mayor volumen, el IG puede ser bajo, medio o alto, en la medida que nos acercamos al ejercicio, el IG debe ir disminuyendo (medio-bajo) para evitar el *peak* insulínico (favorece las reservas de este nutriente). Muchas veces nos preguntamos si debemos consumir bebidas isotónicas recomendadas antes del ejercicio que contienen HC simples (alto IG) por la posible hipoglicemia reactiva, y la respuesta es que no hay problema, ya que la cantidad de HC que estás contienen independiente del IG con el que se haya formulado, no generarán una respuesta insulínica importante. Debido a esta razón y complementaria a favorecer un reposo del tránsito gastrointestinal (rápida digestión) antes de hacer ejercicio, es que la recomendación de HC 1 a 2 horas antes de la competencia, es de 1-2 gr de HC/kg peso corporal.

#### **Hidratos de carbono durante la competencia**

Se ha observado beneficios del aporte de HC durante la competencia en deportes de tiempo prolongado (más de 90 minutos), con intensidad igual o mayor a 70% de la  $VO_2$  máx.

Se sugieren aportes de 45-60 gr de HC/hora de competencia, 0,8 gr de HC/minuto, lo que es efectivo en la mantención de los niveles de glicemia, favoreciendo de esta forma la resistencia en la competencia (3). El

### **TABLA 1. OBJETIVOS DE LA NUTRICIÓN DEPORTIVA**

#### **Para el entrenamiento, se sugieren las siguientes recomendaciones:**

Satisfacer los requerimientos de energía y nutrientes

Planificar la alimentación para alcanzar un buen nivel de masa muscular y de masa grasa y que sea compatible con un buen estado de salud y rendimiento

Optimizar la adaptación y la recuperación entre sesiones de entrenamiento mediante el aporte de los nutrientes necesarios para esto

Recuperar energía e hidratación entre cada sesión para tener un rendimiento deportivo óptimo

Experimentar estrategias nutricionales para la competencia

Cubrir las necesidades de nutrientes que son necesarios para el entrenamiento intenso

Reducir el riesgo de enfermedades y lesiones durante el entrenamiento intenso

En caso de ser necesario, consumir en forma informada y bajo supervisión profesional, suplementos y alimentos deportivos

Alimentarse para conservar la salud a largo plazo

Disfrutar de la comida y del placer de compartirla

#### **Para la competencia, se sugieren las siguientes recomendaciones:**

Alcanzar un peso corporal saludable y/o el requerido para la categoría deportiva

Llenar los depósitos de energía mediante el consumo de Hidratos de Carbono y por la disminución de la intensidad del entrenamiento los días previos a la competencia

Abastecimiento de Hidratos de Carbono 1 a 4 horas antes de la competición

Mantener la hidratación antes, durante y después de la competencia

Consumir hidratos de carbono durante las competencias de más de 1 hora de duración

Cubrir necesidades de líquidos y alimentos antes y durante éste, sin ocasionar molestias digestivas

Facilitar la recuperación después de la competencia

Durante una competición prolongada, asegurar que la alimentación no comprometa los objetivos de ingesta energética total y de nutrientes

Tomar decisiones informadas sobre el uso y utilidad real en el rendimiento deportivo de suplementos y alimentos para deportistas

vaciamiento gástrico de las soluciones de HC es de 1000 ml/hr, siempre y cuando no supere una concentración de 10 gr/100 ml de solución (4).

Con relación al tipo de HC, la sugerencia es que contenga una mezcla de ellos (glucosa, Maltodextrina y fructosa), con la precaución que la fructosa no sea el único HC ni el predominante, ya que está asociado a menor velocidad de vaciamiento gástrico, y por lo tanto, a menor tolerancia digestiva y mayor lentitud en la disponibilidad de HC (8).

Se sugiere que el aporte de HC durante la competencia sea a través de líquidos o geles, favoreciendo además la hidratación.

### Recuperación del glicógeno muscular

Una dieta de alimentos ricos en HC, con alto índice glicémico, puede reponer en 24 horas el glicógeno consumido.

