

Alimentación y deporte: tendencias actuales, tecnología, innovación y pedagogía





Alimentación y deporte: tendencias actuales, tecnología, innovación y pedagogía

Autores:

D.^a Antonia Lizarraga Dallo

*Profesora de la Diplomatura de Nutrición Humana y Dietética.
Departamento de Ciencias Fisiológicas II. Universidad de Barcelona.*

Dr. Joan Ramon Barbany Cairó

*Profesor del Departamento de Ciencias Fisiológicas II y del INEFC.
Universidad de Barcelona.*

Dra. Victoria Pons Salas

*Coordinadora de la Universidad de Ciencias del Deporte,
Jefe del Departamento de Nutrición del Centre d'Alt Rendiment de Sant Cugat de Vallés.*

Sra. Edurne Pasabán Lizarribar

*Deportista de élite. Escaladora de ochomiles himalayos.
Ingeniera Técnica Industrial y MBA por la Business School de ESADE en Barcelona.*

D. Lluís Capdevila Auguets

Entrenador de deportistas de élite.

© INSTITUTO TOMÁS PASCUAL SANZ

para la nutrición y la salud

Pº de la Castellana 178 - 3º Dcha. 28046 Madrid

Tel.: 91 703 04 97. Fax: 91 350 92 18

webmasterinstituto@institutotomaspascual.es • www.institutotomaspascual.es

Coordinación editorial: 
International Marketing & Communication, S.A.

Alberto Alcocer, 13, 1º D. 28036 Madrid

Tel.: 91 353 33 70. Fax: 91 353 33 73. imc@imc-sa.es

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede ser reproducida, transmitida en ninguna forma o medio alguno, electrónico o mecánico, incluyendo las fotocopias, grabaciones o cualquier sistema de recuperación de almacenaje de información, sin permiso escrito del titular del copyright.

ISBN: 978-84-692-8710-1

Depósito Legal: M-3520-2010

Índice

5

Prólogo

D. Ricardo Martí Fluxá

7

Prólogo

D. Buenaventura Guamis López

09

Alimentación y deporte. Parámetros actuales

D.^a Antonia Lizarraga Dallo

29

Innovación y nuevas perspectivas en la alimentación para el deporte. Ayudas ergogénicas en desarrollo: prebióticos, calostro, óxidos de nitrógeno y otras

Dr. Joan Ramon Barbany Cairó

41

Pedagogía de la alimentación y la nutrición del deportista

Dra. Victoria Pons Salas

57

El montañismo, un deporte muy exigente. Aspectos nutricionales para su práctica

Sra. Eurne Pasabán Lizarribar

D. Lluís Capdevila Auguets

Prólogo

Querido lector,

Este libro que tienes entre las manos es el resultado de una jornada organizada por el Instituto Tomás Pascual Sanz para la nutrición y la salud en colaboración con el Centro Especial de Investigación Planta de Tecnología de los Alimentos (CERPTA) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y el Centro de Alto Rendimiento Deportivo (CAR) de Sant Cugat del Vallés.

Esta colaboración es fruto del interés compartido entre estas tres instituciones por el desarrollo de unos buenos hábitos de vida saludables entre la población. Lamentablemente nos encontramos a la cabeza de Europa en casos de sobrepeso y obesidad infantil, lo cual incide directa y negativamente en la salud de los nuestros. Preocupado por esta epidemia, el Instituto Tomás Pascual Sanz para la nutrición y la salud presenta esta obra que no es de uso exclusivo en el entorno del deportista de élite, sino que resulta una herramienta muy útil también para el deportista ocasional, preocupado por la relación entre su alimentación, su rendimiento físico y su bienestar.

El sector de la alimentación no es ajeno a los grandes avances de la tecnología moderna. Es por esto que la industria invierte cada vez más en innovación, para poder diseñar y ofrecer nuevos productos, más adaptados a las necesidades específicas de los consumidores y, en el caso que nos ocupa, de los deportistas. Las ayudas ergogénicas suponen un importante avance en la nutrición del deportista. Alrededor de ellas aún hay mucho que desarrollar, pero indudablemente hoy por hoy ya son un elemento de gran ayuda para reforzar y complementar la alimentación tradicional en situaciones extremas, como las que se dan en el mundo de la competición.

El desarrollo de nuevos y más completos alimentos funcionales constituye por tanto un gran reto para la industria y un gran beneficio para la sociedad, y es por eso que nuestro Instituto ha encontrado un compañero de excepción en el Centro Especial de Investigación Planta de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Pero sin duda, un entrenamiento bien dirigido, asistido por profesionales, es clave para el éxito. Es aquí donde el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés (CAR) interviene en este proyecto, aportando su experiencia de más de 20 años en el campo de la competición.

Como verás, hemos reunido en esta obra a un puntero centro en tecnología de alimentos junto a uno de los centros de alto rendimiento más grande y con más prestigio de nuestro país y a ello le hemos añadido nuestra propia experiencia como profesionales en la nutrición y salud. Espero que el resultado sea tan satisfactorio para ti, como con la ilusión que lo ponemos en tus manos.

D. Ricardo Martí Fluxá

Presidente Instituto Tomás Pascual Sanz para la nutrición y la salud

Prólogo

La alimentación de las personas que se dedican al deporte es una de las claves de su rendimiento, de sus éxitos y de sus fracasos y, lo que es más importante, de su salud.

La vida del deportista de élite exige un gran desgaste de energía y de recursos físicos y psíquicos. Por ello la alimentación ha de ser equilibrada y acorde con las características de la modalidad deportiva y de las necesidades personales.

Pero el interés por la alimentación y el deporte no se limita a la alta competición. No podemos ignorar que la vida saludable de cualquier persona, de cualquier edad y condición, se ve influida por dos factores esenciales, la alimentación sana y la práctica habitual de actividad física.

Ha de preocuparnos seriamente que España sea en la actualidad uno de los países de Europa con más casos de obesidad infantil. Este fenómeno provoca, entre otras consecuencias, el aumento de los niveles de colesterol en la población en general y en las edades infantiles en particular.

Sensible a la trascendencia de la alimentación en los niveles de alto rendimiento deportivo, y por extensión para todos los niveles de práctica deportiva, así como de la importancia de la educación para una alimentación sana del conjunto de la población, el Instituto Tomás Pascual Sanz promueve actividades científicas y formativas en esa dirección.

En esta ocasión, con la colaboración de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB), de la Universidad de Barcelona (UB) y del Centro de Alto Rendimiento Deportivo (CAR) de Sant Cugat del Vallés, organizó la "Jornada sobre Alimentación y Deporte: tendencias actuales, tecnología, innovación y pedagogía".

El Instituto Tomás Pascual Sanz para la nutrición y la salud tiene entre sus objetivos la colaboración con organizaciones de carácter científico relacionadas con la formación y la investigación, así como con la Administración Pública, para fomentar estudios y actuaciones orientados a la salud y la nutrición y a los hábitos saludables y la seguridad alimentaria, así como también para el fomento de la nutrición equilibrada, la actividad física, el deporte, la vida sana, los comportamientos alimentarios y la lucha contra la obesidad.

Para ello, entre otras iniciativas, lleva a cabo programas de difusión y de educación sobre productos alimenticios y salud dirigidos al colectivo médico, escuelas, universidades, asociaciones de consumidores y otras entidades, organizando foros de opinión y de información, eventos, seminarios y conferencias.

El CERPTA (Centre Especial de Recerca Planta de Tecnologia dels Aliments) de la UAB investiga y desarrolla alimentos funcionales. Una de sus finalidades es el diseño de alimentos para determinados colectivos como deportistas, personas con requerimientos nutricionales especiales, niños y niñas en crecimiento, personas de la tercera edad, etc.

La colaboración del CERPTA y el INSA (Instituto de Investigación en Nutrición y Seguridad Alimentaria) de la Universidad de Barcelona (UB), mediante la participación conjunta en

proyectos comunes, realizan, para poder abordar con mayor complejidad y garantías, estudios relacionados con la nutrición y los alimentos.

El CAR de Sant Cugat es un organismo oficial que da apoyo al deporte para que sea competitivo a nivel internacional, optimizando recursos de la máxima calidad técnica y científica. Con esta finalidad dispone de los medios necesarios para la formación integral de los deportistas y procura que la sociedad sea partícipe de los conocimientos generados por sus actividades. La colaboración del CAR con la UAB, debido a su proximidad y coincidencia de objetivos, puede ser de gran interés para el estudio de la alimentación que será más adecuada en el futuro para los deportistas y también para las personas en general.

La colaboración de todas estas instituciones se concretó en la Jornada sobre Alimentación y Deporte, que ha centrado su interés en las tendencias actuales, en el futuro que se dibuja a través de la innovación tecnológica en la alimentación para deportistas de alto rendimiento y en la pedagogía como instrumento de cambio para mejorar la salud de la población y educar a los niños y las niñas en la práctica de estilos de vida saludable.

En la Jornada intervinieron investigadores e investigadoras de diferentes campos que nos explicaron el resultado de sus estudios y de las tendencias científicas más avanzadas, y también personas dedicadas al deporte de élite, que relataron sus experiencias deportivas y los secretos de la alimentación que les ha permitido superar los importantes retos que se han planteado en el deporte.

Aquí se recogen todas las aportaciones que se ofrecieron en la Jornada Técnica que tuvo lugar en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma de Barcelona.

La trayectoria del Instituto Tomás Pascual Sanz, de la Universidad Autónoma de Barcelona, la Universidad de Barcelona y el CAR de Sant Cugat garantiza el interés de las ponencias presentadas.

Para que quede constancia de ello y siga siendo de utilidad a los fines expresados, se edita este libro.

D. Buenaventura Guamis López

Catedrático de Tecnología de los Alimentos de la UAB.

Coordinador Científico de la Jornada.

Alimentación y deporte. Parámetros actuales

D.^a Antonia Lizarraga Dallo

Introducción

El cuerpo humano está diseñado para moverse regularmente, y nuestros genes así lo tienen codificado desde hace miles de años.

Con la actividad y el movimiento se obtienen una serie de efectos beneficiosos para la salud y la prevención de las enfermedades desde la infancia, pero nuestro estilo de vida actual es cada vez más sedentario, incluso en los niños.

El sedentarismo es un problema en aumento en nuestra sociedad y este es uno de los motivos, unido a una desequilibrada alimentación, de las elevadas tasas de sobrepeso y obesidad actuales que van en un continuo incremento.

Es prioritario diseñar estrategias para conseguir cambiar el estilo de vida y aumentar el gasto energético diario en las actividades cotidianas y en los desplazamientos. Además de ello en cada grupo de población es aconsejable introducir y adaptar sesiones programadas de ejercicio físico estructurado y realizarlo a la intensidad, duración y frecuencia adecuados, igual que haríamos con cualquier otro tratamiento.

La alimentación puede y debe adecuarse al nivel de ejercicio practicado, y así maximizar los beneficios obtenidos, siendo un hecho constatado que la persona que inicia la actividad física acaba cambiando

también sus hábitos de alimentación y está más motivado en general por el cuidado de la salud.

Los objetivos y motivación para la práctica de actividad física o deporte pueden ser muy diferentes según el colectivo que lo practica. En algunos casos se da dentro del ámbito de la competición y mejora del rendimiento, y en otros tan sólo en busca de salud o bienestar. Sin embargo, a una gran parte de la población esta motivación le cuesta conseguirla y en muchos casos múltiples intentos de iniciarla van seguidos del mismo número de abandonos.

Es importante la capacidad de implicación de colectivos médicos, entrenadores, dietistas, entre otros, para llegar a involucrar en la actividad física regular a población obesa, niños, ancianos, personas con poco tiempo. En gran medida el secreto será encontrar la personalización a cada caso y plantear objetivos y metas concretos para cada uno de ellos, por lo menos al inicio, hasta que encuentren que los resultados obtenidos les motiven a seguir y les hayan creado una cierta dependencia, adhesión o necesidad de no abandono porque se encuentran mejor; así, cada uno habrá conseguido a su manera mejorar y optimizar su estado físico e incluso psicológico.

Aunque la salud y el rendimiento están condicionados en parte genéticamente,

la alimentación y actividad física adecuadas desempeñan un papel primordial para conseguirlos (figura 1). Por el contrario, el hacerlo de manera inadecuada puede suponer riesgos para la salud, en ocasiones graves, como los derivados de deshidratación severa, o en otros casos suponer mayor predisposición a lesiones.

Recomendaciones generales

Uno de los consejos más oídos es que el deportista en general ha de comer pasta en cantidades importantes y que el deportista de fuerza ha de ingerir más proteínas, fundamental para aumentar músculo. Sin embargo, estos consejos necesitan matizarse más.

Las recomendaciones sobre alimentación y deporte, aunque pueden tener unos principios básicos comunes, son cuantitativa y cualitativamente diferentes según vayan dirigidas a población general, en la cual se busca aplicar estrategias concretas para una vida saludable, o bien se dirijan a una población que realiza la actividad a un nivel superior por horas e intensidad de dedicación y en este último caso la intervención dietético-nutricional buscará:

- Optimizar el rendimiento en la competición.
- Adaptar la dieta al entrenamiento para recuperarse lo antes posible entre sesión y sesión (figura 2).

Las pirámides de alimentación saludable incluyen en su base la necesidad de realizar actividad física de manera regular y llevar una dieta que esté basada en un porcentaje mayoritario de las calorías a partir de los carbohidratos. Sin embargo,

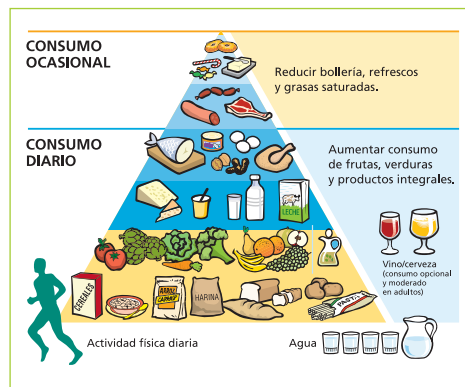


Figura 1. Pirámide de alimentación saludable de la SENC.

existe la necesidad de adaptarlo y personalizarlo al máximo, de manera que no se pierda de vista que hay aspectos cruciales como el reparto de la ingesta a lo largo del día o las proporciones de los nutrientes dentro de una misma ingesta que pueden condicionar distintos resultados. La realidad del día a día es que el nivel de actividad física de la población es bastante menor de lo aconsejado en la base de la pirámide, y esto se suma a un aporte elevado de alimentos gratificantes pero muy energéticos que tendrían que consumirse esporádicamente y que por ello la pirámide los coloca en el vértice. En definitiva, la pirámide está en muchos casos invertida y esto favorece el sobrepeso y la obesidad desde la infancia.

Hay que insistir en la base de la pirámide y enfatizar que los hidratos de carbono de esta base son el combustible más adecuado para la actividad física regular que hay que conseguir incrementar.

Si esta actividad es insuficiente, es necesario remarcar que hay que controlar la dieta eligiendo determinados hidratos de

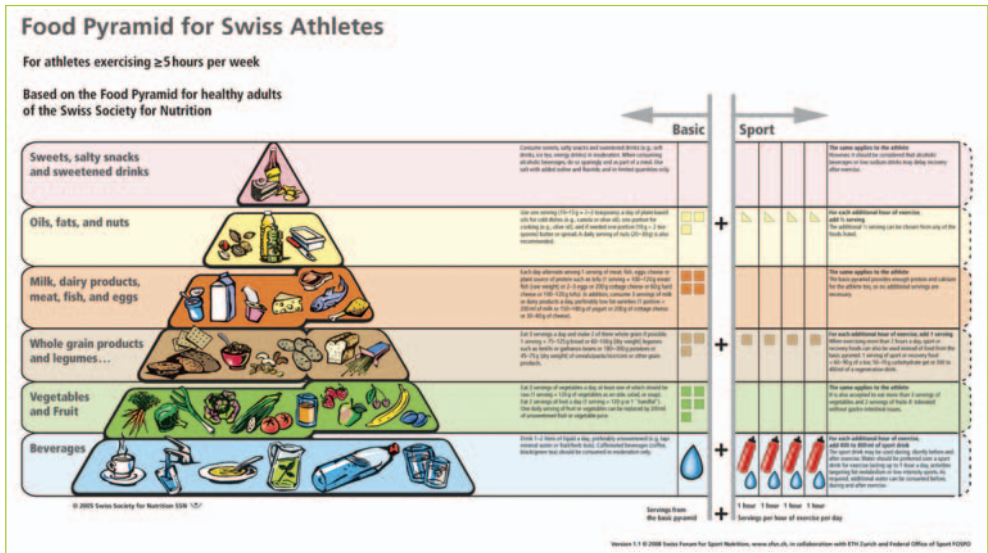


Figura 2. Versión de una adaptación suiza de la pirámide al deportista realizada por Swiss Forum for Sport Nutrition.

carbohidrato llamado de moderado o bajo índice glucémico que corresponden a frutas, hortalizas, verduras o legumbres y su combinación con cereales o carbohidratos ricos en fibra. En definitiva se trataría de modular con el ejercicio y la dieta la respuesta del organismo ante los efectos negativos de comidas energéticamente muy densas en el contexto de muchas horas de inactividad.

El fraccionamiento de la dieta diaria en comidas menos copiosas, eligiendo el tipo de carbohidratos de índice glucémico más moderado e intercalar sesiones de actividad física que también regulan la glucemia pueden ejercer conjuntamente efectos saludables, pero requieren conocer qué comer en cada momento o introducir el concepto del ajuste horario o "Timing" como herramienta fundamental que guíe la planificación (1).

Generalidades de energética muscular

El músculo esquelético cubre sus necesidades energéticas durante el ejercicio a expensas de sustratos que proceden de la ingesta diaria o bien de las propias reservas del organismo previa transformación en ATP (adenosín-trifosfato), ya que es la única forma de energía utilizable finalmente por la célula muscular.

Tabla 1. La tabla siguiente refleja algunos de los factores que pueden influir en la utilización mayor o menor de las diferentes vías energéticas para obtener ATP.

Intensidad del esfuerzo
Duración
Frecuencia con la que se practica
Grado de entrenamiento
Factores ambientales: humedad, temperatura
Dieta previa y respuesta hormonal

Dado que a pesar de su importancia, el músculo no es capaz de almacenar ATP como tal y además es una molécula de carácter temporal, existen varias posibles vías para regenerarlo, y la utilización de una u otra varía en función del tipo de actividad física desarrollada, intensidad, duración, pero también de otros aspectos como son la dieta previa, respuesta hormonal...

