

Módulo 2. Nutrición y ayudas ergogénicas

Unidad 2.1 Introducción

María Antonia Lizarraga, Patricia Garrido, Mireia Porta y Gil Rodas

1. Importancia de la nutrición en deportes de equipo.
2. Objetivos de la nutrición en deportes de equipo.
3. Composición corporal.
4. Gasto energético.
5. Periodización de la dieta. Ajuste de energía y carbohidratos.
6. Ajuste de horario: *timing*.
7. Estrategias nutricionales en la recuperación.
8. Referencias.

1. Importancia de la nutrición en deportes de equipo

La importancia de la nutrición en el deporte en los últimos años aumentó junto con el interés de la población por este aspecto. Actualmente, se considera que los alimentos aportan mucho más que energía y, además, a través de ellos se interviene directamente en la salud, el rendimiento, el descanso, el estado anímico, la prevención de lesiones, etcétera.

La nutrición es un aspecto más que trabajar dentro del equipo, según la importancia que le dé el grupo, empezando por el entrenador. Si este lo considera un aspecto clave, lo transmitirá a los jugadores y al resto de profesionales. A su vez, esto se traducirá en acciones y control de la hidratación, peso y composición corporal o educación nutricional de cara a la óptima recuperación.

A largo plazo, un equipo en el que la nutrición sea un aspecto controlado e importante transmitirá una disciplina y una rutina beneficiosa que luego interiorizarán de manera automática los nuevos jugadores que se incorporen.

El concepto de “estar a dieta” y de “restricción” en la actualidad es percibido como útil y positivo en la formación del deportista. La nutrición enfocada al entrenamiento y la competición tiene el objetivo de que el jugador, de manera individual, conozca cómo ha de comer, beber y descansar en cada momento.

La “dieta del deportista” de hace unos años tenía como objetivo clave el aporte extra de energía en forma de carbohidratos, es decir: comer más pasta, arroz, cereales, etcétera. Aunque hoy en día estos alimentos siguen siendo importantes, la personalización y la periodización son los nuevos objetivos de cara al rendimiento, ya que una mejora del rendimiento solo se consigue con la adaptación (Heaton et al., 2017).

Periodizar supone establecer cambios en la dieta, según intensidad de entrenamientos o partidos, para conseguir una mayor adaptación (Jeukendrup, 2017).

No solo es importante qué se come, sino cuándo se lo hace, por lo que el concepto de **timing** es sumamente importante. Lo que se come y se bebe antes, durante y después del esfuerzo ha de ser diseñado para los objetivos de cada uno de esos momentos.

La **adaptación** es un proceso dinámico de equilibrio entre exigencia física y mental en entrenamientos y partidos. Esta debe compensarse con la capacidad de recuperación basada en las pautas nutricionales y de descanso, la capacidad de manejar el estrés, etcétera.

La **personalización** se basa en el conocimiento de las necesidades individuales de cada jugador a nivel metabólico, de composición corporal e incluso de suplementación basados en los objetivos concretos según sus características, posición dentro del equipo, etcétera.

En un futuro no muy lejano, la nutrigenética, la metabolómica, la metagenómica y otras *omics* que se engloban en *sportomics* permitirán un conocimiento y diseño a la carta de las necesidades del jugador.

Figura 1: Esquema sobre la periodización y la personalización



Fuente: adaptado de Ref Grafis.

2. Objetivos de la nutrición en deportes de equipo

Los deportes de equipo comparten entre sí la realización de esfuerzos intermitentes de gran intensidad, pero con una gran variabilidad entre las necesidades de los diversos deportes o incluso en el mismo deporte, según el momento de la temporada, la posición, el tipo de juego del deportista, etcétera.

Existen algunos puntos comunes en la nutrición deportiva para los deportes de equipo:

- 1.** Conseguir una adecuada composición corporal.
- 2.** Adecuar la alimentación a los entrenamientos: periodizar según mayor o menor exigencia.
- 3.** Planificar la estrategia nutricional y de hidratación para la competición.
- 4.** Usar las ayudas ergogénicas y suplementos más adecuados (Mujika y Burke, 2011).

Las recomendaciones en nutrición para los deportes de equipo han de tener unos objetivos para el grupo, pero luego se deben adaptar a las características individuales de cada jugador, en función de sus peculiaridades, tipo de juego, objetivos de composición corporal, etcétera.

Objetivos generales:

- 1.** Cubrir la energía adaptada a necesidades y ajustar la cantidad de alimentos ricos en carbohidratos, en función de los días de más o menos actividad, partidos, etcétera.
- 2.** Aportar proteína de alta calidad y fraccionada a lo largo del día para que permita la adaptación y reparación muscular tras el esfuerzo.
- 3.** Escoger alimentos saludables de alto valor nutricional que aporten cantidades importantes de vitaminas y minerales y ayuden a modular la inflamación, mantener la inmunidad, etcétera.
- 4.** Importancia del *timing*: Saber qué comer, según el momento, con objetivos diferentes (antes, durante y después del entrenamiento o partido).
- 5.** Hidratación y suplementación: Se verá este punto con más profundidad en la unidad siguiente.

Otros aspectos nutricionales que considerar:

- Conocer la manera de comer del jugador: Quién prepara comida, aspectos culturales, religión, entorno familiar, tipo de comidas fuera de casa (restaurantes y alimentos preferidos que definen la calidad de la dieta).



- Conocer si algún jugador sigue dietas especiales o suplementos por su cuenta o asesorado por otro profesional.
- Pensar y programar un plan nutricional para los viajes y desplazamientos.
- Educación nutricional en forma de charlas, brindar material informativo, etcétera.
- Valorar el perfil del jugador y su entorno para conocer su mayor o menor predisposición y adherencia a los cambios que se le planteen.

Dentro del grupo algunos jugadores pueden estar más o menos interesados en la nutrición, y esto se transmite y contagia a las nuevas incorporaciones y también a los equipos inferiores, sobre todo cuando hay algún modelo o referente de jugador bien valorado que cuida su alimentación y va a ser imitado. Se trata de un tema de actitud e interés hacia la nutrición como una herramienta más para conseguir sus objetivos.

Una estrategia clave para cambiar un comportamiento es que el jugador entienda qué quiere conseguir y por qué necesita realizar el cambio, ya que no siempre lo consideran un factor clave en su rendimiento. Las situaciones de pérdida del rendimiento o de lesión pueden ser el momento más adecuado para inculcar el interés.