Se sugiere un aporte de 1,5 gr de HC/kg peso corporal, consumiéndolos durante los 15 minutos posteriores a la finalización de la competencia. En las siguientes 6 horas, el aporte debe ser de 0,7 gr/kg peso, considerando intervalos de 2 horas (9).

Todo esto que hemos hablado antes referente al aporte de HC en la fase aguda de entrenamientos y/o competencia (inmediatamente antes, durante o después) es que podemos resumirlo en el siguiente esquema: Figura 2.

### Proteínas en la dieta de un deportista

Es conocido el concepto que señala que las proteínas no son una fuente de energía. Sin embargo, en el caso de los deportistas, durante la práctica deportiva, las proteínas pueden llegar a aportar entre 5-10% del total de energía utilizada. La diferencia con alguien que no practica deporte radica en que posterior al ejercicio se incrementa en forma significativa la síntesis proteica, aspecto que determina finalmente un balance nitrogenado positivo.

Los factores determinantes de los requerimientos de proteínas en los deportistas son el tipo de deporte, la intensidad del ejercicio, la frecuencia del entrenamiento, la ingesta energética a través de la dieta, el contenido de HC del plan de alimentación y las reservas corporales de HC (10,11).

La ingesta de proteínas recomendadas para los deportistas es muy variada, pero se podría resumir de la siguiente forma (3):

- Entrenamiento de fuerza, etapa de mantenimiento: 1,2 - 1,4 gr/kg de peso corporal.
- Entrenamiento de fuerza, etapa de aumento de masa muscular: 1,8 - 2,0 gr/kg de peso corporal.
- Entrenamiento de resistencia: 1,4 - 1,6 gr de proteínas/kg de peso corporal.
- Actividades intermitentes de alta intensidad: 1,4 - 1,7 gr de proteínas/kg de peso corporal.
- Recuperación post-ejercicio: 0,2 - 0,4 gr/kg de peso corporal.

En deportistas entrenados, la ingesta de proteínas en cantidades mayores a lo señalado no otorga beneficios, siendo el exceso de estas oxidado sólo para obtener energía.

### Grasas en la alimentación del deportista

Se aconseja que los deportistas consuman entre un 20-30% de las calorías del día como grasas. Esto debe permitirles cubrir las necesidades de ácidos grasos esenciales (12). Se aconseja que la comida previa a la competencia sea baja en grasa.

## HIDRATACIÓN Y DEPORTE

### Termorregulación durante el ejercicio físico

La termorregulación y el balance hídrico son de gran importancia en el rendimiento deportivo. Es importante considerar que la sensación de sed no es un mecanismo de control primario, sino más bien una señal de

**FIGURA 2. RECOMENDACIONES DE INGESTA DE CARBOHIDRATOS PARA ATLETAS**

Situación Situación Aguda (Antes, Durante o Después del Ejercicio)	Recomendación Situación Aguda
Ingesta diaria para un óptimo depósito de glucógeno muscular (pre y/o post ejercicio)	7 - 12 gr. *kg peso
Recuperación rápida post-ejercicio	1 - 1.2 gr. *kg peso
Ingesta anterior a un ejercicio prolongado	1 - 4 gr. *kg peso 1 - 4 hrs. antes del ejercicio
Ingesta durante un ejercicio de moderada intensidad	0,5 - 1 gr. *kg peso (30 - 60 grs.) por hora de ejercicio
Ingesta durante un ejercicio de alta intensidad	1 - 1,5 gr. *kg peso (60 - 90 grs.) por hora de ejercicio

alerta, es decir surge cuando ya ha ocurrido una importante pérdida de agua corporal, por lo cual una persona que realiza actividad física puede llegar a deshidratarse antes que aparezca la sensación de sed. Por esto, es fundamental implementar medidas de hidratación adaptadas a los requerimientos individuales, como parte de un programa de entrenamiento.