Según el tipo de esfuerzo podemos decir:

- En actividades de pocos segundos de duración y gran intensidad, de carácter anaeróbico, el músculo utiliza la fosfocreatina y después la glucosa del glucógeno muscular para regenerar el ATP.
- En actividades de menor intensidad y carácter aeróbico, las grasas, los carbohidratos e incluso las proteínas pueden llegar a oxidarse para obtener ATP, y con mayor eficacia que las vías anaeróbicas.

El conjunto de los procesos del metabolismo energético tiene pues como objetivo aportar sustratos energéticos para que se pueda regenerar y disponer de manera continuada del ATP. Los sistemas energéticos funcionan como uno, con la capacidad de alternarse y de mantener simultáneamente activos a los anteriores en todo momento, pero otorgándole una predominancia a uno de ellos sobre el resto, según sea la intensidad y duración del esfuerzo así como otros factores que pueden influir.

En este sentido el efecto del entrenamiento por ejemplo facilita la posibilidad de utilización de la vías oxidativas, y la grasa en individuos entrenados puede llegar a aportar más del 60% de la energía total requerida en el esfuerzo,

siendo sin embargo de menor intensidad en individuos poco entrenados o en caso de esfuerzos de una intensidad elevada en los cuales se recurre a vías metabólicas anaeróbicas.

La alimentación del deportista ha de conseguir que las reservas energéticas mencionadas se encuentren adecuadamente repletas, sobre todo las de hidratos de carbono almacenados en forma de glucógeno, ya que esta reserva es limitada y al agotarse dan la conocida sensación de "muro o pájara".

Carbohidratos

El músculo en actividad puede ir consumiendo glucosa circulante que es reemplazada por el hígado, órgano que mantiene la glucemia. Sin embargo esta no es la principal reserva de hidratos de carbono durante el ejercicio, sino que lo es el glucógeno muscular.

Este glucógeno del músculo está formado por largas de glucosa y es la forma de carbohidrato utilizable y almacenado, pero es limitado y puede ir disminuyendo. El tiempo necesario para que se agoten las reservas de glucógeno depende de la duración e intensidad del esfuerzo, entre otros factores.

Se considera que aun habiendo hecho una dieta rica en hidratos de carbono e iniciar el esfuerzo con los depósitos llenos, en aproximadamente unos 90 minutos de esfuerzo a una intensidad de 65-70% del máximo pueden llegar a agotarse. Este periodo se acorta en caso de esfuerzos más intensos o de esfuerzos sucesivos sin una adecuada reposición entre ellos y es una situación frecuente en deportistas que, aunque no llegan a vaciar su glucógeno muscular en una sesión de entrena-

miento, sí lo pueden hacer en dos o tres sucesivas con mala recuperación por falta de apetito, mala previsión, etc.

Otros factores como la deshidratación, factores ambientales adversos como el calor, frío, viento o un inadecuado estado nutricional, pueden precipitar esta situación.

Por otro lado, el aporte de carbohidratos durante el esfuerzo o la utilización de estrategias que favorezcan la movilización y oxidación de los ácidos grasos pueden retrasarla.

Aunque la importancia de los alimentos ricos en hidratos de carbono es fundamental, tanto en deportes de corta duración y alta intensidad como sobre todo en aquellos que se prolongan, por la posibilidad de agotamiento de las reservas de glucógeno muscular, lo cierto es que hay que remarcar que no todos los carbohidratos son igual de adecuados según el momento.

Concepto de índice y carga glucémica

El concepto de índice glucémico permite clasificar a los distintos tipos de hidratos de carbono en alto, moderado o bajo índice glucémico según sea su tiempo de digestión, absorción y conversión en el hígado hasta glucosa, que pasa a la circulación.

Si comparamos este proceso con el mismo en un alimento de referencia, que suele ser el pan blanco, podemos dar valores numéricos correspondientes a este índice glucémico de los alimentos IG (2).

En la práctica los alimentos de alto índice glucémico son aquellos de absorción rápida o refinados, en los que se necesita

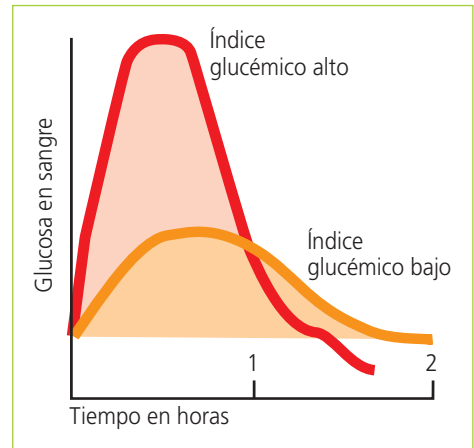


Figura 3. Curva de glucemia de un alimento de alto y bajo índice glucémico (3).

poco proceso de digestión para obtener la glucosa y que pueden ser útiles cuando el deportista ha de tomarlos durante el mismo esfuerzo, si puede ser capaz de ingerir algo, o al acabar el ejercicio.

El tomarlos en los momentos previos puede sin embargo tener como consecuencia una estimulación de la insulina ante llegadas rápidas de glucosa a la sangre y como consecuencia de su efecto hipoglucemiante un resultado indeseado de retraso en la disponibilidad de energía.

Los carbohidratos de moderado índice glucémico, como pueden ser la pasta, cereales o algunas frutas consiguen convertirse en glucosa de una forma más gradual y moderada de manera que la respuesta de la insulina también lo es y en general se aconseja que este tipo de carbohidratos constituyan una parte importante del total de la dieta.

El componente de fibra, grasa o proteína que acompaña a algunos carbohidratos los convierte en denominados de bajo índice glucémico, ya que su conversión en

glucosa es la más lenta de todas, debido a la lenta digestión, vaciado gástrico, etc. derivado de su composición.

En la actualidad el concepto de carga glucémica se considera que es más práctico y útil que el índice glucémico aislado, ya que tiene en cuenta no sólo el índice glucémico de los alimentos, sino las cantidades de los distintos alimentos que ingerimos en una ración habitual.

La carga glucémica se calcula como: gramos de carbohidratos de una ración x IG/100.

Alimentos con alta carga glucémica:

Cereales para desayuno

Galletitas

Pan (baguette, francés, viena)

Arroz blanco

Fideos

Patata

(Su forma integral tiene menor carga glucémica por contener fibra)

Alimentos con baja carga glucémica:

Verduras (coliflor, brócoli, espinaca, lechuga, repollo, apio, pepino, zanahoria)

Frutas (cerezas, pomelo, melón, sandía, pera, naranja, ciruela, kiwi, manzana)

Legumbres (lentejas, judías secas, soja)

Por ejemplo:

Una manzana tiene un IG de 40 y contiene aproximadamente 15 g de hidratos de carbono por porción. Su carga glucémica es: $(40 \times 15) / 100 = 6$.

Un dulce o repostería tiene por ejemplo un IG de 90 y 20 g de hidratos de carbono por porción. Por lo tanto, su CG es: $(90 \times 20) / 100 = 18$.

Esto significa que la respuesta glucémica será tres veces mayor si comemos un pastel que una manzana. Además, la de-

manda insulínica para metabolizarla también será tres veces mayor.

La carga glucémica permite elaborar dietas que con alimentos de moderado o bajo índice glucémico aporten cantidades considerables en cuanto a gramaje, pero sin los altibajos en la glucemia sanguínea que pueden provocar cantidades pequeñas de los azúcares refinados y, como consecuencia de ello, la respuesta hormonal a lo largo del día y el efecto metabólico derivado de ello puede ser mucho más favorable (4).

El destino final de los hidratos de carbono de la dieta es convertirse en glucosa como fuente de energía para las células en general y para el músculo durante el ejercicio.

El deportista ha de conseguir que en su dieta no falten este tipo de nutrientes ya que aunque nuestro hígado puede sintetizar glucosa a partir de aminoácidos, lactato o glicerol, no es la situación ideal por hacerlo de manera más lenta y a costa de perder proteína.

La necesidad de aumentar el aporte de hidratos de carbono previos al esfuerzo en la dieta del deportista es conocida y utilizada desde hace tiempo, y los estudios clásicos de Costill y colaboradores pusieron de manifiesto cómo el tiempo de duración del esfuerzo y el retraso de la fatiga dependía de la dieta previa y de la capacidad de llenar al máximo los depósitos de glucógeno muscular, siendo las dietas de sobrecarga de carbohidratos (hasta 70% de energía diaria como CHO) las más adecuadas (5).

Inicialmente la "dieta escandinava" destinada a deportistas de resistencia proponía hacer los días previos una depleción y ago-

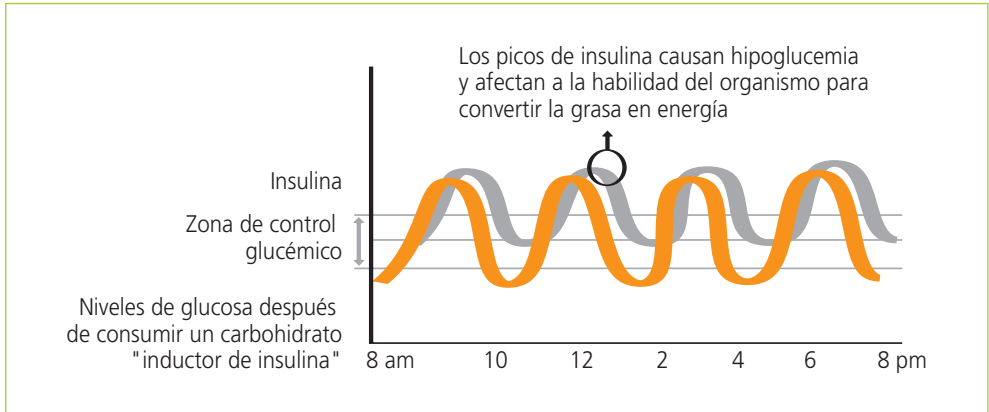


Figura 4. Altibajos de la glucemia y de la insulina tras tomar carbohidratos que estimulan mucho la glucemia y posteriormente la insulina.

tamiento de las reservas de glucógeno muscular mediante la restricción de los carbohidratos al máximo y el ejercicio hasta el agotamiento para luego durante dos días conseguir con reposo y la dieta de alto contenido en CHO el llenado máximo.

Hoy en día se considera que no es necesaria la fase de vaciado previo pero sí se tiene en cuenta que el momento idóneo para que se sintetice glucógeno y aumenten las reservas de carbohidratos utilizables por el músculo es en el post-esfuerzo, tras cada sesión de ejercicio, por las condiciones idóneas que veremos más adelante (6, 7).

Una dieta rica en hidratos de carbono en las horas previas al esfuerzo permite, como hemos mencionado antes, aumentar las reservas de glucógeno muscular y hepático que están directamente relacionados con el tiempo de duración de la actividad hasta el agotamiento. Por ello, entre las estrategias utilizadas para optimizar el rendimiento y retrasar la fatiga se encuentra el aporte previo, durante y en el postesfuerzo, de cantidades

de hidratos de carbono que van desde 3-5 g/kg de peso/día en actividad suave hasta 7-10 g/kg peso/día en deportes de máxima exigencia.

Aunque en nuestra dieta el aporte de glucosa como tal en los alimentos no es grande, podemos acabar obteniéndola tras la digestión y conversión de otros hidratos de carbono como el almidón de la pasta o el azúcar de los dulces y repostería, aunque no será lo mismo que proceda de unos u otros.

Recomendaciones generales respecto a los carbohidratos

Antes del esfuerzo: rellenar al máximo los depósitos en la noche anterior y comidas previas hasta dos o tres horas antes.

Una buena hidratación y mantener una glucemia adecuada han de ser los objetivos, pudiendo conseguirlo con bebidas que contengan un 5-6% de carbohidratos en cantidad de unos 500 ml tomados a pequeños sorbos en la media hora anterior.

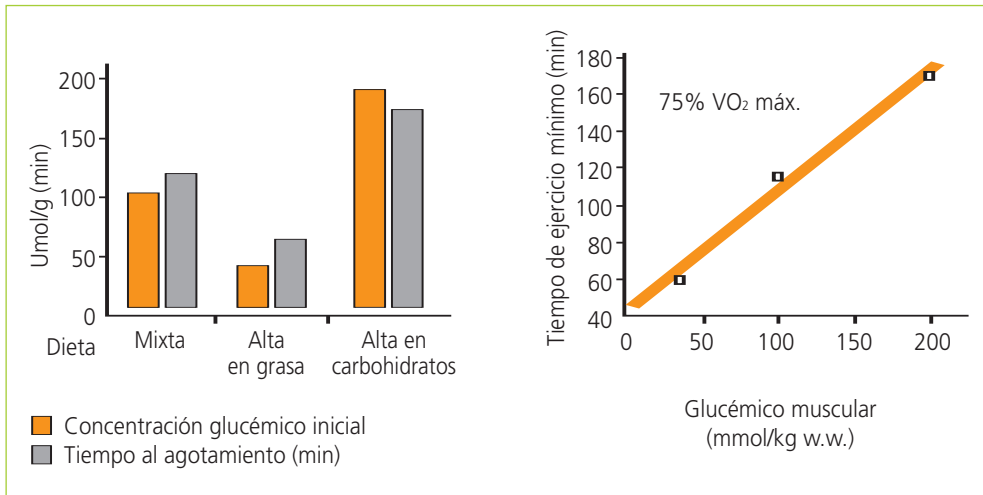


Figura 5. Reservas de glucógeno muscular con distintos tipos de dieta y a la derecha gráfica que refleja la correlación entre glucógeno muscular y tiempo de ejercicio (8).

En las dos horas previas se debe tener cuidado con la "hipoglucemia reactiva" y la liberación de insulina que puede darse al ingerir ciertos zumos, bebidas o bollería con azúcares o carbohidratos de absorción rápida o alto índice glucémico.

Durante el esfuerzo: han de ser alimentos de fácil absorción y en concentraciones moderadas como las del 5-6% contenidas en bebidas.

Retrasar el vaciamiento de los depósitos de glucógeno y minimizar los efectos de la deshidratación puede conseguirse con una pauta de hidratación cada 10-15' tomando las bebidas mencionadas o comiendo en la medida que sea aceptado pequeñas porciones de alimentos sólidos o semisólidos que contengan carbohidratos.

Postesfuerzo inmediato: pueden ser indicados los hidratos de carbono sencillos de rápida absorción o alto índice glucémico que antes se habían evitado. Hay

que tomarlos en cantidades moderadas y combinados con algo de proteína con el objetivo precisamente de estimular ahora la insulina.

La finalización del ejercicio y necesidad de recuperar depósitos gastados, así como de reparar tejidos, es quizás uno de los momentos en los que mejor se han de adaptar los nutrientes de la dieta o suplementos a la situación hormonal.

Para reponer el glucógeno muscular: seguir tomando en las dos horas posteriores carbohidratos procedentes de pasta, arroz, de moderado índice glucémico.

Para el glucógeno hepático: la fructosa contenida en alimentos como fruta o bebidas es una manera rápida de recuperar las reservas del hígado tras el ayuno nocturno, ya que durante la noche la glucosa sanguínea y el aporte a las células lo proporciona el hígado y no el músculo, que se lo reserva para uso propio.

Los efectos hormonales del ejercicio físico permiten en general que niveles menores de hormonas presenten una mayor respuesta a nivel celular, ya que existe una mayor "sensibilidad" por parte de las células. Este efecto es muy marcado en las primeras horas del postesfuerzo, y la célula muscular es muy receptiva en este momento a la insulina, de manera que tanto la captación de glucosa sanguínea como la síntesis de glucógeno y proteína muscular requieren de esta hormona, y conseguir incrementarla ha de ser objetivo primordial.

Si bien las reservas de carbohidratos en forma de glucógeno se agotan, las reservas de grasas no son limitación cuantitativa para el esfuerzo, pero si lo es la capacidad de utilizarlas como fuente alternativa o combinada en mayor o menor grado con los carbohidratos.

Un gran número de estrategias y de suplementos nutricionales van enfocados a la movilización y utilización de los ácidos grasos por el músculo en actividad ya que este hecho puede ser beneficioso tanto en la prevención y tratamiento de la obesidad como en la mejora del rendimiento. En este sentido la dieta de uno u otro tipo puede en cierta medida condicionar una mayor o menor movilización y utilización de grasa y en definitiva disponer de un combustible alternativo que permita ahorrar las reservas de carbohidratos.

Efectos hormonales de la dieta y el ejercicio

De la misma manera que la comida estimula la insulina como hormona hipoglucemiante reguladora de la situación post-

pandrial, las hormonas ejercen un papel regulador a otros niveles.

La actividad física, y los sistemas implicados en ella no son una excepción. La respuesta hormonal desencadenada por el ejercicio físico de una cierta duración e intensidad es principalmente de tipo contrario al efecto de la comida. Es de tipo "catabólico", con implicación del cortisol, glucagón, catecolaminas y otras hormonas que en su conjunto son capaces de poner en marcha, para obtener energía extra, las vías lipolíticas de movilización y utilización de grasa. También se estimula la gluconeogénesis, es decir, la nueva síntesis de glucosa en hígado a partir de precursores como los aminoácidos, el lactato o el glicerol.

En definitiva se trata de obtener la energía necesaria para el ejercicio a partir de las distintas reservas que luego es necesario reponer para no prolongar la fatiga.

La respuesta hormonal tras la comida o postpandrial es por el contrario una respuesta ante el aumento de glucosa y otros nutrientes en la que la que el excedente de energía estimula a la insulina y sus efectos en conjunto son anabólicos o encaminados a aumentar las reservas energéticas.

El efecto combinado del ejercicio físico y una dieta adecuada puede conseguir que el músculo disponga de energía en cantidades adecuadas a sus necesidades durante el ejercicio, pero que esos depósitos sean adecuadamente repuestos en las horas posteriores, que son las más cruciales, tal y como hace tiempo han demostrado autores como Ivy y colaboradores (9).

Durante tiempo, la dieta del deportista ha hecho énfasis en lo que se tenía que

comer en las horas previas al ejercicio, perdiendo muchas veces de vista que el momento óptimo para llenar los depósitos de glucógeno muscular puede ser después y no antes del ejercicio.

La explicación puede estar en que la propia actividad física y el trabajo de ciertos grupos musculares con distribución de la sangre preferentemente hacia ellos puede ser una manera de conseguir dirigir los nutrientes específicos y en el momento adecuado hacia los músculos que han trabajado más, recuperándolos así de manera óptima en las primeras horas del postesfuerzo.