El jugador debería ser su propio experto en nutrición y conocer cuál es el peso o porcentaje graso óptimo para él, las estrategias de hidratación, comidas pre- y pospartido, suplementos que más adecuados para rendir al máximo y encontrarse bien en todos los niveles. Los profesionales de la nutrición, así como el médico del equipo, el preparador físico, el fisioterapeuta y el entorno profesional, tienen que darle la información y herramientas para conseguirlo, pero es importante que el propio jugador sea consciente de que es su decisión y de que, a lo largo de su carrera, cada día y varias veces, ha de elegir qué comer, beber o descansar.

El objetivo de estas unidades es resumir algunos de los aspectos y estrategias nutricionales claves para tener en cuenta en los deportes de equipo e intentar transmitirlos de una manera práctica que llegue a ser útil para el profesional y este, a su vez, la pueda hacer llegar al jugador.

3. Composición corporal

La asociación entre una adecuada composición corporal, la salud y el rendimiento deportivo está claramente evidenciada. En los deportes de equipo, es importante mantener un somatotipo o perfil antropométrico determinado que ayude al óptimo desarrollo de cada uno de los deportes y, para ello, es clave su evaluación y control. Por otro lado, es importante que el equipo de profesionales conozca los objetivos del grupo y los individuales y los transmita a los jugadores de cara a una adecuada educación nutricional para optimizar la salud del deportista y su rendimiento. Nos referimos a porcentajes óptimos, no a cifras rígidas.



Para cada deporte de equipo, existe un somatotipo y porcentaje graso más adecuado según la edad, que varía de acuerdo con la posición dentro del equipo o el tipo de jugador (Oliveira Chaves et al., 2017).

En deportes de equipo, es habitual que haya cambios a lo largo de la temporada y se incrementen, por ejemplo, el porcentaje de grasa durante el periodo de descanso. Normalmente, estos valores se corrigen a lo largo de la pretemporada, en la misma medida que suele aumentar el componente muscular asociado a una o dos sesiones de entrenamiento diario.

Por diferentes motivos, puede haber un aumento excesivo de peso y grasa corporal fuera de temporada o cuando el deportista no está en condiciones de competir o está lesionado. Es importante disponer de estrategias de educación nutricional para estos casos que le enseñen a elegir lo que come en su casa, restaurantes, viajes, etcétera.

Es bueno que el propio deportista conozca los cambios e identifique la pretemporada como el momento más idóneo para mejorar, ya que al comenzar a competir será más difícil. Durante la competición, un exceso de carga de entrenamiento y la mala adaptación a él puede repercutir en una disminución del componente muscular, asociada a otros signos de sobrecarga y mala recuperación. En sentido contrario, el trabajo de fuerza bien pautado y la toma de proteína en "bolus" de unos 25-30 g en el posentrenamiento ayudan a la ganancia de masa muscular, lo que se utiliza en ocasiones para optimizar la composición corporal en momentos de control. Por otro lado, un porcentaje graso menor al de los valores óptimos no siempre supondrá un beneficio. La búsqueda prolongada de reducir el porcentaje graso llevaría al deportista a un período largo de baja disponibilidad energética que aumentaría el riesgo de lesión.

Para monitorear estos cambios, una simple rutina de registro del peso corporal es un método sencillo y no invasivo de valoración del balance energético del jugador, aunque no discrimina el momento en que se producen los cambios. Esta primera medición puede completarse más adelante con un análisis más detallado.

El propósito de analizar con detalle los cambios de la composición corporal a lo largo del tiempo es poder valorar el efecto conjunto de las cargas de trabajo, nutrición, descanso, el desarrollo físico del jugador y su correcta adaptación a la exigencia. Es importante tener presente que la composición corporal de un jugador viene determinada por la genética, pero no de manera exclusiva. Hay otros factores que pueden influir en ello: como el tipo o intensidad de entrenamiento, la alimentación, el descanso, diferentes aspectos hormonales e incluso la microbiota intestinal.

En las ligas profesionales de diferentes deportes de equipo, la composición corporal se suele medir al inicio de la pretemporada y se monitorea durante toda la temporada, normalmente, cada uno o dos meses. Los métodos y la frecuencia de la valoración de la composición corporal variarán en función de los recursos de los que dispone el club y de sus preferencias.

Existen diferentes métodos para valorar la composición corporal. Con base en nuestro conocimiento, mencionamos los tres principales para deportistas que realizan deportes de equipo:

Antropometría: La medición de pliegues de grasa es el método más utilizado para valorar la composición corporal. Este método permite, mediante *cálipers*, medir el pliegue cutáneo de grasa en lugares específicos del cuerpo. Esta medida se realiza en los 8 puntos descritos por el protocolo de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK): bíceps, tríceps, cresta ilíaca, pliegue supraespinal, pliegue abdominal, muslo delantero y pantorrilla. Tras recoger estas medidas, los resultados son expresados como la suma de los grosores de los pliegues de los lugares medidos o valorados por separado los cambios en determinados pliegues.

Los pliegues que mejor se correlacionan con la densidad corporal y pueden reflejar cambios a corto y medio plazo son: tricipital, abdominal, suprailíaco y anterior del muslo.

El pliegue abdominal se relaciona con cambios a corto plazo en función de la dieta, mientras que los cambios en extremidades pueden relacionarse con la mayor o menor intensidad de esfuerzo y el componente muscular. Adicionalmente, si se recogen los perímetros en punto medio de brazo y pierna, se puede calcular el perímetro muscular o corregido de estos y apreciar cambios en este componente. Esto permite valorar no solo cambios en el porcentaje graso, sino también en el muscular a lo largo de la temporada. La limitación de este método es que requiere personal cualificado.

Bioimpedancia (BIA): Esta técnica no invasiva determina la composición corporal por un método bioeléctrico que mide la resistencia al paso de corriente. Esta resistencia es determinada por la cantidad de tejido que sea buen o mal conductor. El agua y tejidos con alto contenido en agua, como el músculo, actuarán como buenos conductores, mientras que la grasa se comportará de manera contraria. Este método permite conocer el total de agua, de grasa y la cantidad de masa magra que en algunos puede reflejarse de forma segmental.

El resultado de este método tiene una directa relación con los resultados del DXA (*dual energy X ray absorptiometry*; ver siguiente punto). Las ventajas de este método son: la posibilidad de que sea autodirigido por la persona que realiza la prueba, la rapidez de la determinación (de uno a dos minutos) y la rapidez para obtener los resultados. Algunas de las limitaciones de la bioimpedancia son que los resultados están sujetos al sexo, la edad, la altura y la etnia. Además, tiende a subestimar masa grasa en individuos con normopeso y a sobrestimarla en individuos con sobrepeso comparado con el DXA (Aragon et al., 2017).