### Funciones del agua durante el ejercicio

Durante el ejercicio físico, el agua cumple las siguientes funciones:

- Regulación de la temperatura corporal
- Vehículo para la entrega de nutrientes a las células musculares
- Eliminación de metabolitos
- Lubricación de las articulaciones

También mantiene la concentración de los electrolitos, lo cual es importante en:

- Transmisión del impulso nervioso
- Contracción muscular
- Aumento del gasto cardíaco
- Regulación del pH

### Mecanismos de la pérdida de calor durante el ejercicio físico

Nuestro sistema de termorregulación permite que la temperatura corporal se mantenga lo más estable posible (aproximadamente  $36,5 \pm 0,5$  °C). Este sistema es de gran relevancia al realizar ejercicio físico intenso y más aún cuando existen altas temperaturas ambientales. Una falla de este sistema de termorregulación, puede incluso ocasionar la muerte.

Existen diferentes procesos físicos que están relacionados con el equilibrio entre producción y eliminación de calor. Se puede perder calor a través de cuatro mecanismos:

**1. Radiación:** es el intercambio neto de calor a través del aire hacia los objetos sólidos, más frescos del ambiente. Cuando la temperatura de los objetos en el ambiente es mayor que la temperatura de la piel, se absorbe la energía del calor radiante desde el ambiente hacia la superficie corporal y viceversa (esto es importante en la elección del tipo de telas y colores de la ropa deportiva).

**2. Conducción:** es el intercambio de calor entre dos cuerpos con distintas temperaturas al entrar en contacto entre sí. Este intercambio depende de la diferencia de temperatura y la conductividad de cada uno de los cuerpos.

**3. Convección:** se refiere al intercambio de calor cuando un líquido o un gas en movimiento entra en contacto con otro cuerpo. El medio en movimiento es llamado corriente de convección y el calor pasa del objeto caliente al frío.

**4. Evaporación:** es la mayor defensa fisiológica frente al exceso de calor. Cuando el sudor contacta con la piel, ocurre un efecto refrigerador al evaporarse y la piel más fresca, sirve a su vez para reducir la temperatura sanguínea.

Cuando existen altas temperaturas ambientales, la eficacia de la con-

ducción, convección e irradiación se reducen y solo se disipa el calor por la evaporación del sudor.

Aproximadamente el 80% de la energía producida para la contracción muscular se libera en forma de calor en el organismo, el cual debe eliminarse rápidamente para no aumentar la temperatura corporal a niveles riesgosos para la salud.

Durante el ejercicio, el organismo pone en marcha todos los mecanismos antes mencionados para disipar el calor acumulado. Se distribuye el flujo sanguíneo hacia los tejidos periféricos (piel y mucosas), eliminándose el calor por conducción y convección, Más importante es la producción de sudor (por cada litro de agua que se evapora se gastan aproximadamente 600 calorías).

El sudor es hipotónico con respecto al plasma, contiene principalmente agua, algo de sodio y pequeñas concentraciones de potasio, hierro y calcio.

Un deportista bien entrenado puede perder hasta 3 litros/hora a través del sudor y/o por la eliminación de vapor de agua a través de la respiración.

### Efectos de la deshidratación en la salud y rendimiento deportivo

El mecanismo de sudoración no solo enfría el cuerpo, sino que provoca una importante pérdida de líquidos.

La deshidratación progresiva en el ejercicio es frecuente pues los deportistas muchas veces no ingieren el suficiente líquido para reponer las pérdidas de agua. Esto hace que disminuya el rendimiento físico, aumenta el riesgo de lesiones y pone en riesgo la salud del deportista. Por lo anterior, es fundamental mantener un adecuado nivel de hidratación corporal mientras se hace ejercicio, especialmente considerando que el mecanismo de la sed aparece con cierto retraso, cuando el cuerpo ya ha perdido un 1 a 2% del peso corporal. Esta pérdida de peso corporal limita la capacidad del cuerpo de eliminar el exceso de calor.

El aumento de la deshidratación se puede manifestar con calambres musculares, apatía, debilidad y desorientación. Si se continúa con el ejercicio, se producirá agotamiento y golpe de calor (incremento de la temperatura corporal, falta de sudoración e inconciencia).

Los síntomas iniciales que deben alertar al deportista son excesiva sudoración, cefalea, intensa, náuseas y sensación de inestabilidad.

En climas fríos también se puede producir deshidratación, aunque con menos frecuencia. Los factores causantes son: exceso de ropa, aumento de la diuresis ocasionada por hipoxia en mayores alturas y también porque el frío que no estimula la ingesta de líquido.