Es por ello de gran importancia que en este momento se disponga del sustrato energético apropiado para dicha reposición, es decir, hidratos de carbono en cantidades adecuadas. Hoy en día se sabe además que añadiendo una combinación de proteína en proporción 4:1 CHO/PROT se mejora la reposición tanto en valor absoluto como en la rapidez de la misma.

Efecto ventana

Los efectos que tiene el ejercicio sobre el organismo implican unas adaptaciones generales durante el propio esfuerzo que no finalizan inmediatamente con el cese del ejercicio, sino que se prolongan un tiempo después. En conjunto existe un efecto termogénico posterior o de gasto añadido que se explica por la "Respuesta Hormonal" desencadenada ante el ejercicio como situación estresante y sus consecuencias: deshidratación, daño muscular.

Este espacio de tiempo en el cual perduran los efectos propios del ejercicio previo se ha llamado por algunos autores "ventana" y supone una buena oportu-

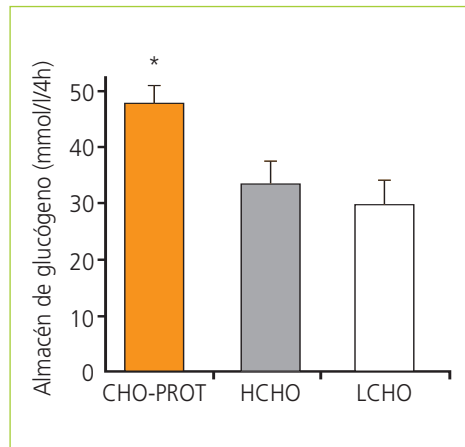


Figura 6. Capacidad de almacén de glucógeno en vasto externo de ciclistas en las cuatro horas posteriores al esfuerzo intenso utilizando carbohidratos en mayor o menor cantidad, HCHO versus LCHO y una mezcla de carbohidratos y proteína CHO-PROT. ($P < 0,05$). Los suplementos se dieron inmediatamente antes y dos horas después del esfuerzo (10).

nidad en caso de aprovecharla correctamente para la recuperación rápida de cara a una siguiente sesión de entrenamiento, consiguiendo un resultado global de mejora denominado "supracompensación". Esta mejora está fundamentada en una respuesta positiva ante una agresión o estímulo controlado y una adecuada recuperación de los cuales el músculo sale reforzado.

Si no se realiza adecuadamente, una mala recuperación por falta de descanso o de los nutrientes necesarios puede llevar a situaciones de fatiga excesiva que se incrementan y se cronifican, además de complicarse con bajadas de defensa inmunitaria, retroceso en el rendimiento.

Si la actividad física tiene una cierta intensidad, en las primeras horas posteriores el organismo necesita recuperarse de esta "agresión" o estrés y se encuentra en una

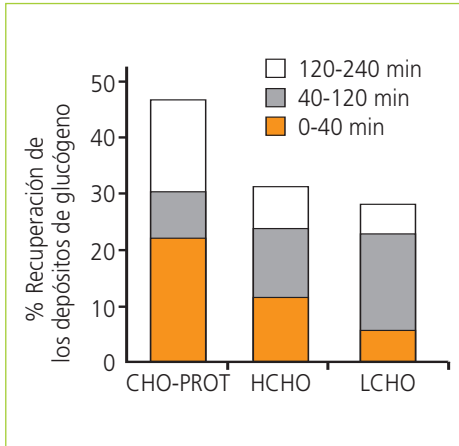


Figura 7. Porcentaje de recuperación de los depósitos de glucógeno del vasto externo de 0 a 40, 40 a 120, y 120 a 240 min de recuperación con las distintas mezclas (11).

situación de desgaste o de catabolismo. Los niveles de cortisol como hormona que responde a la situación de agresión son elevados, y hay daño por radicales libres, inflamación, etc., acompañándose todo ello de un posible “balance nitrogenado negativo” o, lo que es lo mismo, un desgaste proteico extra iniciado durante el propio esfuerzo por utilización de la proteína como recurso energético.

En el postesfuerzo puede continuar la situación de desgaste y también supone unas necesidades de proteínas superiores con el objetivo de reparar el posible daño muscular provocado.

Proteínas

Una dieta equilibrada y bien balanceada con adecuado aporte proteico no excluye estas posibles situaciones puntuales de balance nitrogenado negativo y de mayor necesidad puntual de proteínas en el deportista, de manera que aunque se cu-

bran las recomendaciones de aporte diario “RDA proteicas”, en el momento del postesfuerzo puede ser necesario un incremento en forma de alimentos o suplementación.

Las RDA nos orientan sobre las necesidades proteicas mínimas fisiológicas, pero no coinciden en muchos casos con los valores óptimos para la salud.

Entre los valores de las RDA y de las UL (dosis máximas toleradas) existe un margen considerable en el cual hay que adecuar cantidades de proteína y un momento adecuado para tomarlas en cada caso concreto de deportista según edad, tipo de deporte, etc...

Las necesidades de proteínas matizadas para el deportista quedan reflejadas en el siguiente documento de la International Society of Sports Nutrition (12):

- En deportistas las necesidades proteicas son superiores a las personas sedentarias.
- La ingesta proteica de 1,4-2 g/kg/día para individuos activos no sólo es segura sino que mejora las adaptaciones al entrenamiento.
- En el contexto de una dieta equilibrada este aporte proteico no es perjudicial para la función renal y el metabolismo óseo.
- Aunque la dieta es una manera eficaz de cubrir los requerimientos proteicos, la suplementación proteica puede ser una manera práctica y segura de proporcionar proteína de alta calidad a los deportistas.
- Los diferentes tipos y calidad proteica pueden afectar la biodisponibilidad de

aminoácidos tras la suplementación proteica.

- El momento o timing de ingesta es importante para aspectos como la recuperación, sistema inmune, crecimiento y mantenimiento de la masa magra.
- En determinadas circunstancias, suplementos de determinados aminoácidos como los BCCA pueden mejorar el rendimiento y la recuperación del deportista.

Aunque las necesidades proteicas diarias estén cubiertas, en el aporte proteico, al igual que con los carbohidratos, ha de existir un "timing o ajuste horario" que permita disponer de los niveles de aminoácidos plasmáticos obtenidos de las proteínas en cantidades adecuadas a lo largo del día, ya que nuestro organismo no dispone de reservas de proteínas salvo las propias del músculo que no interesa utilizar.

Una mala recuperación nutricional o falta de descanso en el postesfuerzo se acompaña de un hipercortisolismo más acentuado y puede desencadenar situaciones de fatiga excesiva, inmunodepresión, daño excesivo por radicales libres.

En este sentido, algunos autores como Kreider y colaboradores (13) encuentran que mezclas adecuadas de carbohidratos y proteína en el postesfuerzo incrementan la síntesis proteica y mejoran los parámetros inmunitarios y anabólicos, siendo claves las primeras horas, tal y como refleja la figura 8.

Este momento puede manipularse a través de la dieta y un descanso eficaz, es nuevamente la "ventana" de la oportunidad, por considerarse que fisiológicamente responde a una posibilidad de

puertas abiertas hacia el músculo y un momento óptimo para incorporar los nutrientes en proporciones adecuadas para generar una respuesta de anabolismo o nueva formación de tejidos.

En definitiva, el ejercicio físico proporciona en el organismo una serie de cambios en cuanto a los niveles y actividad hormonal que condicionan en gran medida muchos de los aspectos relacionados con la nutrición, como por ejemplo la movilización y utilización mayor o menor de grasa, la capacidad de hipertrofia muscular, o incluso el control del apetito y saciedad.

La dieta condiciona una respuesta hormonal diferente según la cantidad, composición del alimento o momento en que se ingiere, y esta respuesta hormonal controla en gran medida el rendimiento durante el ejercicio.

Por todo ello es importante conocer que la alimentación escogida para la actividad física va a influir en la utilización y puesta en marcha de las distintas vías metabólicas, y como generalidades podemos decir:

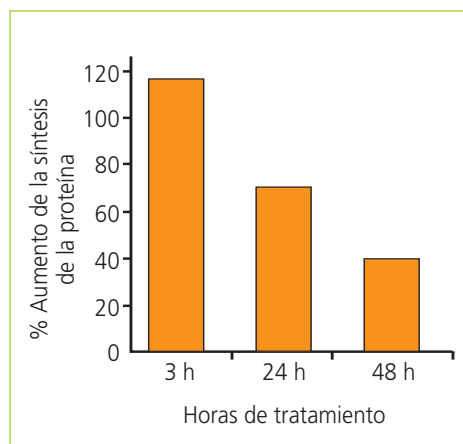


Figura 8. Timing proteico. Importancia de las primeras horas postesfuerzo (Kreider).

- El hacer ejercicio en ayunas favorece la utilización de ácidos grasos pero limita la capacidad en esfuerzos intensos.
- El tipo y la cantidad de alimento previo al esfuerzo pueden modificar la utilización de más o menos carbohidratos y grasas por el músculo durante el esfuerzo.
- Se han de respetar los tiempos de digestión de las comidas previas, y el no hacerlo puede dar problemas digestivos además de disminuir rendimiento.
- Este tiempo de digestión varía mucho de unos alimentos a otros en función de cantidades y composición.
- La respuesta glucémica (incremento de la glucosa tras la comida) y de la insulina circulantes también varía mucho y en ello se basa el concepto de índice glucémico y carga glucémica.
- La presencia de sustancias lipolíticas como la cafeína pueden favorecer la disponibilidad y utilización de grasa mientras que los azúcares refinados la frenan.
- En algunos casos se puede retrasar la fatiga al incrementar el aporte de carbohidratos en bebida o pequeñas cantidades de sólidos durante el esfuerzo mismo siempre que sean bien tolerados y se hayan probado antes.
- La reposición precoz de los depósitos tras un esfuerzo suele ser más eficaz que en otros momentos más tardíos.

La buena sincronización entre hormonas y nutrientes es fundamental en cada una de los momentos del pre, durante y postesfuerzo, y conocerlos ha de permitir sacar el máximo partido de cada uno de ellos.

Hoy en día existen estrategias nutricionales enfocadas a modular la respuesta del cortisol en postesfuerzo y estimular por el contrario a la insulina, de manera que con ello se consigue frenar la situación de desgaste y fatiga excesiva y optimizar una rápida recuperación del glucógeno muscular.

Si bien el objetivo es estimular la insulina para conseguir a través de ella una recuperación rápida y eficaz, éste no es un logro fácil, ya que espontáneamente está inhibida y en contrapartida el cortisol y las hormonas catabólicas tienden a estar elevadas en el postesfuerzo.

Algunas de las manifestaciones por ejemplo asociadas al agotamiento del glucógeno muscular son consecuencia del aumento de cortisol que se produce como respuesta hormonal al ejercicio intenso.

Las mezclas de carbohidratos con proteína en el postesfuerzo en una proporción de 4:1 es una buena opción para la reposición del glucógeno muscular. Sin embargo, el problema de la calidad proteica y su digestibilidad puede condicionar la respuesta, de manera que la proteína en parte ya hidrolizada y sus constituyentes en forma de péptidos o de aminoácidos libres ejercen un efecto mayor sobre la insulina y como consecuencia la recuperación del glucógeno y la síntesis proteica.

La presencia de altos niveles de aminoácidos plasmáticos seguidos de aumentos posteriores de insulina podría explicar la superioridad de los hidrolizados peptídicos sobre las proteínas totales, consiguiendo una mayor síntesis proteica, especialmente cuando se los administra en combinación con glucosa.

La ingesta oral de hidrolizados de proteínas y aminoácidos en combinación con carbohidratos en el postesfuerzo tiene como resultado un efecto sobre la insulina del 100% al observado con la ingesta de carbohidratos solamente (15).

La proporción alta de Aa esenciales condiciona además una rapidez en la absorción que no se encuentra con otras mezclas. Es por ello que se ha investigado cuál podría ser la bebida de reposición ideal que reuniese los requisitos mencionados de tener una adecuada proporción de carbohidratos, proteína, riqueza de aminoácidos esenciales, buena digestibilidad. Para algunos autores mezclas que incluyan leche o leche chocolateada con carbohidratos pueden ser una opción que no hay que despreciar (17).

En algunos casos se va más allá y se comparan las características de distintas proteínas de la leche, como la caseína, con respecto a la proteína del suero de leche, encontrando que ésta última puede ser una buena opción para combinar con los carbohidratos por su alta digestibilidad y

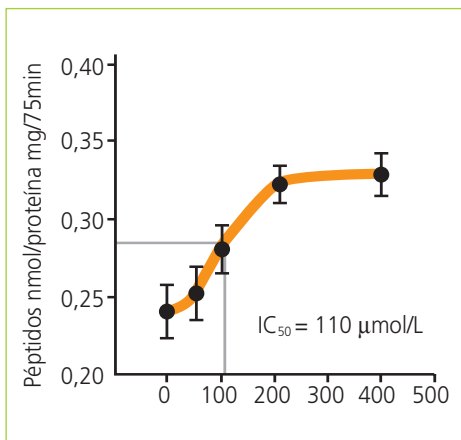


Figura 9. Efecto del incremento de leucina en la síntesis proteica muscular en ratas (14).

su alto contenido en aminoácidos ramificados del tipo de leucina, isoleucina y valina (18).

El ejercicio físico consigue introducir en la célula muscular glucosa aún en ausencia de insulina, y este es un efecto beneficioso, por ejemplo en la diabetes.

Por efecto del entrenamiento se expresan receptores hormonales en mayor número, y así por ejemplo niveles menores de insulina son suficientes para transportar la glucosa y los distintos nutrientes al interior de la célula.

Además de este efecto a corto plazo, la insulina es una hormona anabólica que tiene los siguientes efectos:

- Rápido: incremento del transporte de glucosa, aminoácidos y potasio a las células sensibles a la insulina.
- Intermedio: estimulación de síntesis proteica, inhibición de la degradación de proteínas, estímulo de enzimas glucolíticas y de los necesarios para sintetizar glucógeno.

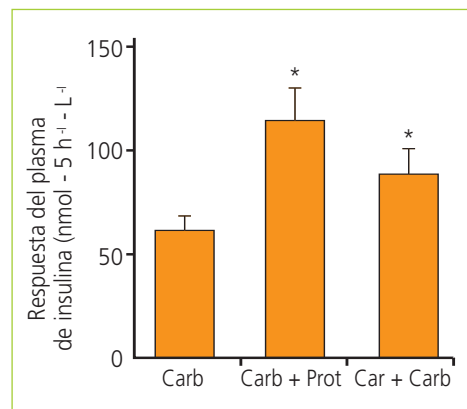


Figura 10. Respuesta de la insulina en el postesfuerzo tras ingerir bebidas con sólo carbohidratos Carb, mezcla de carbohidratos con hidrolizados proteicos ricos en leucina Carb + Prot o una bebida isenergética de sólo carbohidratos Carb + Carb (16).

- Retardado: incremento de la lipogénesis o depósito de grasa.

Una dieta rica en azúcares refinados junto con el sedentarismo pueden constituir un estímulo importante para la insulina, que en esta situación y en ausencia de vaciamiento previo de los depósitos desempeñará su función lipogénica o almacenadora de grasa, favoreciendo en gran medida la obesidad y, como consecuencia de la obesidad de localización abdominal, una progresiva resistencia a la acción de dicha insulina y el riesgo de diabetes tipo II y otros trastornos metabólicos.

Si volvemos al tema del "timing o ajuste horario", una actividad o ejercicio previo evitan este efecto marcado de respuesta de insulina que favorece una continua síntesis de grasas o lipogénesis. Sin embargo, tal y como hemos mencionado antes en la recuperación de la fatiga intensa del deportista, el problema es en ocasiones llegar a estimular la insulina adecuadamente para la recuperación eficaz.

La actividad física realizada en las horas previas puede en gran medida condicionar el destino de la propia comida y éste puede dirigirse a la reposición de depósitos de glucógeno muscular y síntesis de proteína o engrosar las reservas del tejido adiposo en forma de triglicéridos y condicionar toda una serie de cambios metabólicos que si bien son propios del paso de los años se ven en gran medida acelerados por el estilo de vida sedentario.

Alimentación, deporte y edad

Con el paso de los años, además de disminuir el componente muscular y aumentar

el adiposo, se afecta la capacidad de almacenar la energía propia para el ejercicio y estas diferencias son mayores cuando existe una resistencia a la insulina favorecida por el sedentarismo y la obesidad.

El individuo con insulino-resistencia o mala tolerancia a los hidratos de carbono asociada a la edad o a malos hábitos de dieta y actividad física, comparativamente con la sana y joven que presenta una buena sensibilidad a la insulina, es capaz de almacenar una menor cantidad de glucógeno tanto a nivel hepático como muscular. Por otro lado, los depósitos de lípidos o grasa se van incrementando en ambos compartimentos. Esto ha llevado a pensar que el problema de la resistencia a la insulina que clásicamente se ha asociado a grasa abdominal puede comenzar en el propio músculo esquelético, por una falta de actividad física que conlleve una menor capacidad de sintetizar glucógeno al no darse los estímulos adecuados para ello.

La menor capacidad de almacenar glucógeno puede ir acompañada paralelamente de una conversión posterior en grasa de esta glucosa y un incremento de los depósitos de triglicéridos tanto a nivel abdominal como intramuscular que complican cada vez más la sensibilidad de las células a la insulina como se ve en la figura 12.

La práctica de actividad física ha de ser la primera medida tomada para revertir estos cambios propios del paso de los años o de un estilo de vida sedentario.

El ejercicio regular puede conseguir aumentar de nuevo la sensibilidad de las células a la insulina además de estimular la síntesis de más glucógeno tras su gasto previo y movilizar grasa sobre todo de la

zona abdominal que es la que responde de una manera más rápida.