Absorciometría de energía dual de rayos X (DXA): Técnica indirecta que mide la diferente atenuación de los fotones emitidos en relación con la composición corporal y el grosor del tejido atravesado. El DXA estudia esto a través de un modelo de tres compartimentos:

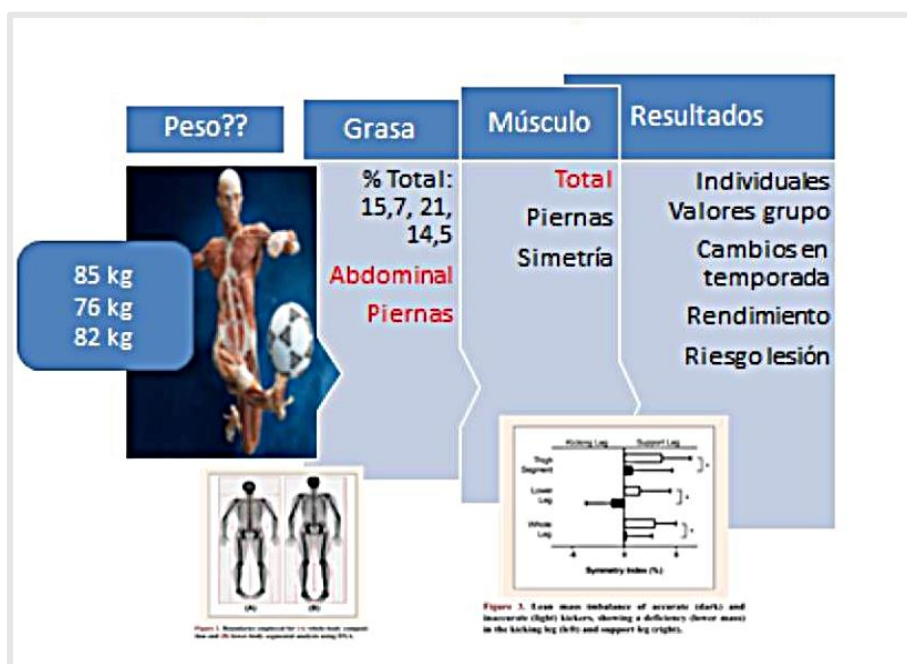
masa grasa, masa ósea y masa magra. Tras un barrido del cuerpo y la aplicación de los coeficientes de atenuación, se calcula la composición corporal.

Actualmente, esta tecnología se convirtió en un método muy común utilizado por las élites de algunos deportes de equipo y ofrece una estimación relativamente precisa de la proporción de masa magra, de la densidad ósea y de la masa grasa y su análisis a nivel de segmentos como tronco, extremidades, etcétera.

El DXA suele realizarse 3 o 4 veces a lo largo de la temporada para valorar cambios. Por ejemplo, en pretemporada, un mes después y dos veces más, salvo necesidades especiales como control de peso o jugadores lesionados, en los que puede hacerse con más frecuencia debido a la pequeña dosis de radiación que supone.

Uno de los problemas es que es un método costoso para el que no se disponen muchos equipos, y por ello existen pocos valores de referencia para comparar (Kelly, Wilson y Heymsfield, 2009).

Figura 2: Aspectos de composición corporal que son de interés para deportes de equipo



Fuente: Lizarraga, 2018.

De manera general, un objetivo común de los deportes de equipo es ajustar los porcentajes de grasa a lo largo de la temporada, a la vez que se gana masa muscular, buscando el momento más adecuado para ello. La pretemporada, como se ha visto, es un momento favorable. A lo largo de la temporada, otros factores influyen para conseguirlo (por ejemplo, la titularidad o no de los jugadores y el número de minutos jugados a lo largo de la temporada) y favorecen un mejor estado en los individuos que compiten más con respecto de los no convocados.

El control regular del peso corporal puede ser una manera de valorar el equilibrio entre lo que se come y lo que se gasta. Es importante considerarlo junto con un *feedback* de sensaciones de cansancio, apetito, dificultad para conciliar el sueño, etcétera, que pueden indicar una mala adaptación.

El peso no lo es todo. Es un indicador útil del estado del jugador, pero no debe ser algo que genere ansiedad o estrés y pueda desencadenar un trastorno de conducta.

En determinadas situaciones con jugadores y, sobre todo, jugadoras que presentan una preocupación excesiva por el peso, puede desaconsejarse el control de este. Además, se debe prestar especial atención a los castigos o penalizaciones por no bajar de peso, ya que se requiere conocer a fondo cada situación.

Es bueno que el *staff* (médico, entrenador, preparador físico, etc.) esté motivado por el buen estado de los jugadores y considere el peso como un parámetro que controlar, pero de una manera racional, con objetivos claros y un mensaje común. Se deben evitar en todo momento comentarios despectivos y que puedan ser peligrosos. La motivación hacia el peso adecuado y la buena alimentación se consigue como un aspecto favorable, positivo y deseable por el jugador que lo siente así de cara a su futura carrera profesional e incluso al finalizarla.

Se puede pedir al grupo tener un determinado porcentaje de grasa, de modo que cada jugador aspire a ello, pero es importante individualizar objetivos y conocer qué supone esto para cada deportista y en qué medida se trabaja para conseguirlo. Por ejemplo, un valor de 12 % de grasa para un equipo puede ser sencillo de conseguir en algunos jugadores sin hacer grandes esfuerzos, pero para otros, que parten de valores más altos, llegar a un 13 % o un 14 % puede ser ya un gran logro, y hay que felicitarlos por ello. El valor óptimo individual es algo a lo que ha de aspirar cada jugador.

Para poder evaluar cambios significativos, el peso de los jugadores se puede anotar de manera regular en un mismo momento del día, que suele ser al llegar al entrenamiento y cuando estén normohidratados. Con ello se tiene un control que permite detectar cambios importantes, pero con la flexibilidad de considerar las oscilaciones fisiológicas, sobre todo en deportistas femeninas.

La estrategia de pesar al jugador antes y después del entrenamiento y de valorar el líquido ingerido y la diuresis puede ser una herramienta útil para pautar la hidratación, como se verá posteriormente. Ante un cambio de peso notable (tanto en exceso como en pérdida), es importante estimar causas posibles y motivar al jugador a encontrar la explicación.