### Bebidas para el deporte

Las bebidas para deportistas son bebidas con una composición específica para lograr una rápida absorción de agua y electrolitos y reponer los

hidratos de carbono perdidos durante la actividad (ver Tabla 2) (13-15).

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LA BEBIDA DEPORTIVA**

APORTE	NOTA
Energía	Desde 80-350 calorías/litro 75% de las calorías deben provenir de HC
Hidratos de carbono	7-8% hasta 20% HC con índice glicémico alto (glucosa, sacarosa, maltodextrina)
Sodio	450-700 mg/litro
Osmolalidad	200-330 mosm/kg de agua

Abreviaciones: HC Hidratos de Carbono.

Algunas recomendaciones prácticas:

- 4 horas antes de la competencia, beber 5-7 ml/kg de peso. Si no orina o si la orina es concentrada: agregar 3-5 ml/kg extras, 2 horas antes del entrenamiento y/o competencia.
- Inmediatamente antes de la competencia, consumir 200-400 ml de bebida con una concentración de 5-8% de HC.
- Durante el entrenamiento y/o competencia, consumir 1,5 - 3 ml/kg de peso cada 15 a 20 minutos, esto quiere decir en un deportista tipo de 100-200 ml de esta bebida cada 15-20 minutos durante la primera hora de ejercicio.
- Luego de 2 horas de competencia, aumentar la concentración de HC de la bebida al 15-20% y consumir 100-150 ml cada 15 minutos. En los deportes que duran menos de 2 horas, pero que son de alta intensidad, se puede consumir esta bebida en los 4 tiempos finales de la competencia.
- Después de la competencia, si se ha perdido más del 2% del peso corporal durante el ejercicio, se debe consumir más líquido aun cuando no se tenga sed, y agregar un poco más sal a las comidas. Se sugiere beber 1,2 a 1,5 litros por kilo de peso perdido durante el entrenamiento o competencia.

Las recomendaciones sobre que beber son muy importantes, en general para quienes realizan ejercicios de manera recreativa, si su entrenamiento es de mediana o baja intensidad y tiene una duración menor a las 2 horas, con la ingesta de agua es suficiente. En entrenamientos más largos, de mayor intensidad o con una alta temperatura, en donde la sudoración es permanente y en mayor proporción, la recomendación de bebidas isotónicas aplica 100% siendo estas una excelente alternativa.

Las recomendaciones para deportistas son diferentes, ellos independiente del tiempo de duración de los entrenamientos y competencia, ejecutan ejercicios a mayor intensidad, elevando de manera importante su temperatura corporal con el consiguiente aumento de su sudoración,

lo que indica una mayor pérdida de agua y electrolitos, lo que sugiere utilizar con ellos bebidas isotónicas antes, durante y después de los entrenamientos y/o competencias.

### SUPLEMENTOS PARA DEPORTISTAS

Los deportistas son grandes consumidores de suplementos, especialmente los profesionales. En la mayoría de los países la legislación sobre suplementos es mínima o no se cumple, permitiendo que se comercialicen productos con atributos no comprobados o que no cumplen con los estándares de rotulación ni composición, dado que no están sometidos a los exigentes controles que se somete un fármaco (16).

En Australia, un país con una regulación muy completa en este sentido, se han clasificado los suplementos en 4 grupos (17):

- A:** Aprobados, aporta energía o nutrientes, beneficios comprobados científicamente.
- B:** Bajo consideración, sin evidencia sustancial, pero son de interés, requieren más estudio o la información inicial es prometedora.
- C:** Sin evidencia, no ayudan e incluso pueden hacer daño.
- D:** Prohibidos, considerados dopaje (Tabla 3).

A continuación se procederá a revisar los Suplementos tipo A y Suplementos tipo B.

### Suplementos tipo A: Aprobados aporta energía o nutrientes, beneficios comprobados científicamente

#### Barras para deportistas

Ofrecen una fuente compacta de hidratos de carbono y proteínas, más concentradas que las bebidas para deportistas, brindando así un aporte importante de energía, fácil de llevar y con un contenido equilibrado de macronutrientes y buena fuente de micronutrientes. No deben utilizarse como remplazo habitual de las comidas, si no que reservarlas para cuando no se pueda realizar una comida convencional (18).