A continuación se especifican algunas posibles estrategias de dieta y ejercicio que pueden retrasar en parte los cambios del

paso de los años y mejorar el control metabólico:

- Ajustar las calorías de la dieta y bajar la carga glucémica eligiendo alimentos con cantidades controladas de carbohi-

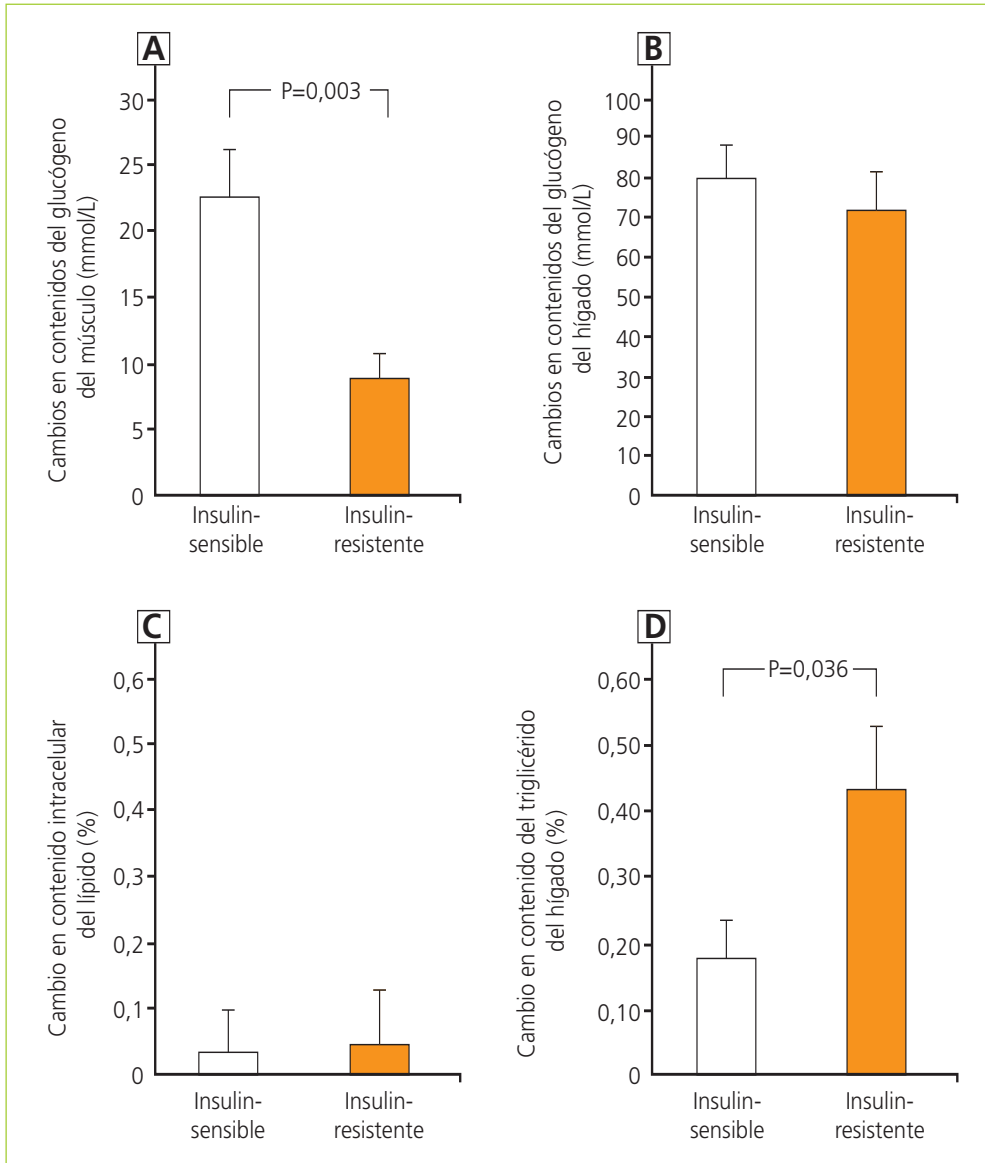


Figura 11. Cambios en los niveles de glucógeno y triglicéridos en músculo e hígado al disminuir la sensibilidad a la insulina (19).

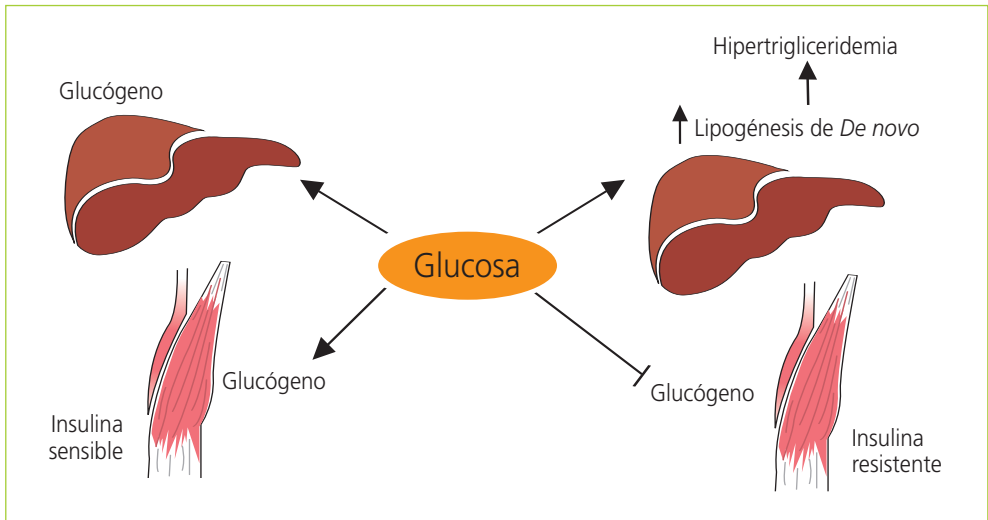


Figura 12. Diferente distribución de la glucosa tras una ingesta rica en hidratos de carbono en individuos sensibles y resistentes a la insulina. En estos últimos se almacena menos glucógeno y un mayor porcentaje se convierte en grasa (Fuente Petersen KF et al. PNAS 2007; 104:12587-94).

dratos, y éstos de moderado o bajo índice glucémico.

- Incorporar proteína a lo largo de las distintas comidas del día y escogiendo la de fácil digestibilidad o suplementos hidrolizados sobre todo en el postesfuerzo.
- Modificación de las grasas de la dieta con disminución de las saturadas y control de la proporción omega 6 y omega 3.
- Ejercicio combinado de tipo aeróbico con programa de fuerza personalizado que, junto con las recomendaciones nutricionales anteriores, movilicen grasa e incrementen el componente muscular.

Bibliografía

1. Kerkick C, Harvey T, Stout J, Campbell B, Wilborn C, Kreider R, Kalman D, Ziegenfuss T, Lopez H, Landis J, Ivy JL, Antonio JJ. International Society of Sports Nutrition position stand:

Nutrient timing Int Soc Sports Nutr, 2008 Oct 3; 5:17.

2. Jenkins DJ, Wolever TM, Taylor RH, et al. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. Am J Clin Nutr, 1981; 34:362-6.

3. Walton P, Rhodes EC. Sports Glycaemic index and optimal performance Med. 1997 Mar, Review; 23(3):164-72.

4. Wu CL, Nicholas C, Williams C, Took A, Hardy L. The influence of high-carbohydrate meals with different glycaemic indices on substrate utilisation during subsequent exercise Br J Nutr, 2003 Dec; 90(6):1049-56.

5. Costill D, Sherman W, Gind C, Maresh C, Witten M, Miller J. The role of dietary carbohydrate in muscle glycogen resynthesis after strenuous exercise. American Journal of Clinical Nutrition, 1981; 34:1831-6.

6. Goforth HW, Laurent D, Prusaczyk WK, Schneider KE, Petersen KF, Shulman GI. Effects of depletion exercise and light training on muscle glycogen supercompensation in men. Am J Physiol Endocrinol Metab, 2003; 285:E1304-11.

7. Levenhagen DK, Gresham JD, Carlson MG, Maron DJ, Borel MJ, Flakoll PJ. Postexercise nutrient intake timing in humans is critical to recovery of leg glucose and protein homeostasis. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2001; 280:E982-93.
8. Bergstrom J, Hermansen E, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand*, 1967; 71:140-50.
9. Ivy JL. Dietary strategies to promote glycogen synthesis after exercise. *Can J Appl Physiol [Suppl]* 2001; 26:S236-45.
10. Ivy JL. Dietary strategies to promote glycogen synthesis after exercise. *Can J Appl Physiol [Suppl]* 2001; 26:S236-45.
11. Ivy JL, Goforth HW Jr, Damon BM, McCauley TR, Parsons EC, Price TB. Early postexercise muscle glycogen recovery is enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *J Appl Physiol*, 2002.
12. Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, Landis J, López H, Antonio J. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007 Sep 26; 4:8.
13. Kreider RB, Earnest CP, Lundberg J, Rasmussen C, Greenwood M, Cowan P, Almada AL. Effects of ingesting protein with various forms of carbohydrate following resistance-exercise on substrate availability and markers of anabolism, catabolism, and immunity. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007 Nov 12; 4:18.
14. Dardevet D, Sornet C, Balage M, Grizard J. Stimulation of in vitro rat muscle protein synthesis by leucine decreases with age. *J Nutr*, 2000 Nov; 130(11):2630-5.
15. Rasmussen BB, Tipton KD, Miller SL, Wolf SE, Wolfe RR. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol*, 2000; 88:386-92.
16. Van Loon L, Saris WH, Kruijshoop M. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. *Am J Clin Nutr*, 2000; 72:106-11.
17. Elliott TA, Cree MG, Sanford AP, Wolfe RR, Tipton KD. Milk ingestion stimulates net muscle

protein synthesis following resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2006 Apr; 38(4):667-74.

18. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2004 Dec; 36(12):2073-81.

19. Petersen KF, Dufour S, Savage DB, Bilz S, Solomon G, Yonemitsu S, Cline GW, Befroy D, Zeman L, Kahn BB, Papademetris X, Rothman DL, Shulman GI. The role of skeletal muscle insulin resistance in the pathogenesis of the metabolic syndrome. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2007 Jul 31; 104(31):12.587-94.

Bibliografía recomendada

Berardi JM, Price TB, Noreen EE, Lemon PW. Postexercise muscle glycogen recovery enhanced with a carbohydrate-protein supplement. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38:1106-13.

Biolo G, Tipton KD, Klein S, Wolfe RR. An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *Am J Physiol*, 1997; 273:E122-9.

Borsheim E, Tipton KD, Wolf SE, Wolfe RR. Essential amino acids and muscle protein recovery from resistance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2002; 283: E648-57.

Burke LM, Collier GR, Beasley SK, Davis PG, Fricker PA, Heeley P, Walder K, Hargreaves M. Effects of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J Appl Physiol*, 1995; 78:2187-92.

Coburn JW, Housh DJ, Housh TJ, Malek MH, Beck TW, Cramer JT, Johnson GO, Donlin PE. Effects of leucine and whey protein supplementation during eight weeks of unilateral resistance training. *J Strength Cond Res*, 2006; 20:284-91.

Conlee S. Muscle glycogen and exercise endurance a twenty year perspective. *Exercise and sports science reviews*, 1987; 15:1-28.

Cribb PJ, Hayes A. Effects of supplement timing and resistance exercise on skeletal muscle hypertrophy. *Med Sci Sports Exerc*, 2006; 38:1918-25.

Hawley JA, Burke LM. Effect of meal frequency and timing on physical performance. *Brit J Nutr*, 1997; 77:S91-103.

Koopman R, Pannemans DL, Jeukendrup AE, Gijzen AP, Senden JM, Halliday D, Saris WH, Van Loon LJ, Wagenmakers AJ. Combined ingestion of protein and carbohydrate improves protein balance during ultra-endurance exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2004; 287:E712-20.

Rasmussen BB, Tipton KD, Miller SL, Wolf SE, Wolfe RR. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J Appl Physiol*, 2000; 88:386-92.

Stevenson EJ, Williams C, Mash LE, Phillips B, Nute ML. Influence of high-carbohydrate mixed meals with different glycemic indexes on substrate utilization during subsequent exercise in women. *Am J Clin Nutr*, 2006 Aug; 84(2):354-60.

Thomas DE, Brotherhood JR, Brand JC. Carbohydrate feeding before exercise: effect of glycemic index. *Int J Sports Med*, 1991.

Widrick JJ, Costill DL, Fink WJ, Hickey MS, McConell GK, Tanaka H. Carbohydrate feedings and exercise performance: effect of initial muscle glycogen concentration. *J Appl Physiol*, 1993; 74:2998-3005.

Innovación y nuevas perspectivas en la alimentación para el deporte. Ayudas ergogénicas en desarrollo: prebióticos, calostro, óxidos de nitrógeno y otras

Dr. Joan Ramon Barbany Cairó

Suplementación nutricional como ayuda ergogénica en la actividad física y deportiva: un mercado activo y en continuo crecimiento

Se define como ayuda ergogénica, toda sustancia, proceso o procedimiento que potencialmente incrementa el rendimiento deportivo, actuando a diversos niveles: mejora la fuerza, la velocidad, la aptitud aerobia o el tiempo de reacción, aumenta la resistencia a la fatiga y el sobreentrenamiento o facilita la recuperación. Se trata de mejorar la utilización de la energía, su producción y su eficiencia (Silver MD, 2001).

Por las continuas mayores exigencias en el ámbito del rendimiento deportivo, pero también en la práctica de la actividad física de índole recreacional, el desarrollo de nuevas ayudas ergogénicas, en forma de suplementación nutricional, se encuentra en permanente desarrollo. Según recientes datos de EE.UU., más de 1 millón de deportistas usan o han utilizado este tipo de suplementos, legales o también ilegales (dopantes). En un mercado muy importante y en continuo crecimiento la cifra de ventas de los suplementos nutricionales supera los 20 billones de dólares, con cre-

cimiento anual superior al 10% (Nutrition Business Journal. Supplement Business Report, 2008). De ellas una parte importante se destinan al rendimiento deportivo (figura 1) con una cifra actual de negocio que supera los 2 billones de dólares. De ahí el interés de las compañías en este ámbito y el enorme número de productos de estas características presentes en el mercado, con llegada constante de nuevos preparados y estrategias.

Son productos muy diversos: complementos vitamínicos, minerales, herbodietéticos, aminoácidos, etc., junto a concentrados de proteína, geles y bebidas energéticas y de rehidratación, componentes meramente nutricionales, extractos o combinaciones de todos ellos. Su forma de actuación es muy diversa, con objetivos dispares, directamente enfocados a la mejora del rendimiento, desarrollo de la masa muscular, la potencia de trabajo, o también tratando de influir de manera indirecta, retardando la fatiga y el sobreentrenamiento o acelerando la velocidad de recuperación.

Las estrategias de suplementación, aplicadas siempre con el consejo y asesoramiento del especialista en dietética y nutrición, son especialmente interesantes y útiles en deportistas sometidos a proto-

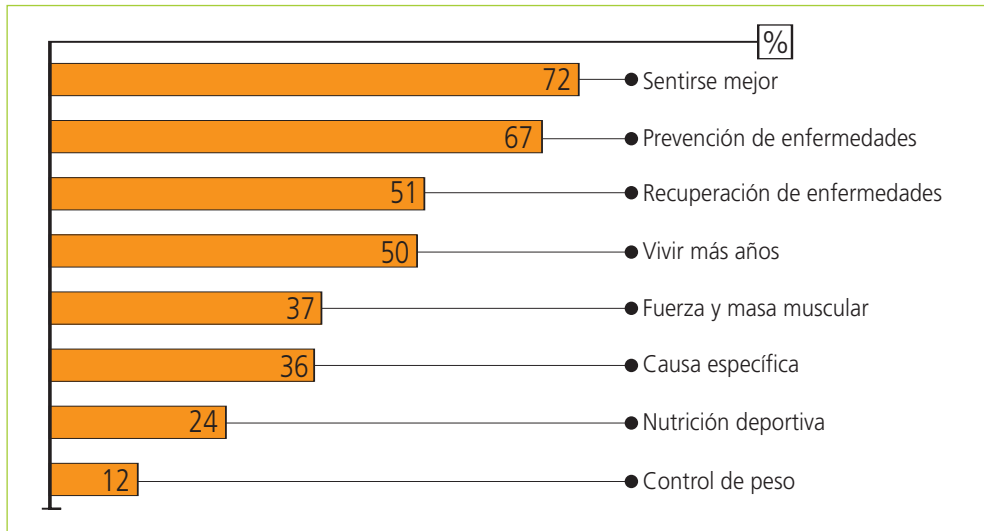


Figura 1. Razones de uso de suplementos deportivos en la población de EE.UU. (datos 2005).

colos de disminución de peso, en especial las basadas en restricción calórica, durante el consumo de dietas muy ricas en carbohidratos y en general en la prevención de carencias de nutrientes esenciales, muy especialmente los micronutrientes. Pero en lo que concierne a su participación directa en la mejora del rendimiento su importancia efectiva es en general escasa, muy por debajo de las expectativas y en ningún caso capaz de sustituir las buenas prácticas dietéticas instauradas en el curso de la competición o el entrenamiento (figura 2).

Valoración de la eficacia de una ayuda ergogénica: protocolo y fuente de información

Un buen soporte científico es crucial para estimar el valor y la eficacia de estos procedimientos. Pero para que la información pueda ser considerada válida, debe cumplir una serie de requisitos:



Figura 2. Representación esquemática de la importancia relativa de los distintos procedimientos de carácter nutricional en la actividad física y deportiva.

- Un adecuado protocolo, con valoración frente a placebo, sobre un suficiente número de sujetos, en grupos distribuidos al azar pero suficientemente homogé-

neos. Aunque es preferible el estudio a doble ciego, puede aceptarse ocasionalmente el simple ciego. Debe descartarse el importante efecto placebo de este tipo de preparados, cruzando los grupos, tal como se indica en la figura 3 con tres evaluaciones de la eficacia analizando los parámetros a testar antes de iniciar el estudio, a la mitad del mismo y al terminarlo. Uno de los problemas metodológicos en el curso de la evaluación de suplementos nutricionales ergogénicos es que es difícil concebir el placebo y en ocasiones puede no ser realmente inerte. Por ejemplo, para la estimación de la eficacia del calostro como ergógeno, se emplea como placebo el suero de leche, que tiene efectos ergogénicos propios. Es interesante considerar la importancia del efecto placebo en ergogenia, puesta ya de manifiesto hace años, en un estudio clásico, representado en la figura 4.