El jugador que ha de parar unas semanas o meses —en el caso de una lesión de larga duración— requiere motivación respecto de los cambios en la composición corporal y hacer ajustes especiales en la alimentación. El objetivo es controlar, en la medida de lo posible, el incremento de grasa abdominal y modular la pérdida de masa muscular asociada a la inmovilización o no ejercitación. En estos casos, es importante educar al

jugador de cara a sustituir alimentos energéticos que comía antes por otros más antiinflamatorios y protectores, pero de menor contenido calórico. Por ejemplo, reducir cereales o cambiar un plato de pasta por una colorida ensalada de vegetales con algo de pasta de guarnición, sin olvidar que la proteína de alta calidad que mantiene músculo ha de estar incluida y fraccionada en todas las comidas.

El reparto de la proteína diaria, en forma de *bolus* o raciones de unos 25-30 g cada una y 5-6 veces al día, consigue optimizar la respuesta muscular al ejercicio, y el efecto anabólico o de aumento de masa muscular es más notable si uno de estos aportes de proteína se lleva a cabo tras trabajo de fuerza.

Los 25-30 g mencionados pueden conseguirse fácilmente con una ración de carne o pescado de unos 120-150 g, o bien en forma de un batido proteico que resulta más accesible en el posesfuerzo inmediato.

4. Gasto energético

Cuando los deportistas entrenan o compiten, el gasto energético se incrementa de manera significativa en valor absoluto con importantes diferencias entre días de entrenamiento intenso o partido y otros de baja intensidad o descanso. Es interesante conocer un promedio de estimación de estas necesidades y valorar si se cubren o no, sobre todo en situaciones en que aparecen marcadores de cansancio, pérdida de peso, alteraciones inmunitarias y hormonales, etcétera, que nos pueden avisar de una inadecuada **disponibilidad energética**.

La bibliografía indica que, cuando la disponibilidad energética es baja, es decir, cuando la ingesta energética diaria es inferior a 30 kcal/kg de masa magra (libre de grasa), sin contar la actividad física, pueden aparecer problemas como cansancio, fatiga, menor rendimiento deportivo o incluso inmunodepresión.

Es importante poder detectar los grupos poblacionales que están en riesgo debido a un aporte energético permanentemente insuficiente. Puede ser el caso de jóvenes deportistas en edad de crecimiento o del deporte femenino, en el que la dificultad para mantener el peso y la composición corporal es más difícil. A veces las jugadoras recurren a dietas estrictas y a restricciones que pueden suponer peligros de trastorno de conducta alimentaria, hormonales e incluso la tríada completa, en la que se incluye una disminución de masa ósea y la pérdida de la menstruación.

5. Periodización de la dieta. Ajuste de energía y carbohidratos

Se utiliza un modelo de plato que incluya los tres principales grupos de alimentos para el deportista: los alimentos energéticos, los proteicos o estructurales y los protectores. Se hacen modificaciones en sus proporciones para diseñar diferentes modelos de plato. Estos diseños pueden incluir un modelo para días de baja intensidad de entrenamiento o para jugadores que controlan su peso; otro, que puede ser el correspondiente al plato de día con entrenamiento habitual; y otro de carga o intensidad de entrenamiento alta,



adaptable al día previo al partido, es decir: día -1, día de partido con sus peculiaridades y día de recuperación (día +1).

Figura 3: Ejemplo de modelo de plato









Fuente: elaboración propia.

A partir de estos valores, la periodización de la dieta supone adaptarla a días de descanso, días de intensidad moderada o de alta intensidad/partido y hacer diferentes ajustes. En deportes de equipo como el fútbol, estos ajustes pueden suponer, por ejemplo, gastos de 2500 kcal/día en un día de descanso; 3000 kcal en un día de intensidad baja o recuperación, y 3500 kcal un día de partido, de modo que el gasto energético por partido, en el caso de un partido de fútbol, puede variar entre 900 y 1000 kcal (Jeukendrup, 2017).

Tabla 1: Periodización de la dieta en una semana de un solo partido

EJEMPLO DE PERIODIZACIÓN NUTRICIONAL EN FÚTBOL



	DESAYUNO	M. MAÑANA	COMIDA	MERIENDA	CENA
LUNES MD+2		ENTRENO 			
MARTES NO T.S.		DÍA LIBRE			
MIÉRCOLES MD-3		ENTRENO CARGA ↑ 			
JUEVES MD-2		ENTRENO 			
VIERNES MD-1		ENTRENO 			
SÁBADO MD				PARTIDO 	
DOMINGO MD+1		ENTRENO RECOVERY 			

Fuente: elaboración propia.

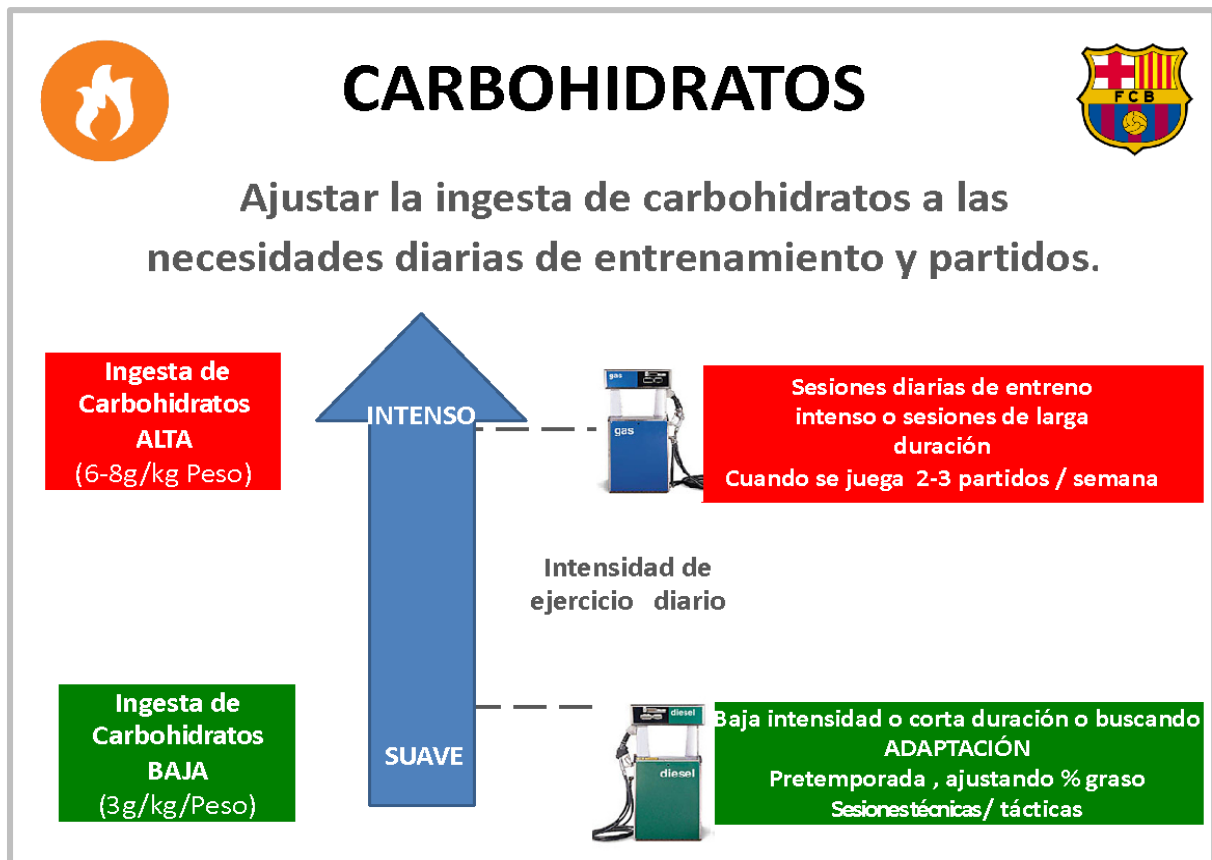
Tal y como se refleja en la Tabla 1 con colores diferentes, se puede hacer una periodización de la carga de entreno y nutrición semanal con días de mayor necesidad de energía (color naranja y rojo) y días de menos intensidad (color verde).