#### Geles para deportistas

Fuente altamente concentrada de hidratos de carbono, de fácil digestión, más concentrados que las bebidas, algunos contienen también electrolitos. Recomendados para deportes de resistencia que duran más de 90 minutos, especialmente cuando es poco práctico llevar grandes volúmenes (ciclismo, triatlón). Podrían producir molestias gastrointestinales por la alta concentración de carbohidratos (19).

#### Vitaminas y minerales

Se recomiendan cuando un deportista debe viajar por períodos prolongados, especialmente a lugares donde la provisión de alimentos puede ser inadecuada o en aquellos sometidos a una restricción calórica (menos de 1900 calorías en mujeres y menos de 2300 calorías en hombres) o en aquellos que no consumen una amplia variedad de alimentos. Se sugiere elegir una presentación que no exceda el doble de la recomen-

TABLA 3. CLASIFICACIÓN DE LOS SUPLEMENTOS SEGÚN AUSTRALIAN INSTITUTE OF SPORT 2006

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Aprobado	En evaluación	Beneficio no claro	Prohibido
Líquidos Comidas líquidas Gel, barras Cafeína Creatina Bicarbonato Vitamina C y E Zinc y Vitamina C Multivitamínicos Fierro Calcio Glicerol Electrolitos (reemplazo) Glucosamina	Glutamina Hidroxi-metil-Butirato (HMB) Calostro Pro biótico Ribosa Melatonina	Aminoácidos (no de la dieta) Ginseng Cordyceps Inosina Coenzima Q 10 Citocromo C Carnitina Polen abeja Picolinato de Cromo Piruvato Vitamina B 12 (inyectable) Agua oxigenada	Androstenediona Norandrostenediol DHEA Testosterona <i>Tribulus Terrestris</i> (testosterona de origen natural) Efedra Estricnina

dación diaria de ingesta (RDI) para la edad. No se recomienda usar un suplemento vitamínico de un solo micronutriente, ya que puede llevar a alteraciones fisiológicas y sólo mejorarían el rendimiento si existe una deficiencia previa (20).

### Vitaminas antioxidantes C y E

Recomendadas por tiempos cortos para combatir el aumento de la producción de radicales libres y estrés oxidativo que se produce en situaciones específicas, como es el cambio del entorno (calor, altura) hasta que el sistema antioxidante del organismo se adapte al nuevo desafío. Cabe mencionar que hay evidencia epidemiológica que señala que el uso prolongado en altas dosis de estos puede provocar daño (21).

### Hierro

Indicado para tratar la deficiencia de este, frecuente en deportistas que siguen una dieta vegetariana o que consumen pocas carnes rojas, las mujeres menstruantes, adolescentes en periodo de crecimiento o durante la adaptación al entrenamiento en altura o con altas temperaturas. Incluso hay evidencia que señala que mujeres sin anemia, pero con depósitos de hierro bajos (ferritina menor a 20 ng/ml) pueden mejorar su rendimiento. Puede producir constipación y molestias gastrointestinales. El consumo excesivo y sin supervisión médica, puede llevar a hemocromatosis (22).

### Calcio

Recomendado si la ingesta de lácteo o productos fortificados de soya es baja o en aquellos con restricción calórica. Los requerimientos son mayores en adolescentes (1200 mg/día) y también en mujeres con alteraciones de la menstruación (1500 mg/día) (23).

### Creatina

Muy de moda en 1994, componente derivado de amino ácidos que se almacena en el músculo. Fuente rápida, pero breve de re-síntesis de ATP durante el ejercicio máximo y disminuye en periodos de recuperación. Su degradación diaria es de 1-2 gr/día, y si hay necesidades adicionales son sintetizadas a partir de arginina, glicina y metionina, principalmente en el hígado. Altas ingestas dietarias suprimen temporalmente la producción endógena. Existe una gran variabilidad individual en la acumulación de creatina intramuscular, aunque no se sabe por qué, se ha observado diferencias por género (las mujeres tienen mayores concentraciones) y según la edad (declinan con la edad). El efecto del entrenamiento sobre las concentraciones de creatina requiere más estudio. Indicado sólo en atletas que completaron su desarrollo, no en jóvenes.