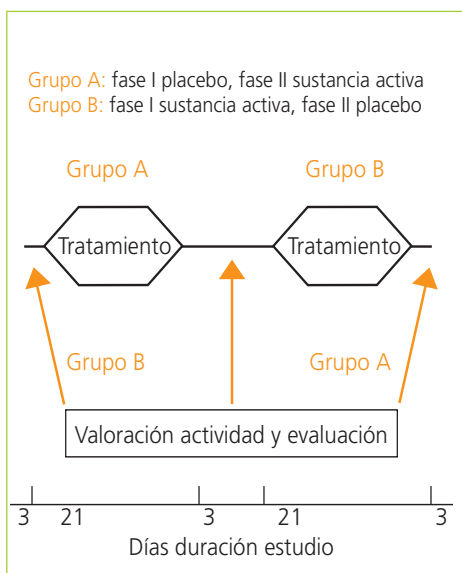


Figura 3. Modelo de estudio correctamente protocolizado.

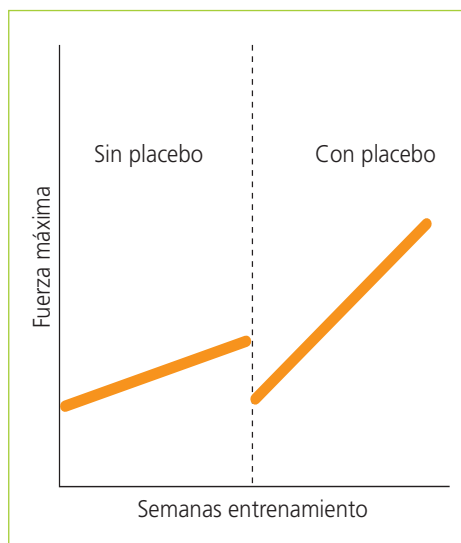


Figura 4. Un experimento clásico: estudio del efecto placebo (los participantes creían que eran suplementados con Dianabol).

- Credibilidad de la fuente de información, sopesando el nivel de impacto y las características de la revista, el tipo y número de estudios efectuados (un solo estudio no puede probar nada), su rigor metodológico, la existencia de la adecuada valoración crítica de resultados y también el tiempo transcurrido desde la publicación de los primeros resultados (raramente puede creerse en una ayuda ergogénica con la que se trabaja desde mucho tiempo y todavía se duda de su eficacia). Hay que desconfiar de resultados extrañamente favorables o demasiado buenos y en especial de promesas vanas o aventuradas del tipo: “con el suplemento X, se obtienen unos rápidos y excelentes resultados”. Un artículo científico no debe expresar nunca afirmaciones taxativas sobre la seguridad o efectividad del producto. En general debe insistir en las limitaciones de los resultados obtenidos.

- Es decisiva la seguridad de uso del suplemento, con escasos o nulos efectos secundarios e incompatibilidades, obviamente de carácter no dopante. En lo relativo a la dosificación, tener en cuenta que la dosis a utilizar debe ser la misma propuesta en la publicación.
- Otros aspectos, como el crédito y prestigio personales de los autores de la publicación, quién y en qué condiciones ha financiado el estudio y también la solvencia y la garantía del fabricante o elaborador del producto. Desconfiar especialmente de elementos publicitarios basados en anuncios protagonizados por figuras del deporte, la televisión o el mundillo social.

Es muy importante probar la eficacia del suplemento, fuera de la actividad competitiva.

Perspectivas actuales en suplementos nutricionales con acción ergogénica: probióticos, calostro, óxidos de nitrógeno y sustancias relacionadas

Las ayudas ergogénicas no dopantes de las que dispone el deportista son de muchos tipos y no siempre fácilmente clasificables: farmacológicas nutricionales, dietéticas, a base de “productos naturales”, etc. Se trata de una oferta muy amplia y en continua evolución. En este sentido es útil considerar la información elaborada periódicamente por el Australian Institute of Sport, que clasifica las ayudas ergogénicas de índole nutricional en cuatro grupos (tabla 1). En la actualidad una parte de los esfuerzos en ergogenia se dirige al diseño de suplementos destinados

a minimizar la fatiga y el sobreentrenamiento, tratando sus elementos característicos, en especial los relacionados con la inmunodepresión (tabla 2).

De todas ellas procedemos a valorar las que a nuestro juicio más interés futuro pueden presentar: suplementación con prebióticos, calostro, óxido nítrico con sus precursores (arginina) y otras moléculas todavía en fase inicial de estudio, como el beta-hidroxi-beta metilbutirato.

Probióticos

Según la definición de Fuller R y Gibson GR (1997), son “microorganismos vivos presentes en los alimentos que afectan beneficiosamente al huésped al mejorar su balance microbiano intestinal”. Aunque un gran número de cepas bacterianas potencialmente pueden actuar como tales, las principales especies utilizadas son de los géneros *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*. Enriqueciendo la flora intestinal con probióticos, se favorece una sinergia simbiótica entre bacterias y huésped, por la que éste proporciona a los microorganismos: alimento, soporte, protección y un adecuado medio de cultivo, mientras que las bacterias le suponen la mejora de la función inmune y la prevención de infecciones, con mayor secreción de IgA, incremento de la fagocitosis e incremento de la población de linfocitos T y NK; acción favorable sobre la absorción de vitaminas y minerales (interesante en dietas con un alto contenido en fibra y fitatos). Además la flora intestinal sintetiza diversas vitaminas del complejo B y vitamina K y produce enzimas, como la β -glucuronidasa, β -galactosidasa, α -glucosidasa, α -galactosidasa, que mejoran la función digestiva. Actúan favorablemente

Tabla 1. Tabla del Australian Institute of Sport (2008), adaptada y ligeramente modificada.

Grupo A. Ayudas ergogénicas recomendables por ser útiles como fuente energética o nutricional, o por haber demostrado su acción favorable sobre el rendimiento deportivo, en estudios adecuadamente protocolizados:

- Antioxidantes: vitaminas C y E
- Bicarbonato y citrato
- Cafeína (dopante a partir de cierta concentración en algunas federaciones)
- Suplementos de calcio
- Creatina
- Suplementos de reemplazo electrolítico
- Glucosamina
- Glicerol
- Suplementación con hierro
- Multivitaminas y minerales
- Vitamina C + Zinc
- Barritas deportivas
- Bebidas deportivas
- Geles

Grupo B. Ayudas ergogénicas en investigación, con resultados iniciales esperanzadores:

- Calostro
- Glutamina
- Beta-hidroxi-beta metilbutirato
- Melatonina
- Probióticos
- Ribosa

Grupo C. No hay una evidencia clara de efectos favorables. Estos suplementos a pesar de ser ampliamente utilizados no han mostrado capacidad para incrementar el rendimiento deportivo:

- Aminoácidos ramificados
- Carnitina
- Picolinato de cromo
- Coenzima Q10
- Cordyceps
- Citocromo C

- Gamma-orizanol y ácido ferúlico
- Ginseng
- Inosina
- Óxido nítrico
- "Oxygen boosters" (suministradores de oxígeno)
- Piruvato
- Rhodiola rosea
- Suplementación vitamínica fuera de situaciones especiales
- Zinc, magnesio y aspartato

Grupo D. No deben usarse por ser dopantes o presentar efectos secundarios importantes:

- Androstenediona
- 19-norandrostenediol
- 19-norandrostenediona
- Dehidroepiandrosterona (DHEA)
- Efedra
- Estricnina
- *Tribulus terrestris* y otros suplementos de testosterona de origen vegetal

Tabla 2. Marcadores inmunológicos de sobreentrenamiento y fatiga.

- Mayor susceptibilidad a alergia e infecciones víricas:
 - Respiratorias
 - Gastrointestinales
- Inflamación de ganglios linfáticos
- Dificultades en la cicatrización de las heridas
- Disminución:
 - Actividad de neutrófilos
 - Recuento linfocitario
 - Respuesta a mitógenos
- Eosinofilia
- Disminución relación linfocitos noT/noB
- Alteraciones del sistema del complemento
- Mayor riesgo de infecciones bacterianas
- Mayor incidencia de herpes

en la prevención y tratamiento de diversos trastornos gastrointestinales, especialmente los relacionados con alteraciones de la motilidad intestinal (colitis, diarrea, estreñimiento) y otras alteraciones gastrointestinales, como dolores intestinales, colon irritable, colitis, diarrea del viajero, etc. Otras acciones se basan en su participación favorable sobre el síndrome metabólico, la diabetes, el estímulo de la respuesta inmune y en diversas enfermedades crónicas.

En su uso como ayuda ergogénica la mayor parte de las investigaciones inciden en sus efectos sobre la prevención de infecciones consecutivas al ejercicio intenso o el sobreentrenamiento. Actualmente se añade como aportación, su utilidad en la prevención y el tratamiento de los frecuentes trastornos gastrointestinales del deportista o el practicante ocasional de ejercicio físico, sometido a un ejercicio extenuante (tabla 3).

A pesar de su interés e importancia, llama la atención la relativa escasez de trabajos de investigación relacionados con la pro-

Tabla 3. Trastornos gastrointestinales consecutivos a la carrera de larga duración.

- Del tracto digestivo superior: pirosis y reflujo gastroesofágico, hipo, eructos, náuseas, meteorismo, vómitos, anorexia, dolores flatulentos del abdomen superior.
- Del tracto digestivo inferior: tenesmo, diarrea, heces "explosivas", urgencia de defecar, "ruidos", retortijones y espasmos, dolores cólicos y meteorismo intestinal, dolores flatulentos en el costado y abdomen inferior, incremento del peristaltismo, inflamación hemorroides, sangre en heces (melena), etc.

Antes, pero especialmente durante o después del ejercicio.

bable acción ergogénica de los probióticos.

Clancy RL y cols (2006), demuestran la reversibilidad de las alteraciones de la respuesta inmune (mayor susceptibilidad a las infecciones, disminución de la secreción de interferon y disminución de células T), consecutivos a fatiga importante, después de suplementar durante un mes con *Lactobacillus acidophilus*.

Por el contrario, Moreira y cols (2007), analizando la incidencia de asma y alergias en 141 maratonianos, suplementados con *Lactobacillus* o placebo en los tres meses anteriores a la competición, comprueban que la incidencia de asma, rinitis y alergia en maratonianos es semejante a la población de referencia, sin observar diferencias en los índices de prevalencia entre el grupo tratado y el placebo.

La completa y sistemática revisión sobre efectos ergogénicos de los probióticos de Nichols AW (2007) pone de manifiesto que no existen estudios de valoración directa de los potenciales efectos favorables de los probióticos sobre el rendimiento deportivo, las investigaciones sólo se refieren a potenciación de la respuesta inmune y la mejora de la función gastrointestinal.

Lekkonen RA y cols (2007) valoran la suplementación con *Lactobacillus rhamnosus* durante tres meses de entrenamiento sobre corredores de maratón, comprobando efectos favorables sobre la incidencia de infecciones respiratorias y gastrointestinales (número de días sin sintomatología) y una menor importancia y duración de los episodios de trastornos gastrointestinales en las dos semanas postejercicio.

Finalmente, en un trabajo muy reciente, Cox AJ y cols, comprueban que tras la administración profiláctica de *Lactobacillus fermentum*, se produce una sustancial reducción de la sintomatología respiratoria en corredores de larga distancia, tanto en lo referente a la duración del proceso como a la severidad de la sintomatología.

Concluyendo, puede afirmarse que la suplementación con probióticos parece interesante y beneficiosa en el tratamiento de la respuesta inmune en la fatiga y el sobreentrenamiento y podría ser también muy útil en trastornos gastrointestinales postcompetición. Por otra parte, no se ha demostrado ninguna mejora directa del rendimiento deportivo.

Calostro

Es la secreción láctea inicial producida en el inmediato periodo post parto y durante unos cuantos días, con peculiares características de composición, muy baja en grasa y rica en proteínas, en particular factores de crecimiento celular y potenciadores del crecimiento y la síntesis de inmunoglobulinas. Por esta razón desde hace ya bastante tiempo ha despertado el interés de los investigadores en relación con su posible uso como ergógeno.

Ya en 1997, Mero A y cols demostraron que la suplementación con calostro bovino aumenta la concentración sérica del "insulin-like growth factor I (IGF-I)", disminuido a consecuencia de un ejercicio importante, aunque sin efectos favorables significativos sobre el descenso de inmunoglobulina G plasmática o la secreción salival de IgA.

Antonio J y cols (2001), después de suplementación de ocho semanas con calostro bovino frente a placebo (suero), no encuentran aumento de la masa muscular en el grupo tratado, ni cambios de rendimiento. Es posible que la elección como placebo de suero de leche no sea acertada, puesto que no se trata de un producto inerte. Por el contrario, Coombes JS y cols (2002), valoran los efectos de suplementación con calostro bovino sobre el rendimiento en 42 ciclistas de competición frente a placebo y suero lácteo. El grupo suplementado con calostro muestra una mejora pequeña pero significativa en el rendimiento después de carrera de 2 horas al 65% de VO₂máx.

Buckley JD y cols (2002) analizan los efectos de suplementación con calostro bovino sobre el IGF plasmático y el rendimiento en carrera de resistencia en dos periodos. Tras ocho semanas de suplementación encuentran que no se modifica la concentración plasmática de IGF-I, ni mejora el rendimiento en el primer periodo, aunque sí lo hace de forma significativa en el segundo (5,2%), posiblemente por actuar favorablemente sobre la recuperación. Brinkworth GD (2002), suplementando con calostro frente a placebo en 13 practicantes de remo femeninas, encuentra mejora de la capacidad amortiguadora de la sangre pero no el rendimiento ni la recuperación. Hofman Z y cols (2002), con calostro frente a placebo (suero de leche) en jugadores de hockey hierba (17 mujeres y 18 varones), no encuentran diferencias entre los dos tipos de suplementación, excepto en las pruebas de "sprint".

Brinkworth GD y Buckley JD (2003), analizan la suplementación durante ocho se-

manas con calostro frente a suero de leche (placebo), sobre los síntomas de infección respiratoria de tracto superior e IgA en saliva. Demuestran una menor sintomatología respiratoria en el grupo tratado. Un año después los mismos autores, Brinkworth GD y Buckley JD (2004), aprecian incrementos de la capacidad amortiguadora de la sangre, aunque no significativos en practicantes femeninas de remo.

Mero A y cols (2005) valoran la suplementación con calostro sobre la fuerza y el metabolismo proteico después de una suplementación de dos meses. Aunque se registra un incremento de la concentración de aminoácidos esenciales en el plasma después del ejercicio, no observan mejoras de la fuerza muscular ni del balance proteico después de la sesión de entrenamiento de fuerza.

Shing CM y cols (2006) demuestran efectos favorables sobre el rendimiento deportivo de la suplementación con calostro a dosis moderadas, en un grupo de 10 ciclistas, frente a placebo (suero de leche). Mejora el rendimiento y algunos parámetros ventilatorios.

Crooks CV y cols (2006) estudian los efectos de la suplementación con calostro sobre la secreción de IgA salival en 35 corredores de larga distancia, durante 12 semanas. Comprueban un incremento significativo de la secreción salival de IgA en el grupo tratado. Pero más tarde Akerström TC y Pedersen BK (2007) analizan la eficacia de distintas ayudas ergogénicas. Ninguno de los suplementos utilizados: glutamina, vitamina C, calostro o glucosa es capaz de disminuir el riesgo de trastornos respiratorios del tracto superior

en maratonianos y por ello no puede pensarse en un efecto favorable sobre la respuesta inmune, a pesar de su influencia en algunos casos sobre determinados parámetros inmunitarios, como puede ser la secreción salival de IgA.

Shing CM y cols (2007) valoran la influencia de una suplementación a bajas dosis con calostro en ciclistas. En el grupo suplementado se registra una menor incidencia de infecciones respiratorias del tracto superior y mejora significativa de parámetros de respuesta inmune durante el entrenamiento y después de un ejercicio intenso.

Muy recientemente, Pereira-Fantini PM y cols (2008) en un trabajo interesante aunque no efectuado en deportistas, demuestran incrementos en niveles circulantes de IGF-1, IGFBP-2, e IGFBP-3 e hipertrofia muscular después de una resección masiva de intestino delgado (lugar de generación habitual de estos factores). Concluyen que es una eficaz forma de tratamiento de los trastornos consecutivos a esta intervención, responsables de una fuerte reducción de la masa muscular.

Este conjunto de investigaciones conduce a la idea de que es precisa una mayor información, con trabajos enfocados de manera más directa a estudiar los potenciales efectos favorables de la suplementación con calostro específicamente sobre el rendimiento deportivo, aunque con el inconveniente de que su precio de mercado es elevado.

Óxido nítrico (monóxido de nitrógeno) (NO)

Es un metabolito de reconocida e importante acción relajante muscular broncodi-

latadora y fuertemente vasodilatadora, antiagregante plaquetar y con complejas acciones de activación de la respuesta inmune y antiinflamatoria. También actúa como neurotransmisor cerebral. En base a estas propiedades se ha propuesto su uso como ayuda ergogénica, en la mejora del rendimiento y la recuperación, por la posibilidad de incremento de la perfusión sanguínea muscular, la captura glucosa por la fibra y potenciación de la contracción muscular. Podría ser útil para deportistas de resistencia, en la musculación y el culturismo.

En condiciones fisiológicas puede obtenerse a partir de la arginina y la citrulina (figura 5), por lo que se ha propuesto una forma indirecta de suministro a partir de estos dos aminoácidos. Como alternativa podrían utilizarse también sales nítricas.

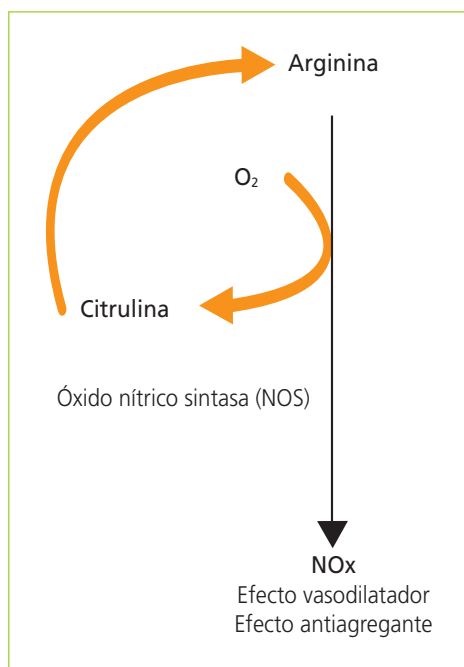


Figura 5. Obtención metabólica de óxidos de nitrógeno, a partir de arginina y citrulina.

Más recientemente se ha propuesto también la posibilidad de incremento de este tipo de metabolito a partir de otras sustancias potencialmente ergogénicas, como glicina propionil-L-carnitina y L-arginina/cetoglutarato.