Los objetivos en cada caso pueden ser diferentes. A rasgos generales, podemos reflejarlos del siguiente modo:

- **Objetivos de días previos y pospartido:** Días -2 y -1; rellenar depósitos de glucógeno muscular.
- **Objetivo del día del partido:** Completar extraenergía, hidratar, buenas sensaciones, digestibilidad.
- **Entre 24 y 48 horas después del partido:** Rehidratar, recuperación óptima de energía gastada, reparar daño muscular, modular inflamación, etcétera (Heaton et al., 2017).



Figura 4: Periodización de la dieta o ajuste de los carbohidratos para sesiones de más intensidad o días de partido



Fuente: Rollo, Lizarraga y Porta, 2017.

Como hemos mencionado, la energía de un día de descanso puede variar cuantitativamente respecto a la de un día de partido o entreno intenso en unas 1000 kcal, pero es necesario transmitirle al deportista el concepto de calidad nutricional alta, incluso en dietas de control de energía, para que se motive y busque una alimentación que sea:

1. variada, colorida y antiinflamatoria, rica en vegetales y grasas saludables;
2. adecuada en cuanto al contenido de proteína repartida a lo largo del día;
3. ajustada en el aporte de hidratos de carbono, en función de la duración e intensidad del esfuerzo. Estos aportes pueden venir en forma de guarniciones o *snacks* de fruta, cereales, de arroz, etcétera.

El deportista no entiende de porcentajes de calorías de la dieta o de gr/kg de peso de carbohidrato o de proteína, con lo que el mensaje de lo que debe comer le ha de llegar de una manera sencilla, con medidas de tamaño fáciles de identificar, como grande, mediano o pequeño, o incluso utilizando fotos para valorarlo.

El concepto de tamaño del plato y el reparto de su contenido, que se modifica según las necesidades —como aumentar o disminuir pasta, arroz o patata y, a la inversa, ensalada, verduras, etc.—, permite diseñar opciones de platos para situaciones diferentes.

Aunque en otros deportes el concepto de *periodización* está claro y el deportista entrena y come de manera diferente según el momento, el planteo es reciente en el caso de los deportes de equipo. La periodización en deportes de equipo es interesante, de cara a concienciar al jugador sobre que, del mismo modo en que ajusta la carga e intensidad de su entrenamiento para una óptima adaptación, también es necesario ajustar la alimentación y subir o bajar la cantidad de algunos alimentos claves a la hora de mantener y recuperar las reservas energéticas. Así, por ejemplo, la cantidad de hidratos de carbono puede variar en valor absoluto entre unos días y otros, y se pueden añadir a una dieta base dos raciones de pasta o arroz, un bol de frutas troceadas, medio litro de bebida deportiva y un batido recuperador con cereales antes de dormir.

La periodización en los carbohidratos hace que los días de entrenamiento se consuman unos 4g/kg de peso corporal, pero los de partido se llega a 7g/kg de peso, lo que en un jugador de 80 kg puede implicar pasar a consumir unos 250 g al día más de alimentos energéticos, como arroz, pasta, fruta, cereales o bebidas deportivas, y una diferencia de unas 1000 kcal entre unos y otros días (Anderson et al., 2017).