Los protocolos de suplementación con creatina incluyen una carga rápida: 20-25 gr en 2 dosis por 5 días, o de carga lenta: 3 gr/día por 28 días, y la mantención con: 2-3 gr/día. Se ha reportado un 30% de no respondedores. Si no se mantienen aportes de creatina a las 5 semanas se vuelve a niveles basales. Se puede producir un rápido aumento de peso de 1 kg durante la carga, pero se cree que es en base a agua y reducción producción orina (24).

La indicación de suplementación con creatina está enfocada en disciplinas de corta duración y alta intensidad, donde el sistema de los fosfágenos (5-7 primeros segundos del ejercicio) es predominante. También es muy utilizado en diferentes disciplinas en períodos básicos de entrenamientos donde como parte de su preparación ejecutan entrenamientos de sobrecarga (pesas) siendo la creatina un elemento que favorece la

energía disponible para este tipo de ejercicio con un mayor número de repeticiones y fuerza.

Se han señalado como efectos adversos del uso de creatina la presencia de náuseas, gastritis, cefalea, calambres musculares, y daño renal, pero sólo en reportes aislados en personas con daño previo. Se descartó riesgo de cáncer.

### **Bicarbonato y citrato**

Al aumentar el pH sanguíneo se retrasa la fatiga muscular en ejercicio anaeróbico prolongado. Dosis de carga: 0,3 gr de bicarbonato de sodio/kg peso, 1 a 2 horas antes del ejercicio o citrato de sodio 0,3 a 0,5 gr/Kg. No posee mayores riesgos para la salud, excepto posibles molestias gastrointestinales. Se recomienda tomarlo con 1 litro de agua para prevenir diarrea hiperosmótica. Está recomendado para competencias de alta intensidad, prolongadas o con esprines repetidos como deportes de raqueta y equipo.

Puede producir cambios agudos en el pH urinario, lo que puede llevar a que el deportista tenga que permanecer largas horas en control de dopaje. Se han descrito también molestias gastrointestinales (25).

### **Cafeína**

Removida de la lista de suplementos prohibidos en el año 2004. Contiene metilxantinas, tiene efecto estimulante porque aumenta la acción de catecolaminas y AMP cíclico, lo que lleva a un aumento de la lipólisis en el tejido adiposo y en el músculo, lo que se traduce en un aumento de los ácidos grasos libres y mayor disponibilidad de triglicéridos intramuscular. Además, produce alteraciones en el sistema nervioso central que modifican las percepciones del esfuerzo o la fatiga, aumenta la liberación de adrenalina. El efecto beneficioso aparece con dosis pequeñas a moderadas, de 1-3 mg/kg de peso o 50-200 mg de cafeína y estos no son mayores al aumentar la dosis. Se puede tomar en distintos momentos (antes, durante o hacia el final del ejercicio, cuando comienza a presentarse la fatiga). El exceso (más de 500 mg/día) produce aumento de la frecuencia cardíaca, alteraciones en la motricidad fina y sobre-excitación, que podría interferir con la recuperación del ejercicio y el sueño (26).

### **Glicerol**

Agente hiper-hidratante, en forma de glicerina u otro suplemento. Se absorbe rápido y se distribuye en todos los compartimentos aumentando la presión osmótica. Dosis de carga: 1 a 1,5 gr/kg glicerol junto con 25 a 35 ml/kg de líquido, lo que produce retención de 600 ml de agua, lo que es más eficaz que ingerir agua sola. Útil en ambientes muy cálidos y húmedos, cuando hay sudoración excesiva o en condiciones de dificultad para reponer líquido. También sirve para reponer grandes pérdidas de líquidos o entre el pesaje y la competencia de deportes divididos según peso como es el boxeo. Los efectos adversos son náuseas, molestias gastrointestinales y cefalea por aumento de presión intracraneal (27).