- Suplementación con arginina, aminoácido esencial que interviene en la síntesis de proteínas, la detoxificación de amonio y además es susceptible de transformación en glucosa. Junto a estas otras acciones muy interesantes en la suplementación deportiva, parece activar la secreción endógena de hormona del crecimiento e interviene en la síntesis de creatina y la producción de óxido de nitrógeno. La información adecuadamente protocolizada en relación a la suplementación con arginina no es muy extensa. Maxwell AJ y cols (2001) en un estudio en ratones, comprueban que la administración de arginina aumenta su capacidad para el ejercicio aerobio y la concentración plasmática de óxido nítrico, tanto en cepas deficientes en apolipoproteína (con actividad reducida de formación de óxido nítrico), como normales. Una reciente revisión de McConell GK (2007), parece demostrar que en reposo la suplementación con arginina mejora la función endotelial en distintas condiciones patológicas, con incremento de las concentraciones plasmáticas de insulina, GH, glucagon, catecolaminas y prolactina. Se conocen menos sus efectos en ejercicio, por lo que es preciso profundizar en este aspecto.

- Suplementación con citrulina, también precursor de óxido de nitrógeno. Junto con la suplementación a base de arginina oral, parece probado su efecto ergógeno

favorable en condiciones patológicas, por ejemplo en enfermos con patologías vasculares periféricas, pero son pocos y poco indicativos los estudios sobre deportistas y en sujetos sanos. Entre ellos el de Hickner RC y cols (2006), en varones y hembras, a doble ciego con citrulina frente a placebo, que estudian el tiempo hasta agotamiento en una cinta sin fin con intensidad de trabajo progresiva. No observan diferencias en los parámetros respiratorios y VO_2 máx. Curiosamente, en el grupo suplementado con citrulina los resultados son peores, con menor tiempo hasta fatiga, mayor percepción de fatiga y sin apreciar el normal aumento de insulina, sí manifiesto en el caso del placebo.

- En forma de sales: nitrato sódico: las dosis requeridas pueden ser directamente obtenidas a través de la dieta. Recientemente Larsen FJ y cols (2007), han efectuado un interesante estudio de suplementación con nitrato sódico sobre parámetros fisiológicos y metabólicos, en nueve varones entrenados. Mejora la eficiencia energética en ejercicios submáximos, sin modificación en los demás parámetros estudiados: frecuencia cardíaca, lactato y parámetros ventilatorios. Al igual que con la arginina y la citrulina, los efectos parecen ser más evidentes en el enfermo (Tiano L y cols, 2007).

Otras propuestas

Existe un aporte incesante de nuevas alternativas en relación a ayudas ergogénicas. Entre las que parecen presentar una cierta eficacia en el rendimiento, aunque todavía pendiente de confirmar, pueden citarse:

- Derivados de la carnitina, como la glicin propionil-L-carnitina, estudiada recientemente por Bloomer RJ y cols (2007), en suplementación por vía oral en reposo y después de entrenamiento de fuerza, con placebo sobre 15 varones sanos. La suplementación incrementa el óxido de nitrógeno en el entrenamiento de la fuerza, aunque como ocurre con otros suplementos, algunos de los sujetos estudiados son “no respondedores”. No obstante, otro estudio posterior de Smith WA y cols (2008) no evidencia mejoras del rendimiento.
- Con L-arginina-cetoglutarato, Campbell B y cols (2006) encuentran efectos favorables sobre la fuerza y potencia musculares en el test de Wingate. La suplementación parece segura y bien tolerada, sin cambios en la composición corporal.
- Por último, otras alternativas merecedoras de estudio, son las que utilizan inhibidores de la degradación de proteínas: leucina, alfa-cetoisocaproato y beta-hidroxi-metilbutirato, en especial este último, para el que se han publicado muy recientemente algunos estudios prometedores, especialmente en relación con efectos de mejora del contenido proteico en la fibra muscular, aunque con efectos muy discutidos (Jenkinson DM y Harbert AJ, 2008).

Bibliografía

AAVV: “Position of Dietitians of Canada, the American Dietetic Association, and the American College of Sports Medicine”: Nutrition and Athletic Performance Can J Diet Pract Res, 2000; 61:176-92.

Akerström TC, Pedersen BK. Strategies to enhance immune function for marathon runners:

- what can be done? *Sports Med*, 2007; 37(4-5):416-9.
- Antonio J, Sanders MS, Van Gammeren D. The effects of bovine colostrum supplementation on body composition and exercise performance in active men and women. *Nutrition*, 2001 Mar; 17(3):243-7.
- Australian Institute of Sport: Dietary supplements in sport. <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/research/supplements>. 27 Jan 2008.
- Barbany JR. *Fisiología del ejercicio y del entrenamiento*. Editorial Paidotribo. Barcelona, 2002.
- Bloomer RJ, Smith WA, Fisher-Wellman KH. Glycine propionyl-L-carnitine increases plasma nitrate/nitrite in resistance trained men. *J Int Soc Sports Nutr*, 2007 Dec; 3(4):22.
- Brinkworth GD, Buckley JD, Bourdon PC, Gulbin JP, David A. Oral bovine colostrum supplementation enhances buffer capacity but not rowing performance in elite female rowers. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2002 Sep; 12(3):349-65.
- Brinkworth GD, Buckley JD. Concentrated bovine colostrum protein supplementation reduces the incidence of self-reported symptoms of upper respiratory tract infection in adult males. *Eur J Nutr*, 2003 Aug; 42(4):228-32.
- Brinkworth GD, Buckley JD. Bovine colostrum supplementation does not affect plasma buffer capacity or haemoglobin content in elite female rowers *Eur J Appl Physiol*, 2004 Mar; 91(2-3):353-6.
- Buckley JD, Abbott MJ, Brinkworth GD, Whyte PB. Bovine colostrum supplementation during endurance running training improves recovery, but not performance. *J Sci Med Sport*, 2002 Jun; 5(2):65-79.
- Campbell B, Roberts M, Kerksick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, Nassar E, Leutholtz B, Bowden R, Rasmussen C, Greenwood M, Kreider R. Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of l-arginine alpha-ketoglutarate in trained adult men *Nutrition*, 2006 Sep; 22(9):872-81.
- Clancy RL, Gleeson M, Cox A, Callister R, Dorrington M, D'Este C, Pang G, Pyne D, Fricker P, Henriksson. Reversal in fatigued athletes of a defect in interferon gamma secretion after administration of *Lactobacillus acidophilus*. *Br J Sports Med*, 2006 Apr; 40(4):351-4.
- Coombes JS, Conacher M, Austen SK, Marshall PA. Dose effects of oral bovine colostrum on physical work capacity in cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 2002 Jul; 34(7):1184-8.
- Cox AJ, Pyne DB, Saunders PU, Fricker PA. Oral administration of the probiotic *Lactobacillus fermentum* VRI-003 and mucosal immunity in endurance athletes. *Br J Sports Med*, 2008 Feb 13.
- Crooks CV, Wall CR, Cross ML, Rutherford-Markwick KJ. The effect of bovine colostrum supplementation on salivary IgA in distance runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2006 Feb; 16(1):47-64.
- Fuller R, Gibson GR. Modification of the intestinal microflora using probiotics and prebiotics. *Scand J Gastroenterol Suppl*, 1997; 222:28-31.
- Hickner RC, Tanner CJ, Evans CA, Clark PD, Haddock A, Fortune C, Geddis H, Waugh W, McCammon M. L-citrulline reduces time to exhaustion and insulin response to a graded exercise test. *Med Sci Sports Exerc*, 2006 Apr; 38(4):660-6.
- Hofman Z, Smeets R, Verlaan G, Lugt R, Verstappen PA. The effect of bovine colostrum supplementation on exercise performance in elite field hockey players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2002 Dec; 12(4):461-9.
- Jenkinson DM, Harbert AJ. Supplements and sports. *Am Fam Physician*, 2008 Nov 1; 78(9):1039-46.
- Kekkonen RA, Vasankari TJ, Vuorimaa T, Haahtela T, Julkunen I, Korpela R. The effect of probiotics on respiratory infections and gastrointestinal symptoms during training in marathon runners. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2007 Aug; 17(4):352-63.
- Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol (Oxf)*, 2007 Sep; 191(1):59-66.
- Maxwell AJ, Ho HV, Le CQ, Lin PS, Bernstein D, Cooke JP. L-arginine enhances aerobic exercise capacity in association with augmented nitric oxide production. *J Appl Physiol*, 2001 Mar; 90(3):933-8.

McConnell GK. Effects of L-arginine supplementation on exercise metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2007 Jan; 10(1):46-51.

Mero A, Miikkulainen H, Riski J, Pakkanen R, Aalto J, Takala TJ. Effects of bovine colostrum supplementation on serum IGF-I, IgG, hormone, and saliva IgA during training. *Appl Physiol*, 1997 Oct; 83(4):1144-51.

Mero A, Nykänen T, Keinänen O, Knuutinen J, Lahti K, Alen M, Rasi S. Leppäluoto Protein metabolism and strength performance after bovine colostrum supplementation. *J Amino Acids*, 2005 May; 28(3):327-35.

Moreira A, Kekkonen R, Korpela R, Delgado L, Haahntela T. Allergy in marathon runners and effect of Lactobacillus GG supplementation on allergic inflammatory markers. *Respir Med*, 2007 Jun; 101(6):1123-31.

Nichols AW. Probiotics and athletic performance: a systematic review. *Curr Sports Med Rep*, 2007 Jul; 6(4):269-73.

Nutrition Business Journal. Supplement Business Report, 2008. nutritionbusinessjournal.com

Pereira-Fantini PM, Thomas SL, Taylor RG, Nagy E, Sourial M, Fuller PJ, Bines JE. Colostrum supplementation restores insulin-like growth factor

-1 levels and alters muscle morphology following massive small bowel resection. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 2008 May-Jun; 32(3):266-75.

Shing CM, Jenkins DG, Stevenson L, Coombes JS. The influence of bovine colostrum supplementation on exercise performance in highly trained cyclists. *Br J Sports Med*, 2006 Sep; 40(9):797-801. Jul 6.

Shing CM, Peake J, Suzuki K, Okutsu M, Pereira R, Stevenson L, Jenkins DG, Coombes JS. Effects of bovine colostrum supplementation on immune variables in highly trained cyclists. *J Appl Physiol*, 2007 Mar; 102(3):1113-22.

Silver MD. Use of ergogenic aids by athletes. *J Am Acad Orthop Surg*, 2001 Jan-Feb; 9(1):61-70.

Smith WA, Fry AC, Tschume LC, Bloomer RJ. Effect of glycine propionyl-L-carnitine on aerobic and anaerobic exercise performance. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2008 Feb; 18(1):19-36.

Tiano L, Belardinelli R, Carnevali P, Principi F, Seddaiu G, Littarru GP. Effect of coenzyme Q10 administration on endothelial function and extracellular superoxide dismutase in patients with ischaemic heart disease: a double-blind, randomized controlled study. *Eur Heart J*, 2007 Sep; 28(18):2249-55.

Pedagogía de la alimentación y la nutrición del deportista

Dra. Victoria Pons Salas

El asesoramiento nutricional del deportista se plantea de una forma sensiblemente distinta a la del paciente que nos encontramos en la nutrición clínica. Este último precisa una serie de pautas concretas y fijas en el tiempo, para vencer o mejorar una patología o reconducir unos hábitos incorrectos, sin embargo al deportista hay que enseñarle a elegir los alimentos que han de formar parte de su dieta en cada periodo de entrenamiento o competición, a seguir una alimentación sujeta a constantes cambios derivados de las necesidades nutricionales para los diferentes contenidos del entrenamiento que se van sucediendo en la planificación de su temporada deportiva.

La nutrición del deportista influye de forma decisiva en algunos aspectos clave de la “pirámide del rendimiento” como se muestra en la figura 1. Es evidente que las características morfofuncionales que corresponden a los diferentes deportes van a definirse principalmente por el contenido del entrenamiento y la dieta. Si consideramos el entrenamiento que corresponde a un nadador fondista, compuesto por considerables volúmenes de nado y trabajo en seco para el desarrollo de la fuerza que precisa, comprendemos que sus necesidades nutricionales van a ser muy distintas de las del lanzador de martillo cuyo entrenamiento se centrará en el desarrollo de su fuerza mus-

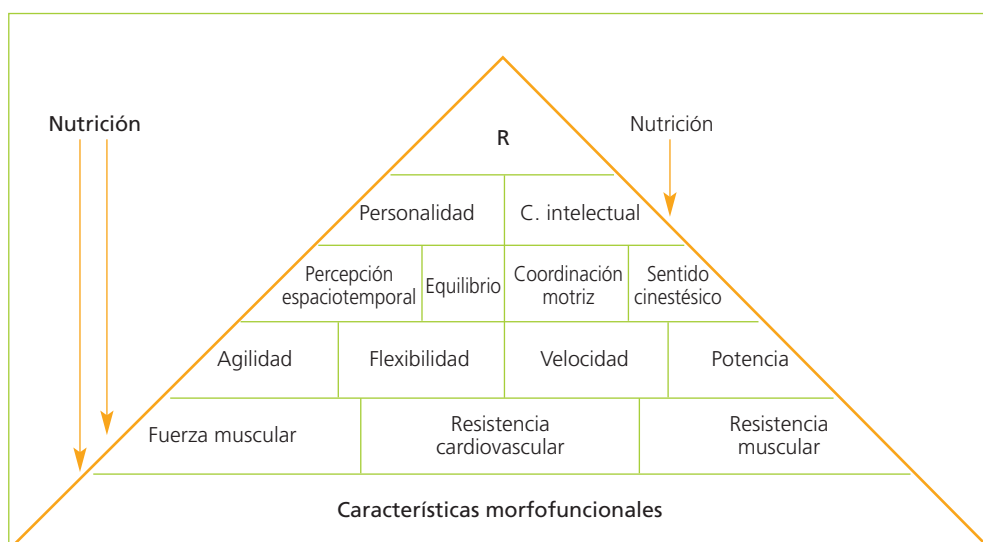


Figura 1. Pirámide del rendimiento.

cular y la transferencia de ésta a fuerza máxima y explosiva.

Asimismo es de suma importancia el aporte de algunos nutrientes cuando la actividad física exige una capacidad de concentración máxima, un óptimo tiempo de reacción y una rápida toma de decisiones.

Si reparamos en el proceso de entrenamiento (figura 2), también observamos como una alimentación adecuada tiene un papel fundamental en los procesos de recuperación necesarios para que se produzca la respuesta de supercompensación esperada.

Cuando se plantea la educación nutricional del deportista se pretende su capacitación para que a medio plazo pueda manejarse de forma individual e independiente, siendo para ello necesario que asuma una serie de conocimientos que podríamos clasificar en básicos y avanzados.

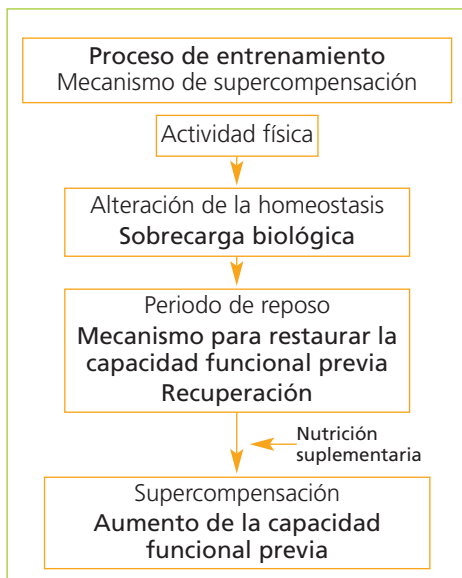


Figura 2. Proceso de entrenamiento.

Conocimientos básicos

- Conocer los grupos de alimentos según sus características nutricionales (figura 3).
- Enseñar el concepto de una alimentación equilibrada y saludable.
- Conocer la frecuencia y las raciones de consumo recomendadas (tabla 1).
- Comprender la importancia de realizar una correcta distribución de los alimentos durante el día, en cinco o seis ingestas, adaptadas al horario y contenido de las sesiones de entrenamiento.
- Dominar estrategias para modificar la distribución de los sustratos energéticos y el aporte de energía según la actividad o ejercicio físico que se realice en cada ciclo de entrenamiento. Es decir, saber modificar el volumen y la densidad de la dieta para encontrar el confort necesario al adaptarse a nuevas propuestas más o menos permisivas a nivel energético.
- Tener presente lo importante que es un adecuado estado de hidratación para un óptimo rendimiento y disponer de una pauta adecuada para cada situación y condiciones ambientales.

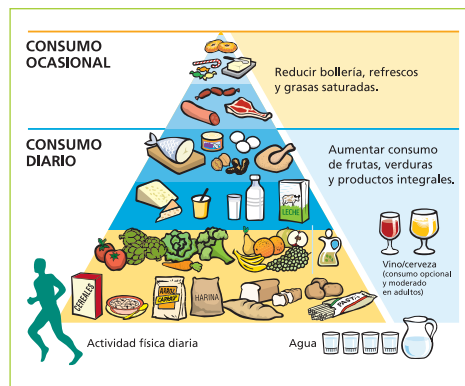


Figura 3. Pirámide de alimentación saludable de la SENC.

Tabla 1. Recomendaciones de la SENC, 2004.

Grupos alimentarios	Frecuencia recomendada
Patatas, arroz, pan, pan integral y pasta	4-6 raciones/día (potenciar formas integrales)
Verdura y hortalizas	> 2 raciones/día
Frutas	> 3 raciones/día
Aceite de oliva	3 raciones/día
Leche y derivados	2-4 raciones/día
Pescado	> 4 raciones/semana
Carnes magras, aves y huevos	3-4 raciones/semana (alternar su consumo)
Legumbres	3-4 raciones/semana
Frutos secos	1-3 raciones/semana
Embutidos y carnes grasas	3-4 embutidos magros Grasos ocasional y moderado
Dulces, snacks y refrescos	Ocasional y moderado
Agua de bebida	4-8 raciones/día
Cerveza o vino	Opcional y moderado en adultos
Práctica de actividad física	Diario

Conocimientos avanzados

- Conceptos básicos de técnicas culinarias para un mayor aprovechamiento de los nutrientes y limitar el aporte de grasas.
- Interpretar la lectura del etiquetado, reconocer los productos frescos, enriquecidos, ciertos aditivos...
- Saber elegir y confeccionar platos y menús.
- Conocer algunas de las nuevas tecnologías aplicadas a la industria alimentaria en alimentos y suplementos nutricionales para deportistas.
- Disponer de información y conocimientos sobre el metabolismo energético que implica la actividad realizada en cada mes o ciclo de entrenamiento y sus consecuencias sobre la dieta. Estos conocimientos deben ser liderados por el entrenador y el fisiólogo que planifican y llevan a cabo el control del entrenamiento, con la seguridad de que van a

influir decisivamente en el compromiso y disciplina del deportista.