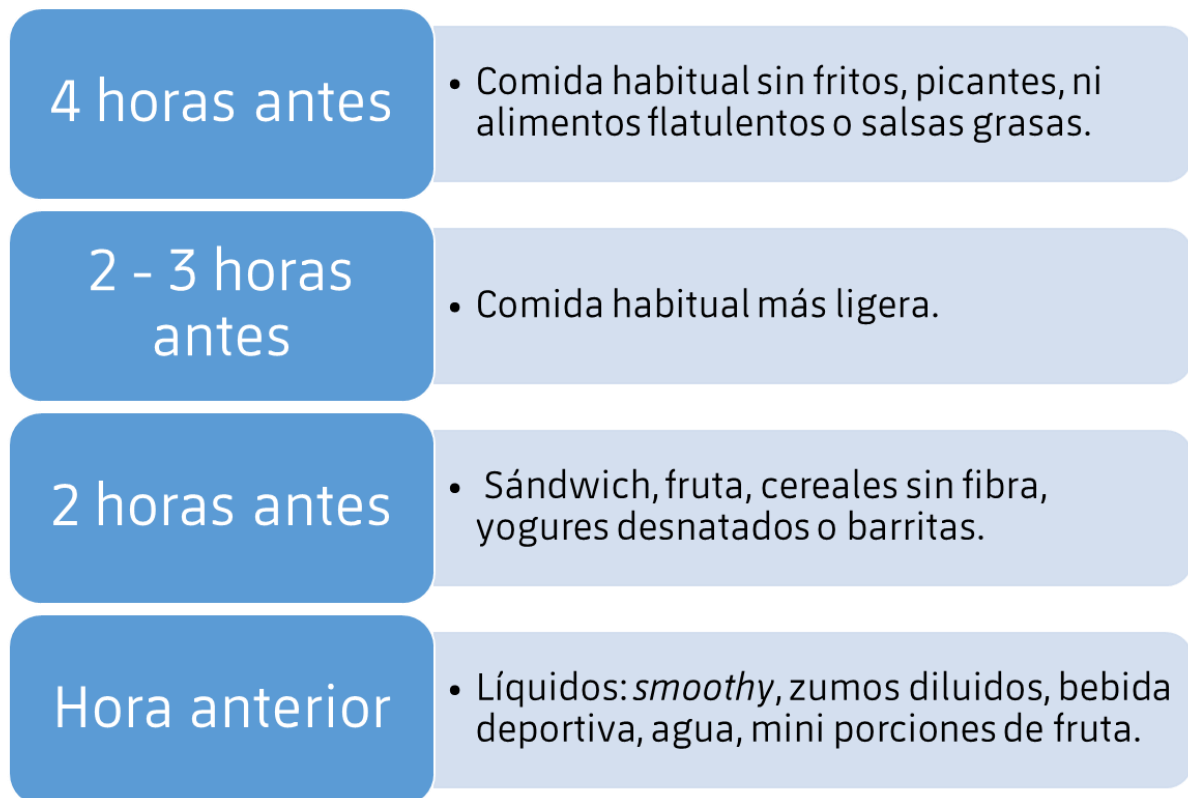
6. Ajuste horario o *timing*

El momento en que se come también es muy importante. El concepto de *timing* o ajuste horario lo ha de conocer el deportista para saber en qué situaciones es necesario que haga incluso un pequeño esfuerzo por comer de cara a optimizar la recuperación.

El correcto *timing* previo de comida busca completar las digestiones antes del esfuerzo y preparar al deportista, hidratarlo y aportarle glucosa para el cerebro justo antes de empezar. Durante el esfuerzo se pueden comer pequeñas cantidades de fruta, geles, barritas, o beber según tolerancia, reglamento, etcétera. Al acabar el esfuerzo, el objetivo es ajustar el alimento y la bebida para una óptima recuperación.

Existe un *timing* prepartido que supone respetar los tiempos de digestión previos y adecuar los alimentos en cantidades y tipo de alimento al tiempo que se tiene para digerir. Existe un *timing* inverso, en el que el jugador comienza su recuperación con líquidos y pequeñas comidas para completarlo en las horas posteriores.

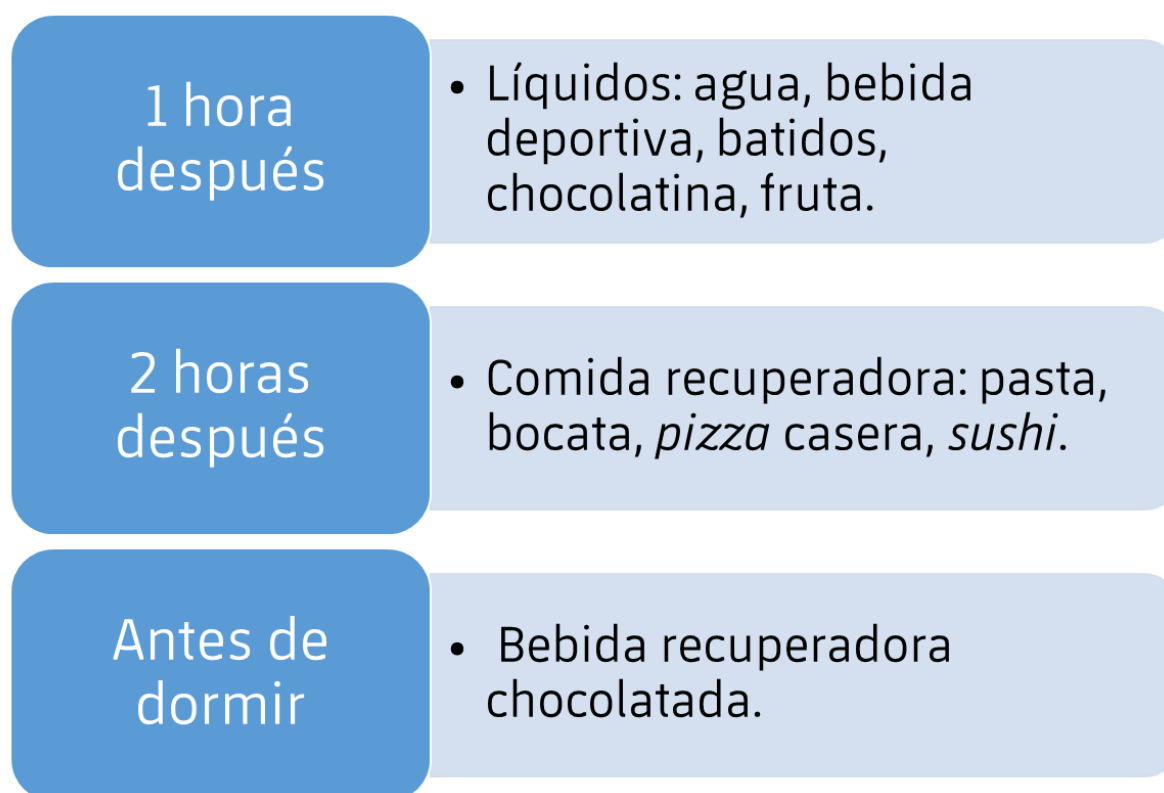
Figura 5: Esquema acerca de qué y cuándo comer antes del entrenamiento/partido



Fuente: elaboración propia son base en Lizarraga (2018).

El *timing* de la recuperación adecuada se asemeja a un efecto llamado de *ventana abierta* muscular, que hace que aproximadamente las dos horas posteriores al esfuerzo se consideren de vital importancia para administrar al deportista la bebida, comida e incluso suplemento que consideremos más adecuados (Ranchordas, Dawson y Russell, 2017).

Figura 6: Esquema acerca de qué comer luego del entreno/partido



Fuente: elaboración propia con base en Lizarraga (2018).

Son causas frecuentes de fatiga acumulada: la deshidratación, la mala reposición de depósitos del glucógeno muscular tras el esfuerzo, la acidosis metabólica o la fatiga central por bajadas de glucemia, entre otras (Mujika y Burke, 2011).

7. Estrategias nutricionales en la recuperación

Es valioso saber en qué momentos puede ser importante comer y qué comer. Los alimentos actualmente son algo más que calorías: además de energía, ayudan a modular, por ejemplo, la respuesta hormonal e inflamatoria que se da en las horas posteriores al esfuerzo. La comida recuperadora de las dos primeras horas posteriores tiene como objetivo frenar niveles de cortisol y de mediadores inflamatorios, así como fomentar la rápida recuperación del glucógeno muscular, para lo cual se buscan cantidades adecuadas de nutrientes y que estén bien proporcionados.