## **Suplementos tipo B: evidencia no suficiente, pero de interés en seguir investigando**

### **Glutamina**

Es el aminoácido libre más abundante en plasma y músculo. Considerado como condicionalmente esencial. Sus funciones se relacionan con la transferencia de nitrógeno entre órganos, mantención del balance ácido-base durante estados de acidosis, regulación de la síntesis y degradación de proteínas, fuente de energía para la célula de la mucosa intestinal y para las células del sistema inmune. Hasta la actualidad, los estudios no han logrado demostrar que la Glutamina mejore la respuesta al entrenamiento de resistencia mediante la reducción de la degradación de proteínas (28).

### **β-hidroxi-β-metilbutirato (HMB)**

Metabolito del aminoácido leucina. Aumenta la ganancia de fuerza y masa magra asociado al entrenamiento de resistencia y mejora la recuperación después del ejercicio. Se dice que es un agente anti-catabólico. Posee resultados contradictorios en los estudios existentes. Un meta-análisis de los estudios hasta al año 2001 muestra un aumento en la masa magra y fuerza, pero es muy leve y representa lo realizado sólo por 3 laboratorios. Resultados positivos se observaron en deportistas principiantes y sólo inicialmente (2-4 semanas). Se cree que esto es porque ayudaría a disminuir el catabolismo en una persona no habituada a entrenar, pero cuando ya se adapta al entrenamiento (más de 8 semanas), no aportaría beneficio. Podría ser útil cuando se inicia un nuevo entrenamiento. No parece producir efectos adversos en el corto plazo. No se considera dopaje, pero algunos suplementos pueden estar contaminados con pro-hormonas (29).

### **Calostro**

Sustancia rica en proteínas secretada en la leche materna los primeros días después del parto. El calostro es rico en inmunoglobulinas y factor de crecimiento similar a insulina (IGF: insulin like growth factor). No está claro el mecanismo por el cual mejora el rendimiento deportivo. Parece haber progresos en personas no entrenadas. Hay inconsistencia en los estudios en relación a los cambios de composición corporal. En resumen: parece no servir para mejorar resultados de entrenamiento de resistencia y que se necesitan más de 4 semanas de suplementación para observar algún resultado (17).