El consejo nutricional

Además de los conocimientos teóricos que derivarán de la lectura de cierta bibliografía recomendada, es fundamental que cualquier deportista que quiera aprender sobre su alimentación realice el "consejo nutricional", mediante el que pretendemos valorar su dieta, adaptarla a sus necesidades energéticas individuales, repartir adecuadamente su ingesta a lo largo del día y establecer la suplementación nutricional si fuera necesaria.

El consejo nutricional se basa fundamentalmente en una entrevista en la que se confecciona una historia con los hábitos alimentarios y de vida del deportista, y se anota detalladamente el entrenamiento que realiza. Seguidamente se procede a cumplimentar una encuesta dietética

donde el deportista registra todos los alimentos y líquidos que consume a lo largo de una semana, especificando las raciones, la elaboración de los alimentos y su distribución. A partir de esta información se calculan los requerimientos energéticos y se realiza el análisis de la dieta con un programa informático, de modo que podemos conocer con exactitud la cobertura nutricional que ofrece la dieta que está siguiendo el deportista. A partir de esta información se ajustan las cantidades, se orienta la distribución y se corrigen excesos y carencias.

Otro aspecto fundamental en la educación nutricional del deportista es el establecer un sistema de control de la dieta propuesta. Puede hacerse mediante encuestas y análisis nutricionales periódicos que pongan de manifiesto los cambios para mejor, estudios de composición corporal que confirmen los cambios deseados como objetivo de mejora del rendimiento, análisis de sangre que nos aseguren que la dieta no tiene consecuencias negativas sobre los parámetros hematológicos en las dietas orientadas a ganar y perder peso, así como otras exploraciones complementarias que puedan ser de interés (densitometría ósea, bioimpedancia...). Cuando la dieta establecida persiga un cambio de peso corporal es importante realizar los ajustes pertinentes cada vez que se alcance una variación de 2 kg de peso, para garantizar que se mantenga una progresión en el sentido deseado.

Veamos el procedimiento a propósito de un caso práctico de un jugador de waterpolo que presenta unas características físicas adecuadas a su posición de juego en el estudio de su composición corporal y

realiza su consejo nutricional para evaluar y mejorar sus hábitos alimentarios.

Se calculan los requerimientos energéticos, utilizando las ecuaciones y tablas pertinentes para el periodo de entrenamiento analizado que deben cubrir el consumo energético en reposo, además de la energía suplementaria para su nivel de actividad diaria y la consumida por el entrenamiento. Todo ello asciende a unas necesidades diarias de 3.000 kcal.

Se realiza una encuesta dietética durante una semana y seguidamente el análisis de la dieta (tabla 2), que aporta los siguientes resultados:

- Ración calórica adecuada.
- Ingesta de hidratos de carbono de 3,61 g/kg/día insuficiente que debería aumentarse cerca de los 5 g/kg/día. Además presenta un predominio de azúcares que provienen de las meriendas a base de bollería industrial y del azúcar añadido.
- Ingesta proteica discreta que puede potenciarse al sustituir la bollería por pequeños bocadillos de pan con tomate y fiambre de pavo o pollo, jamón dulce o curado, magros y pequeñas porciones de frutos secos dos días por semana.
- Ingesta de grasas y colesterol elevada que proviene de la elaboración de algunos platos con salsas, el predominio de carne roja de su dieta y de los postres elaborados.
- Fibra insuficiente que puede corregirse con el aumento del consumo de fruta (postres, media mañana y meriendas) y vegetales crudos y cocidos como plato o guarnición siempre presente en la estructura de dieta que sugerimos.

Tabla 2. Análisis nutricional. Programa ADN (tablas CESNID).

	Aporte	Recomendaciones	% Cobertura	g/kg
Kcal	2.909,41	3.000	96,98	
Agua	2.085,44			
HC (g)	323,87			3,61
Azúcares	223,32			
Polisacáridos	100,55			
Proteína total (g)	92,96			1,03
Proteína vegetal	31,68			
Proteína animal	61,28			
Lípidos (g)	138,01			
AGS (g)	64,70			
AGM (g)	52,53			
AGP	11,54			
Colesterol (mg)	569,22			
Fibra (g)	16,19			
Vitamina A (RE)	1.402,07	1.000	140,21	
Retinoides total	716,18			
Carotenoides total	4.115,34			
Vitamina C (mg)	194,71			
Vitamina D (mcg)	3,37	5,00	67,44	
Vitamina E (mg)	15,09	12,00	125,75	
Tiamina-B ₁ (mg)	2,38	1,20	198,35	
Riboflavina-B ₂ (mg)	2,15	1,80	119,65	
Piridoxina-B ₆ (mg)	1,46	1,80	81,07	
Niacina-B ₃ (mg)	20,28	20,00	101,41	
Cianocobalamina-B ₁₂ (mcg)	7,63	200	133,37	
Ácido fólico (mcg)	266,75	2,00	381,63	
Na (mg)	3.751,57			
Ca (mg)	928,41	800,00	116,05	
Mg (mg)	340,19	350,00	97,20	
K (mg)	2.759,25			
Fe (mg)	17,08	10,00	170,82	
Zn (mg)	16,30	15,00	108,69	
% HC	46,44			
% Proteína	12,62			
% Grasas	40,35			

- La cobertura en vitaminas y minerales es aceptable aunque puede mejorarse con un mayor aporte de pescado azul, de legumbres y de cereales.

Se proponen los cambios mencionados y seguir el esquema de una dieta variada y equilibrada (tabla 3), que incorpora en todas las comidas los diferentes grupos de

Tabla 3. Dieta equilibrada.**Desayuno:**

- Fruta o zumo
- Leche semidesnatada
- Cereales o pan
- Embutidos magros o queso
- Miel o azúcar o mermelada
- Café o cacao o infusiones

Comida y cena:

• Un plato que contenga:

- Pasta
- o arroz
- o legumbres
- o patatas
- o hortalizas (crudas o cocidas)

Proporcionan carbohidratos y proteínas de origen vegetal, vitaminas y minerales.

• Un plato que contenga:

- Carne
- o pescado
- o huevos

Proporcionan proteínas y grasa animal, vitaminas y minerales.

Guarnición:

- Vegetales crudos
- Vegetales cocidos
- Pasta, arroz o patatas
- Legumbres

Deben aportar grupos de alimentos ausentes en los platos principales.

Postres:

- Fruta fresca, cocida, en lata o zumo
- Productos lácteos
- Frutos secos
- Fruta seca

Ingesta hídrica:

- Según dieta, actividad y condiciones ambientales

Elaboraciones recomendadas:

- Hervido, vapor, parrilla, horno o papillote
- Aceite, preferentemente de oliva

alimentos manteniendo la cantidad de energía. Se insiste en la importancia de no saltarse ninguna comida ni picotear entre horas. Se propone que durante el fin de semana puede realizarse una comida al día más permisiva pero compensada con el resto de ingestas respetando las raciones y cantidades diarias recomendadas.

Para conseguir una mayor estabilidad en los hábitos nutricionales es interesante que cuando se entrene más y se precise mayor cantidad de energía, se aumenten los alimentos en las ingestas de media mañana y merienda o se establezca otro tentempié en la recuperación del ejercicio. De este modo se mantienen unas raciones adecuadas en las comidas principales para el mejor aprovechamiento y disponibilidad de nutrientes, habiendo siempre una oferta de comidas complementarias que sean únicamente a base de fruta (p.ej. en la puesta a punto, donde disminuye la cantidad de entrenamiento) o frutas, lácteos, cereales, pan, frutos secos, embutidos magros... (p.ej. en fases de gran volumen de entrenamiento).

Es interesante que el deportista controle su peso de forma periódica y semanal, puesto que su evolución nos confirma que la ración calórica es la adecuada, y en el caso de ser insuficiente o excesiva nos marcaría la pauta para aumentar o disminuir los alimentos en los tentempiés del día.

Propuesta para tentempiés**Alimentos ricos en hidratos de carbono**

- Cereales, muesli.
- Pan, panecillos suecos tipo Krisprölls, palitos de pan, quelitas, mikados, picos.

- Galletas simples bajas en grasa.
- Galletas con frutos secos y/o fruta seca.
- Galletas sencillas tipo María (evitar rellenos ricos en grasa).
- Galletas integrales.
- Tortitas de maíz o arroz.
- Membrillo, jaleas, mermeladas.
- Miel, azúcar, cacao.
- Bizcochos y bollería baja en grasa (tipo casero).
- Zumos de fruta.
- Fruta fresca madura.
- Compota de frutas.
- Fruta en conserva.
- Fruta seca (ciruelas, pasas, dátiles, higos, orejones, manzana).
- Preparados especiales para deportistas (bebidas, batidos, barritas energéticas, geles).

Alimentos ricos en proteínas

- Yogur, flan casero, cuajada o requesón.
- Queso fresco o semicurado.
- Fiambre de pavo y pollo.
- Fiambre de lomo cocido.
- Jamón york o curado.
- Atún en conserva (evitar el aceite).

Otros

- Frutos secos sin sal (nueces, avellanas, almendras).
- Preparados especiales para deportistas (bebidas, batidos, barritas energéticas, geles).

A los pocos meses de haber establecido los cambios en su alimentación se realiza un estudio de composición corporal (tabla

4), observándose una disminución del peso graso que se ha distribuido en la grasa subcutánea de localización abdominal y miembros inferiores y un mantenimiento del peso muscular, sin duda una situación más adecuada para su rendimiento. Sin modificar las calorías y manteniendo el mismo entrenamiento, los cambios establecidos en la composición de la dieta pueden determinar modificaciones en la composición corporal, incidiendo en el peso graso y su distribución, bien sea a la alta o a la baja, como sucede en este caso. Detallar las técnicas culinarias más saludables y concretar la cantidad de cada ración es fundamental para conseguir este objetivo.

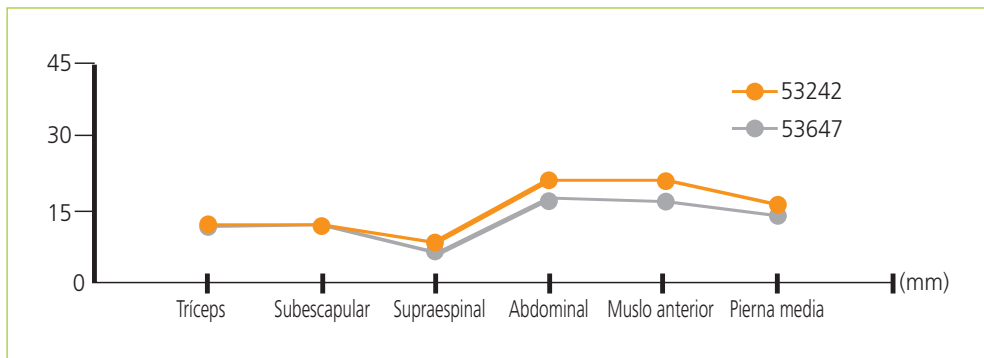
Factores que influyen en la educación nutricional del deportista

El primero de ellos son los hábitos alimentarios que se adoptan en la infancia, siendo una etapa crucial la de introducción de los alimentos para conseguir comer de todo; y posteriormente, durante la infancia y la adolescencia, el aprendizaje de las raciones necesarias, la variedad y proporciones más saludables. Sin embargo, socialmente la formación en nutrición durante estas etapas con frecuencia se encuentra en tierra de nadie. La asignatura de ciencias naturales cumple su cometido de forma discreta en el año que toca impartir los contenidos teóricos sobre nutrición, dejando a continuación el espacio dedicado a las comidas en los colegios y los hogares como un espacio de ocio vacío de consejos y orientaciones. De este modo podemos encontrar adolescentes con una larga lista de alimentos

Tabla 4. Estudio antropométrico comparativo.

Deporte: waterpolo. Especialidad: atacante.

	Fecha 23/10/2008	Fecha 06/05/2008	Media	DE
Peso (kg)	89,7	88,8	89,2	0,7
Altura (cm)	189,3	189,6	189,5	0,2
Envergadura (cm)	197,0	198,1	197,6	0,8
Grasa (%)	13,5	12,5	13,0	0,7
Peso graso (kg)	12,1	11,1	11,6	0,7
Muscular (%)	47,3	47,7	47,5	0,3
Peso músculo (kg)	42,4	42,3	42,4	0,0
Sum. pliegues (mm)	90,6	79,8	85,2	7,6
Tríceps (mm)	12,4	11,8	12,1	0,4
Subescapular (mm)	11,6	12,2	11,9	0,4
Supraespinal (mm)	8,4	7,6	8,0	0,6
Abdominal (mm)	21,0	17,2	19,1	2,7
Muslo anterior (mm)	21,1	16,8	19,0	3,0
Pierna media (mm)	16,1	14,2	15,2	1,3



por probar y con otra igualmente larga lista de alimentos excluidos que sin embargo pueden ser fuentes indispensables de algunos nutrientes. Nula información sobre alimentos que pudieran intercambiarse para respetar las preferencias individuales y poca información sobre lo que supone esa dieta variada, equilibrada y saludable tan comentada en los medios de comunicación. Por suerte vivimos en una etapa en que comienza a imponerse una cierta conciencia social sobre la responsabilidad de tratar estos temas de forma

continuada a lo largo de la vida y de considerar situaciones especiales como el deporte, el crecimiento, los profesionales con sobrecarga de trabajo y estrés, los ancianos... Pero podemos concluir que los hábitos nutricionales son difíciles de modificar cuando están establecidos, y que la única manera de lograrlo con éxito es haciendo que el deportista perciba una mejora en su recuperación y su rendimiento. Otro factor importante es el bagaje de conocimientos e información sobre la nutrición que van a contribuir a

modelar unos buenos hábitos de forma razonada y consecuente. Y por último, debemos considerar el entorno donde el comportamiento del deportista líder, la propaganda comercial y los sponsors pueden ser también fuentes de malas o buenas influencias.

Aspectos relevantes en la nutrición de los niños deportistas

Con frecuencia los niños se inician en el deporte escolar de forma gradual hasta encontrarse participando en actividades que pueden suponer entre 6 y 10 horas de actividad semanal, con el consiguiente aumento de los requerimientos energéticos y la necesidad de repartir las comidas del día de forma que les permitan recuperarse de cada una de las tareas que se suceden a lo largo de la jornada. Una dieta suficiente y adecuada seguro que puede garantizar sus necesidades nutricionales pero también es cierto que cual-



quier carencia puede disminuir el rendimiento físico.

- Comer un mínimo de cinco veces al día, repartiendo la ración diaria, permite conseguir una mayor estabilidad en la disponibilidad de energía y una eficaz recuperación de los sustratos consumidos.
- Conocer los grupos de alimentos y la frecuencia de las raciones recomendadas se hace indispensable para asegurar que no se produce ninguna carencia. El aporte de minerales, como el calcio y el hierro, debe quedar garantizado.
- Evitar los periodos prolongados de ayuno, previene trastornos en el metabolismo e instaura un comportamiento más racional del apetito.
- No descuidar la hidratación a lo largo del día permite asistir a las actividades con más demanda física en un correcto estado de hidratación.

Aspectos relevantes en la nutrición de los deportistas de ocio

Los deportistas de ocio suelen hacer un hueco en su agenda para que conviva una actividad profesional con el tiempo que dedican a su entrenamiento. Y no siempre consiguen respetar los plazos de recuperación y relación postprandial (descanso después de las comidas) adecuados, siendo este aspecto uno de los factores que más disconfort y abandono de la actividad física genera.

- Conocer los grupos de alimentos y la frecuencia de las raciones recomen-



dadas garantizan la cobertura de los nutrientes indispensables.

- Adecuar la repartición de ingestas entre las tareas diarias y el entrenamiento.
- No descuidar la hidratación.
- Establecer algún sistema de control de la dieta si procede.
- En situaciones especiales considerar los beneficios de algún suplemento.

Aspectos clave para educar al deportista

Podemos concluir que la educación nutricional no es un acto pasivo sino que implica la participación activa del individuo para la adquisición de los conocimientos teóricos que van a hacer posible llevar a la práctica y con éxito las estrategias nutricionales.

- Conseguir que el deportista adquiera información y conocimientos básicos sobre su proceso de entrenamiento y metabolismo energético.

- Poner en evidencia la relación entre las propuestas nutricionales y el rendimiento. Instaurar los sistemas de control de la dieta oportunos a modo de referencia y comprobación de los resultados obtenidos.
- Disponer de una información correcta sobre las virtudes de ciertos suplementos y sustancias ergogénicas.

Algunos errores alimentarios del deportista que nunca debería cometer

Existen algunos errores muy básicos que sin duda podrían evitarse con la educación nutricional adecuada en los deportistas y que en diversas ocasiones han tenido consecuencias negativas en la evolución de su carrera deportiva.

- Pensar que con megadosis el efecto de algunos nutrientes o suplementos es mayor y beneficioso.
- Creer que el aumento del aporte proteico, por sí solo, aumenta la masa muscular.
- Pensar que es posible la pérdida de peso únicamente con el ejercicio.
- No hidratarse en entrenamientos y competiciones.
- Pensar que el sustrato energético utilizado en la competición va a depender exclusivamente de la última comida.
- No respetar el reposo postprandial adecuado.
- Suprimir o introducir alimentos o suplementos nuevos antes de la competición.

Anexo I. Anamnesis

Identificación

Apellidos..... Fecha..... Nº. de Historia.....
 Nombre..... Fecha Nacimiento.....
 Situación en el CAR: Interno Externo Mixto Sexo: F M
 Motivo de la consulta.....
 Objetivo de la orientación nutricional.....
 Nombre del fisiólogo.....

Actividad deportiva

Deporte..... Modalidad..... Categoría.....
 Horario de entrenamiento: Mañana Tipos:.....
 Tarde Tipos:.....
 Actividad física días de descanso.....
 Ocupación.....
 ¿Está satisfecho de su rendimiento?.....
 Entrenador.....
 Observaciones.....