Un plato de pasta con carbonara, una *pizza* baja en grasa, el *sushi* o un batido recuperador pueden ser buenas opciones para recuperar y conseguir una proporción 4:1 o 3:1 de carbohidrato y proteína, aportando un mínimo de 15-25 g de proteína.

La óptima recuperación es uno de los objetivos principales cuando se solapan sesiones de entrenamiento o partido. Es difícil conseguirlo cuando hay menos de 3 días entre ellos, a veces asociados a viajes, y la combinación de **nutrición y descanso** son las herramientas clave para ello (Dupont et al., 2010).

Estrategias de ayudas en forma de batidos de proteína o combinados con carbohidratos en el posesfuerzo y antes de dormir pueden, junto con las horas adecuadas de sueño, intentar minimizar los efectos de la fatiga acumulada (Heaton et al., 2017).

Unidad 2.2 Hidratación y rendimiento. Métodos para valorar la deshidratación y estrategias para hidratar antes, durante y después del entreno

Cada día, durante el esfuerzo, los deportistas pierden mucha agua corporal a través del sudor, la orina y la respiración. Sin embargo, pueden incorporarla mediante los alimentos y líquidos ingeridos en la dieta. Una deshidratación de más del 2 % de la masa corporal puede repercutir en un peor rendimiento. Cada deportista tiene una tasa de deshidratación diferente, y por eso es interesante medirla y controlar el balance hídrico.

Para medir la tasa de deshidratación, se debe calcular la diferencia del peso del jugador antes y después del esfuerzo, añadir el líquido ingerido y restar el volumen orinado. El total se divide entre los minutos de esfuerzo y se multiplica por 60, para calcular volumen sudor/hora. Esta tasa variará según las condiciones ambientales, la intensidad del entrenamiento o partido, etcétera.

Fórmula:

$$\frac{(\text{Peso antes ejercicio} - \text{peso después ejercicio}) + (\text{volumen líquido ingerido} - \text{volumen orinado})}{\text{Minutos del esfuerzo físico} \times 60 \text{ minutos}} = \text{volumen sudor/hora}$$

Se debe tener en cuenta que en el sudor también se pierden minerales, como el sodio y el cloruro, y que existen diferencias individuales entre jugadores. Así, algunos de ellos necesitarán un aporte extra de electrolitos al finalizar la actividad, para evitar rampas, calambres, etcétera.

Frecuentemente se inicia la actividad física en un estado de deshidratación. Esto disminuye el rendimiento deportivo y aumenta la racionabilidad. Por ello, hidratarse antes es tan importante como la hidratación durante la competición o luego de entrenar. Los jugadores deberían tener conocimientos sobre cómo mantener su hidratación y modificar la ingesta de líquidos en función de las demandas del ejercicio o de las condiciones ambientales.

La ingesta de líquidos, durante los entrenamientos y partidos, puede ayudar a mantener el volumen plasmático y prevenir los efectos adversos que la deshidratación genera en el rendimiento y la salud. Cuando hay poco tiempo entre partidos, es clave realizar una rápida y buena rehidratación para optimizar la recuperación. Pero también es importante realizar a diario estrategias para entrenar la hidratación y la tolerancia a las bebidas antes y después del esfuerzo:



- **Antes del ejercicio:** Se recomienda beber al menos 2 horas antes de realizar ejercicio, unos 5-7 ml de líquido por cada kg de masa corporal. La ingesta de líquidos durante las comidas, combinada con pequeñas cantidades de sodio, ayudará a estimular la sed y la retención del agua ingerida.
- **Durante el ejercicio:** Para evitar la deshidratación, es importante tener una buena pauta de rehidratación durante el entrenamiento o partido. Para esto será importante pesar de manera regular al deportista, antes y después de las sesiones, y diseñar una pauta personalizada que combine, por ejemplo, agua con bebidas deportivas. Esta práctica le ayudará sobre todo si el ejercicio se prolonga más de 30 minutos en ambiente caluroso. Es necesario evitar el consumo incontrolado y excesivo de agua, ya que puede llevar en esfuerzos de larga duración a la hiponatremia (baja concentración de sodio plasmático), debido a unas grandes pérdidas de sudor, repuestas solo con agua. Hay que entrenar la pauta de hidratación a diario. Se debe evitar consumir grandes cantidades de una sola vez para prevenir efectos negativos de un volumen excesivo, como las inmediatas ganas de orinar, ya que generaría una deshidratación voluntaria.

Si se escogen bebidas deportivas, es importante ver cuál se ajusta mejor a las necesidades del deportista, ya que hoy en día se pueden ajustar las cantidades de carbohidratos en 2 %, 5 % y 12 % y las sales minerales, según las necesidades. La hidratación con líquidos también da, como vemos, la oportunidad de aportar carbohidratos, según necesidades y tolerancia. La bebida debe ser específicamente seleccionada, según el deporte de equipo que se realice y, además, se debe haber probado antes del partido para asegurar que el deportista no padezca problemas intestinales. Estas bebidas deportivas suelen llevar sodio, además de agua y carbohidratos, para mejorar la absorción y retención del agua ingerida.

- **Después del esfuerzo** es importante rehidratar lo antes posible e ingerir en las dos primeras horas al menos un 150 % de lo perdido para reponer todas las pérdidas hídricas mediante bebidas deportivas, agua y alimentos. En situaciones de gran deshidratación, la combinación de agua con sales y carbohidratos rehidrata más eficazmente que solo el agua.

1. Ayudas ergogénicas en deportes de equipo

Las ayudas ergogénicas incluyen todas las sustancias que mejoran el rendimiento deportivo, ya sean ayudas psicológicas, materiales, farmacológicas o nutricionales. Dentro de las ayudas nutricionales, encontramos tanto los alimentos y los alimentos funcionales como los suplementos nutricionales orientados a la mejora del rendimiento u orientados a optimizar la salud del deportista. Estos suplementos son utilizados con frecuencia por jugadores durante la temporada con el objetivo de mejorar el rendimiento y optimizar la recuperación. Un ejemplo de esta amplia utilización es que del 43 % al 93 % de los jugadores de fútbol se suplementa tal y como han expuesto diferentes informes.

Además, durante la FIFA World Cup del 2002 y del 2006, se registraron valores de suplementación de entre el 40 % y el 50 %. Ante estas cifras, es importante recordar que raramente será necesario suplementar si la dieta del deportista es saludable, variada y equilibrada. Aun así, existen excepciones donde los suplementos pueden ayudar al rendimiento o a la recuperación, pero siempre se deben tomar para complementar una dieta saludable y no para sustituirla. En este contexto, un suplemento está concebido para ser comestible y contiene un componente dietético con el objetivo de aportar un valor nutricional extra.