### **Ribosa**

Azúcar de 5 carbonos, parte estructural del ADN, ATP, AMP y ADP. Se cree que aumenta la síntesis de nucleótido logrando una recuperación más rápida del ADP muscular. Se encuentra en forma natural en la dieta y en suplementos. Se absorbe rápido. Los suplementos aportan entre 3 a 5 gramos, frecuentemente asociados con Creatina. La dosis utilizada en los protocolos es de 2 a 40 gr. Hasta ahora los estudios muestran una baja evidencia de su efectividad (30).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. The American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and The American College of Sports Medicine Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and The American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. 2009, *J Am Diet Assoc*, Vol. 109, pp. 509-527.
2. Burke, Louise. *Nutrición en el Deporte. Un enfoque práctico*. Madrid : Editorial Médica Panamericana, 2007, Capítulo 1, pp. 1-28.
3. Onzari, Marcia. *Recomendación de Nutrientes. Fundamentos de Nutrición en el Deporte*. Buenos Aires : Editorial El Ateneo, 2008, Capítulo Siete, pp. 129-164.
4. Rosenbloom, C. *Sports Nutrition*. American Dietetic Association. Tercera Edición. 1993.
5. Sherman W, Costill D, Fink W, Miller J. The effects of exercise and diet manipulation on muscle glucogen and its subsequent use during performance. 1981, *Int J Sports*, Vol. 2, pp. 114-118.
6. Williams, M. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. s.l. : Editorial Paidotribo, 2002.
7. Shiou-Liang Wee, Clyde Williams, Kostas Tsintzas, Leslie Boobis. Ingestion of a high-glycemic index meal increases muscle glycogen storage 2005, *J Appl Physiol*, Vol. 99, pp. 707-714.
8. . Coggan AR, Coyle EF. Carbohydrate ingestion during prolonged exercise: Effects on 1991, *Exerc Sport Sci Rev*, Vol. 19, pp. 1-40.
9. Ivy JL, Katz AL, Cutler CL, Sherman WM, Coyle EF. Muscle glycogen synthesis after exercise: Effect of time of carbohydrate ingestion. 1988, *J Appl Physiol*, Vol. 64, pp. 1480-1485.
10. Phillips SM, Moore DR, Tang J. A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. 2007, *Int J Sports Nutr Exer Metab*, Vol. 17(suppl), pp. S58-S76.
11. Tipton KD, Witard OC. Protein requirements and recommendations for athletes: Relevance of ivory tower arguments for practical recommendations. 2007, *Clin Sports Med*, Vol. 26, pp. 17-36.
12. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. *Dietary Reference intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC : s.n., 2005, National Academies Press.
13. The American College of Sports Medicine. *Exercise and fluid replacement*. Special Communications. 2007, *Med Sci Sports Med*, pp. 377-390.
14. B, Murray. Hydration and physical performance. suppl 5, 2007, *J Am Coll Nutr*, Vol. 26, pp. 5542-5548.
15. Palacios, N., Bonafonte L, Manonelles P et al. Consenso sobre bebidas para el deportista. Composición y pautas para reposición de líquidos. 2008, *Arch Med Deporte*, Vol. 4, pp. 245-258.
16. Oliver AJ, Leon MT, Hernandez EG. Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms. 3, 2008, *Arch Latinoam Nutr*, Vol. 58, pp. 221-227.
17. Burke, Louise. *Alimentos y Suplementos para Deportistas*. *Nutrición en el deporte. Un enfoque práctico*. Madrid : Editorial Médica Panamericana, 2007, pp. 41-68.
18. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. suppl 1, 2007, *J Sports Sci*, Vol. 25, pp. S103-S113.
19. Ranchordas MK, Burd N, Senchina DS, et al. A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance-part 29. 2, 2012, *J Sports Med*, Vol. 46, pp. 155-156.
20. Telford RD, Catchpole EA, Deakin V, et al. The effect of 7 to 8 months of vitamin/mineral supplementation on athletic performance 2, 1992, *Int J Sport Nutr*, Vol. 2, pp. 135-153.
21. Naziroglu M, Kilinç F, Uğuz AC, et al. Oral vitamin C and E combination modulates blood lipid peroxidation and antioxidant vitamin levels in maximal exercising basketball players. 4, 2010, *Cell Biochem Func*, Vol. 28, pp. 300-305.
22. Ashenden MJ, Martin DT, Dobson GP, et al. Serum ferritin and anemia in trained female athletes. 3, 1998, *Int J Sport Nutr*, Vol. 8, pp. 223-229.
23. Martin BR, Davis S, Campbell WW, et al. Exercise and calcium supplementation: effects on calcium homeostasis in sportswomen 9, 2007, *Med Sci Sports Exer*, Vol. 39, pp. 1481-1486.
24. Cox G, Mujika I, Tumilty D, et al. Acute creatine supplementation and performance during a field test simulating match play in elite female soccer players. 2, 2002, *Int J Sport Nutr Exer Metab*, Vol. 12, pp. 33-46.
25. Carr AJ, Hopkins WG, Gore CJ. Effects of acute alkalosis and acidosis on performance: a meta-analysis. 19, 2011, *Sports Med*, Vol. 41, pp. 801-814.
26. Davis JK, Green JM. Caffeine and anaerobic performance: ergogenic value and mechanisms of action. 10, 2009, *Sports Med*, Vol. 39, pp. 813-832.
27. Van Rosendal SP, Osborne MA, Fasset RG. Guidelines for glycerol use in hyperhydration and rehydration associated with exercise. 2, 2010, *Sports Med*, Vol. 40, pp. 113-129.
28. Gleeson, M. Dosing and efficacy of glutamine supplementation in human exercise and sport training. 10, 2008, *J Nutr*, Vol. 138, pp. 2045S-2049S.
29. Thomson JS, Watson PE, Rowlands DS. Effects of nine weeks of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate supplementation on strength and body composition in resistance trained men. 3, 2009, *J Strength Cond Res*, Vol. 23, pp. 827-835.
30. Seifert JG, Subuhi AW, FuMX, et al. The role of ribose on oxidative stress during hypoxic exercise: a pilot study. 3, 2009, *J Med Food*, Vol. 12, pp. 690-693.

Los autores declaran no tener conflictos de interés, en relación a este artículo.