Cineantropometría

Talla (m)..... Peso (kg)..... Peso competición..... Peso objetivo.....
 % Grasa real..... % Grasa objetiva.....
 Control de peso..... Frecuencia..... Iniciativa.....
 ¿Cree que su peso es adecuado para el deporte que practica?.....
 Oscilaciones de peso (máx./min.).....
 Medidas personales control peso..... Saunas..... Ayuno.....
 Resultados.....
 ¿Está satisfecho de su físico?.....
 Observaciones.....

Antecedentes

Antecedentes patológicos familiares.....
 Antecedentes patológicos personales.....
 Revisión médica..... A tener en cuenta.....
 Dietas anteriores, tipos y resultados.....
 ¿Ha consultado al psicólogo alguna vez y por qué?.....

Observaciones.....

Anexo I. Anamnesis (continuación)

Fisiología

Ritmo deposicional (estreñimiento/diarrea).....
Aerofagia.....
Náuseas, vómitos.....
Intolerancias/alergias.....
.....
Medicación (laxantes/diuréticos/anticonceptivos).....
.....
Suplementos nutricionales.....
.....
Observaciones.....
.....
.....

Hábitos

Nº de comidas..... Lugar..... Compañía.....
Distribución horaria.....
.....
Bebidas.....
Ritmo de masticación/duración de las comidas.....
Sensación de saciedad o ansiedad.....
¿Picas? NO Sí Horario..... Dulce Salado ¿Por qué?.....
Alimentos preferidos.....
Alimentos excluidos.....
Cambios desde la entrada al Centro.....
Fin de semana..... Lugar..... Cambios.....
.....
Hábitos tóxicos..... Tabaco/día..... Alcohol/día.....
Horas de sueño.....
Observaciones.....
.....
.....

Exploraciones complementarias

Analítica.....
.....
Pruebas de valoración funcional.....
.....
Otros.....
.....
.....

Anexo I. Anamnesis (continuación)

Entrenamiento

Lunes Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Martes Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Miércoles Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Jueves Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Viernes Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Sábado Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Domingo Tipos de actividad/intensidad..... Duración

.....

Observaciones.....

.....

.....

Anexo II. Encuesta dietética

Fecha y hora (L, M, Mi, J, V, S, D)..... N°. de historia.....

Nombre..... Apellidos.....

Fecha. Nac..... Sexo..... Edad..... Talla..... Peso.....

Deporte..... Especialidad..... Categoría.....

Antes de salir de casa, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Desayuno, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Anexo II. Encuesta dietética (continuación)

Media mañana, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Comida, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Media tarde, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Cena, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Resopón, hora, lugar:

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Anexo II. Encuesta dietética (continuación)**Bebidas y refrescos:**

Alimento	Tipos	Cantidad	Elaboración

Orientaciones para cumplimentar la encuesta

Alimento: leche, pasta, carne, pescado, ensalada...

Tipo: carne (pollo, ternera, conejo, cerdo...)

Leche (entera, semidesnatada, fresca, desnatada, en polvo...)

Ensalada (lechuga, endibias, mixta...)

Pan (blanco, centeno, baguette, payés...)

Fruta (pera, cerezas, melocotón, uva...)

Cantidad: 1 vaso, 1 copa, 1 pieza, 100-200 g, 1 cucharada sopera, 1 bol, 1 taza, 1 puñado mano abierta o cerrada, 1 loncha, 1 trozo de tantos cm...

Elaboración: frito, plancha, horno sin aceite, horno, asado, con salsa, al vapor, a la brasa...

Salsas y aliños: mayonesa, romesco, curry, ali oli, aceite, salsa de soja, ketchup...

Bebidas y refrescos: agua, colas, zumos, bebidas energéticas, bebidas alcohólicas, té, café, infusiones...

(L, M, Mi, J, V, S, D): trazar un círculo en el día correspondiente de la semana.

Bibliografía

Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath JS, O'Brien WL, Basset DR, Schimith KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR, Leon AS. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine and Sciences in sports and Exercise*, 2000.

Burke L, Deakin V. *Clinical Sport Nutrition* McGraw Hill, 2007.

CESNID Tablas de composición de alimentos. CESNID Ediciones de la Universitat de Barcelona. McGraw Hill Interamericana, 2004.

National Research Council. *Raciones dietéticas recomendadas*. Ediciones Consulta, 1991.

Wilmore JH, Costil DL. *Physiology of sports and Exercise*. Human Kinetics, 1994.

Williams MH. *Nutrition for fitness and sport*. Brown & Benchmark, 2006.

El montañismo, un deporte muy exigente.

Aspectos nutricionales para su práctica

Sra. Edurne Pasabán Lizarribar/D. Lluís Capdevila Auguets

Imágenes cedidas por el autor: expedición a un 8.000 del Nepal.

Una expedición a una cima de 8.000 m se puede dividir en tres fases: estancia en el país y marcha de aproximación, campo base y campos de altura y ataque a la cima.

Estancia en el país y marcha de aproximación

A nuestra llegada a uno de los dos países que albergan las dos cordilleras que albergan los 14 ochomiles de la tierra, Karakorum en Pakistán e Himalaya en Nepal, los primeros días de estancia en las capitales los dedicamos a las últimas compras, gestiones de permisos y nuestra alimentación, básicamente no variará demasiado de la del país de origen ya que en estos países se encuentra cualquier tipo de cocina internacional.

En este caso explicaremos una expedición a un 8.000 del Nepal.

Estas últimas compras, sobre todo las de comida, las realizamos junto al que va a ser nuestro cocinero en la marcha de aproximación y durante todos los días que vivamos en el campamento base.

Estas personas tienen muchísima experiencia y rápidamente se organizan y saben qué productos van a necesitar para las comidas durante prácticamente un mes y medio. Normalmente se suele trabajar con el mismo cocinero, pues conoce nuestros gustos y a través de la expe-



riencia sabe lo que los alpinistas necesitan para la recuperación después de esfuerzos prolongados en altitud.

Nosotros también enviamos un cargamento de comida desde nuestro país para darnos algunos caprichos, comer lo que más nos gusta: embutidos, bacalao desecado, jamón, etc.

La marcha de aproximación a una cima de 8.000 m normalmente puede durar entre una y dos semanas. Habitualmente encontraremos, sobre todo los primeros días de marcha, pequeños lodges o hostales, donde podremos comer comida típica del país: arroz, verduras, pollo, patatas, noodles, chapatis, etc.

En estos pequeños hostales nos cocinan al momento, lo más normal es que si pides pollo, automáticamente veas a un niño persiguiendo una gallina por el patio: la cena.



De todas maneras es para nosotros un auténtico lujo poder comer en uno de estos pequeños “restaurantes”, además el contacto con esta gente es siempre muy gratificante y enriquecedor.

Hoy en día es normal encontrar cervezas o coca-cola en estos sitios, aunque lo normal es beber té y agua, si la encontramos embotellada.

A medida que avanzamos dejamos de encontrarnos estos lodges, es a partir de este punto donde el cocinero de la expedición nos cocinará cosas sencillas dadas las precarias condiciones que tenemos durante la marcha de aproximación: básicamente arroz, chapatis, verduras...

Las bebidas mayoritariamente continuarán siendo el té, el agua que encontramos por el camino previamente hervida o bien clorada con una pastilla de cloro.

Normalmente al agua, una vez potabilizada, le añadimos sales minerales o algún producto energético.

A primera hora, después de levantarnos, el cocinero prepara un desayuno a base de chapatis, algunas galletas, café o té y habitualmente solemos llevarnos barritas energéticas, galletas y frutos secos, puesto que la marcha de aproximación ya no se detendrá hasta la hora de la cena.

Para cenar tendremos preparado el habitual menú a base de arroz o pasta, y algunas verduras a las cuales añadiremos alguna lata de atún, o de otro pescado en conserva.

Campo base

Llegados al emplazamiento del campo base (ubicado sobre los 4.800 y 5.500 m de altitud) procuramos instalarnos lo más cómodamente posible ya que este sitio será nuestro hogar las próximas cuatro o seis semanas.

Hasta aquí habremos desplazado unos 3.000 kg de material y comida mediante unas personas increíbles que viven en estos valles y que durante la temporada de expediciones se encargan de portear todo este material. Sin ellos prácticamente no podríamos ni iniciar la expedición.

Junto al cocinero se contratan a uno o dos ayudantes, los cuales, una vez en el campo base, montarán una cocina de campaña, donde durante este periodo de tiempo tendrán que cocinar para todos los componentes de la expedición, entre 6 y 10 personas aproximadamente.

Tiempo atrás se cocinaba con hornillos de queroseno terriblemente precarios, en los





que uno de los dos ayudantes de cocina estaba ocupado continuamente en desatascarlos, de todas maneras al final la comida siempre tenía sabor a petróleo.

Hoy en día se utilizan cocinas más modernas que funcionan con gas propano.

Los días en que estamos sin movernos del campo base realizamos las tres comidas principales: desayuno, almuerzo y cena. Normalmente se complementa con una merienda después de alguna charla, juego o el visionado de alguna película.

Aquí las comidas son un poco más variadas que durante la marcha de aproximación pero con los pilares básicos del arroz y la pasta.

A primera hora se prepara el desayuno a base de chapatis –mezcla de agua y harina que cuecen muy fina–, los cuales se pueden acompañar de mermeladas, embutidos, atún, etc.

El desayuno se completa con algunas galletas que habremos enviado desde de casa, para beber los clásicos tés o cafés u otras infusiones, a los que se puede añadir leche en polvo. Si se trata de un buen cocinero, como es nuestro caso, nos deleitará con algún capuchino que otro. Tampoco suele faltar el clásico colacao y el chocolate en polvo.

El almuerzo puede ser bastante variado. Cuando estamos en el campo base, descansando o bloqueados por el mal tiempo, algunos de nosotros con aficiones culinarias nos metemos en la cocina para preparar succulentas comidas para nuestros compañeros: fabada asturiana, potaje de garbanzos, hasta un bacalao al pilpil.

Si es nuestro cocinero quien realiza la comida no faltará un buen plato de pasta, con salsa boloñesa o carbonara, y últimamente también se proveen de un horno en el cual se cocinan unas deliciosas pizzas. Redondearemos el almuerzo con embutidos y queso.

Para postre uno de los ingredientes que habremos comprado, las frutas en almíbar, además de turrón y frutos secos, avellanas, almendras, pasas, nueces, etc.

A media tarde un té con galletas o una taza de chocolate servirá para matar el hambre hasta la hora de la cena.

Si al mediodía hemos comido pasta, por la noche tocará arroz con verduras. Cuando hay diferentes expediciones en los campos base hay un tránsito frecuente de porteadores y algún helicóptero que nos proveerá de carne fresca. En este caso al arroz se le añadirá pollo o carne de búfalo o cabra.





En la tienda comedor hay termos con agua caliente durante todo el día para hacernos infusiones o lo que nos apetezca. Es importante no olvidarse de rehidratarnos constantemente, pues los esfuerzos que se hacen en altitud y también en el campo base nos obligan a mantener un nivel óptimo de hidratación. También solemos tomar bebidas energéticas.

Los días que tenemos algo que celebrar, como la instalación de un campo de altura o cumpleaños, en algunos de los paquetes que han traído los porteadores hasta aquí hemos colado latas de cerveza, coca-cola y alguna que otra botella de vino de casa. Éste será nuestro premio, y os aseguro que en un campo base esto es como agua bendita.

Campos de altura y ataque a la cima

Una vez bien instalados en el campo base empezaremos los trabajos de apertura y equipamiento de la ruta, que vamos a seguir. Durante la ruta, a medida que vayamos ganando altura instalaremos los llamados campos de altura. Normalmente instalaremos entre tres y cuatro campos de altura, dependiendo de las características y altura de la montaña que estemos escalando.

Los primeros días de apertura de la ruta nos levantamos temprano y desayunamos en el campo base. Nos aprovisionamos de bebida energética en nuestras cantimploras o camel bag. Para comer, durante la ascensión nos llevaremos barritas energéticas, frutos secos, porciones individuales de turrón. Estos primeros trabajos de equipamiento de ruta nos permiten volver para la cena al campo base.

Además del equipamiento y apertura de la ruta, estas ascensiones nos permiten ir consiguiendo la aclimatación necesaria para que nuestro cuerpo pueda asimilar la carencia de oxígeno que hay en estas montañas de 8.000 m.

Aquí jugara un papel determinante la hidratación, pues es muy importante la recuperación física de un día para otro, constantemente nos obligamos unos a otros a ingerir la mayor cantidad de líquidos posible.

Una vez instalado el primer tramo de la ruta ya estaremos preparados para montar el primer campamento, situado normalmente entre 5.700 y 6.000 m. Si todo ha ido bien pasaremos allí la primera noche. Aquí, a la hora de cenar cocinaremos con nuestros pequeños hornillos de gas, preparados de sopa o pasta en sobre, un poco de embutidos o algún trozo de queso, también utilizamos los productos liofilizados como verduras, pollo, carne... actualmente hay una gran variedad de estos productos en el mercado. Nuestra cena se terminará con alguna bebida caliente con frutos secos y turrón.

De todas maneras cocinar en los campos de altura es una tarea muy entretenida y compleja, puesto que para conseguir el agua necesaria para hacer la comida y las



bebidas deberemos fundir la nieve que tenemos a nuestro alrededor. Asimismo, una vez hayamos concluido la cena seguiremos fundiendo nieve para tener bebida para la noche y el día siguiente. Si hemos dormido en un campo de altura por la mañana repetiremos la compleja operación de fundir más nieve para prepararnos el desayuno, que consistirá en alguna sopa, café o té, acompañado de galletas, turrón o frutos secos.

Después de dormir en el campo 1 y conseguir una buena aclimatación continuaremos equipando la ruta hacia el campo 2. Si se trata de la primera noche que hemos pasado en este campamento normalmente bajaremos a cenar y dormir al campo base donde nos espera una buena cena.

Si continuamos hacia el campo 2, después del desayuno y de llenar nuestras cantimploras o camel bag con agua y complementos energéticos tomaremos comida suficiente para seguir trabajando en la montaña hasta que lleguemos al emplazamiento del siguiente campamento, según la dificultad de la ruta y el estado de la nieve, esto nos puede llevar 10 ó 12 horas de esfuerzo.

Para dejar equipados los campos de altura, lo que hacemos es preparar unas ra-

ciones empaquetadas, que pueden ser individuales, para dos o tres personas, en las que ya están todos los productos antes descritos.

Una vez en el campo 2 –emplazado entre los 6.600 y 6.900 m– repetiremos la misma operación de la cena que en el campo 1. A todo esto hay que añadir que no dependemos sólo de nuestro esfuerzo y aclimatación, sino que un factor determinante para conseguir estos avances y trabajar con seguridad lo determinarán las condiciones meteorológicas.

Muchos días sales con la perspectiva de instalar un tramo de la ruta o montar un campamento de altura y un brusco cambio de tiempo te echa por tierra todos tus planes. En estas montañas y a esta altura se producen muy rápidamente y son extremadamente peligrosos.

Durante este tiempo habremos pasado diferentes noches en los campos, para así acabar de conseguir la mejor aclimatación posible.

Si todo ha ido bien al cabo de unas tres semanas tendremos equipado el tercer o cuarto campamento para intentar un ataque a la cumbre, que se producirá de la siguiente manera:

Una vez instalado el último campamento descenderemos a descansar dos o tres días en el campo base, comer e hidratarnos bien y recuperar las fuerzas al máximo. Además estaremos pendientes constantemente de los partes meteorológicos, que hoy en día llegan con mucha fiabilidad y frecuencia, a través de las comunicaciones vía satélite.

Una vez tenemos un parte favorable, con una ventana de buen tiempo de un mí-



nimo tres o cuatro días decidimos lanzar nuestro intento a la cumbre.

Así, el primer día después de un buen desayuno iniciaremos la ruta de subida hacia el campamento 1 para pasar la noche. Allí, previamente habremos dejado nuestras raciones de comida y gas, que durante el trabajo de equipamiento y apertura de la ruta habremos transportado.

Dormiremos en el primer campamento, al día siguiente después de desayunar y equiparnos, subiremos en dirección al campo 2 para pasar allí la noche, y al día siguiente al campo 3.

Si éste es nuestro último campamento antes de la cumbre, las horas que pasemos en él serán para comer e hidratarnos muy bien puesto que ya estaremos pasando la noche sobre los 7.200-7.500 m de altitud. Prácticamente no dormiremos puesto que iniciaremos la escalada a la cumbre entre las 0 h y las 2 h de la madrugada.

Éste es el día clave para conseguir nuestro objetivo. Es el día más difícil, más peligroso y más duro. El desnivel que nos falta hasta la cumbre de una cima de 8.000 m, nos va a exigir que empleemos al máximo todas nuestras fuerzas físicas y mentales, puesto que vamos a necesitar no menos de 12 ó 15 horas para alcanzar la cumbre. Todo esto, contando con que el tiempo nos acompañe y sea favorable.

En condiciones normales vamos a tener unos 30° bajo cero y un viento de 30/50 km/h. Si las condiciones son peores que las descritas, el riesgo y el esfuerzo se multiplican por dos.

También hemos de sumar las horas que nos ocupará el descenso.

Durante las horas previas al ataque a la cima la consigna para todos es no parar de beber todo lo que podamos, y además dedicamos ese tiempo de espera a fundir nieve, conseguir agua y llenar todos los

recipientes que nos llevaremos con nosotros, para tantas horas de esfuerzo e hidratarnos lo mejor posible durante la ascensión y descenso de la cumbre.

Este tema es vital para el éxito de la expedición, tanto para el hecho de conseguir la cumbre como para nuestra seguridad, puesto que una mala hidratación puede favorecer la aparición de congelaciones.

Los recipientes que llevaremos con el agua los hemos de meter dentro de nuestra ropa de abrigo, ya que si no, el líquido volvería a quedar congelado en pocos minutos.

Para comer nos llevaremos alguna barrita energética, chocolate o turrón, aunque es muy difícil comer por el frío y la se-

quedad del aire, que resecan nuestra garganta e imposibilitan tragar nada sólido.

Así pues, este día de ataque a la cima vamos a tener que usar todas las reservas de nuestro cuerpo para aguantar todas las horas que dure este ataque. Si la suerte nos ha acompañado y hemos conseguido llegar a la cumbre tenemos que reservar las fuerzas para el durísimo descenso; una vez hayamos descendido hasta el campo base será momento para recuperarnos comiendo y bebiendo todo lo que podamos, que al principio cuesta mucho, por el agotamiento acumulado. De vuelta a casa, poco a poco volveremos a recuperarnos al 100% y pensar en próximos objetivos y nuevos sueños.