El ingrediente dietético puede ser uno o una combinación de las siguientes sustancias:

- Una vitamina.
- Un mineral.
- Una hierba u otros componentes botánicos.
- Aminoácidos.
- Ingredientes dietéticos utilizados por las personas para incrementar el aporte total mediante concentrados, metabolitos, constituyentes o extractos.

Los productos de nutrición deportiva (como bebida para deportistas, bebidas de proteína o recuperadoras) no están considerados como suplementos. Desafortunadamente, la industria de suplementación deportiva no está bien regulada y esto conlleva una serie de riesgos que deben ser eliminados. La calidad es un elemento esencial y las decisiones sobre qué suplementos utilizar deberían estar basadas en un escrupuloso análisis de coste/beneficio. Aunque existen miles de suplementos en el mercado, únicamente unos cuantos tienen aval y evidencia científica. Estos suplementos o alimentos funcionales se clasifican según su grado de evidencia científica en los siguientes grupos:

- **Grado A de evidencia.** Datos procedentes de múltiples ensayos clínicos aleatorizados o metaanálisis.

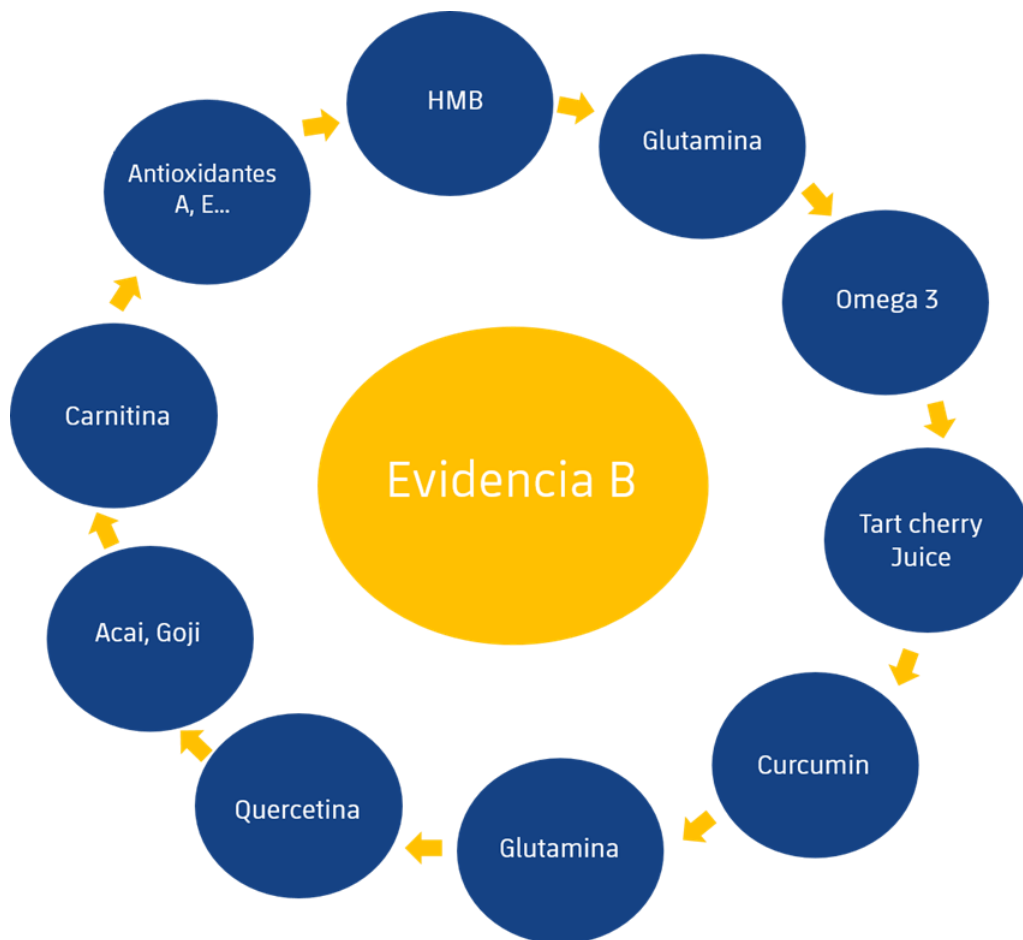
Figura 7: Suplementación con grado de evidencia A



Fuente: elaboración propia.

- **Grado B de evidencia.** Datos procedentes de un único ensayo clínico aleatorizado o de grandes estudios no aleatorizados.

Figura 8: Suplementos con evidencia de grado B



Fuente: elaboración propia.

- **Grado C de evidencia.** Consenso de opinión de expertos o pequeños estudios.

Es importante tener en cuenta que, como profesionales, debemos recomendar preferentemente aquellos suplementos que se encuentren en el grupo A o en el B.

- **Grado D de evidencia.** Prohibido o en alto riesgo de contaminación con sustancias que podrían conducir a un positivo en test de dopaje y no debería ser usado por atletas.

El grado de evidencia recomendado siempre será el A o el B, para evitar falsos positivos o ineficacia y potenciar los efectos beneficiosos demostrados por los suplementos de los grupos A y B.

2. Suplementos nutricionales y alimentos funcionales más utilizados

En este capítulo veremos, de manera detallada, los suplementos más relevantes con evidencia científica. A continuación, se clasifican algunos de ellos según su utilización médica (para la mejora del rendimiento o la mejora de la recuperación):

Tabla 2: Suplementos relevantes según su utilización médica

Uso médico según resultados de analíticas	Hierro la tabla
	Multivitamínico/vitamina C
	Vitamina D
Mejora del rendimiento	Cafeína
	Creatina
	B-alanina
Recuperación	Zumo de cereza ácida

Fuente: elaboración propia.

Este capítulo se centrará en aquellos suplementos más utilizados que tengan por objetivo tanto la mejora del rendimiento como la optimización de la recuperación. Cabe destacar que los suplementos que se expondrán se deberán utilizar en situaciones específicas, de acuerdo con los protocolos validados para su uso. Los suplementos deben emplearse tras ser individualizados, supervisados y monitorizados por profesionales del campo. Aunque existe una evidencia general de estos productos, son necesarios estudios para afinar aún más los protocolos individualizados y los momentos específicos de utilización. Se requieren programas para asegurar la calidad de los productos en todos los niveles. Estos programas ayudarán a tener la certeza de que los suplementos son seguros y de que no contienen sustancias prohibidas.

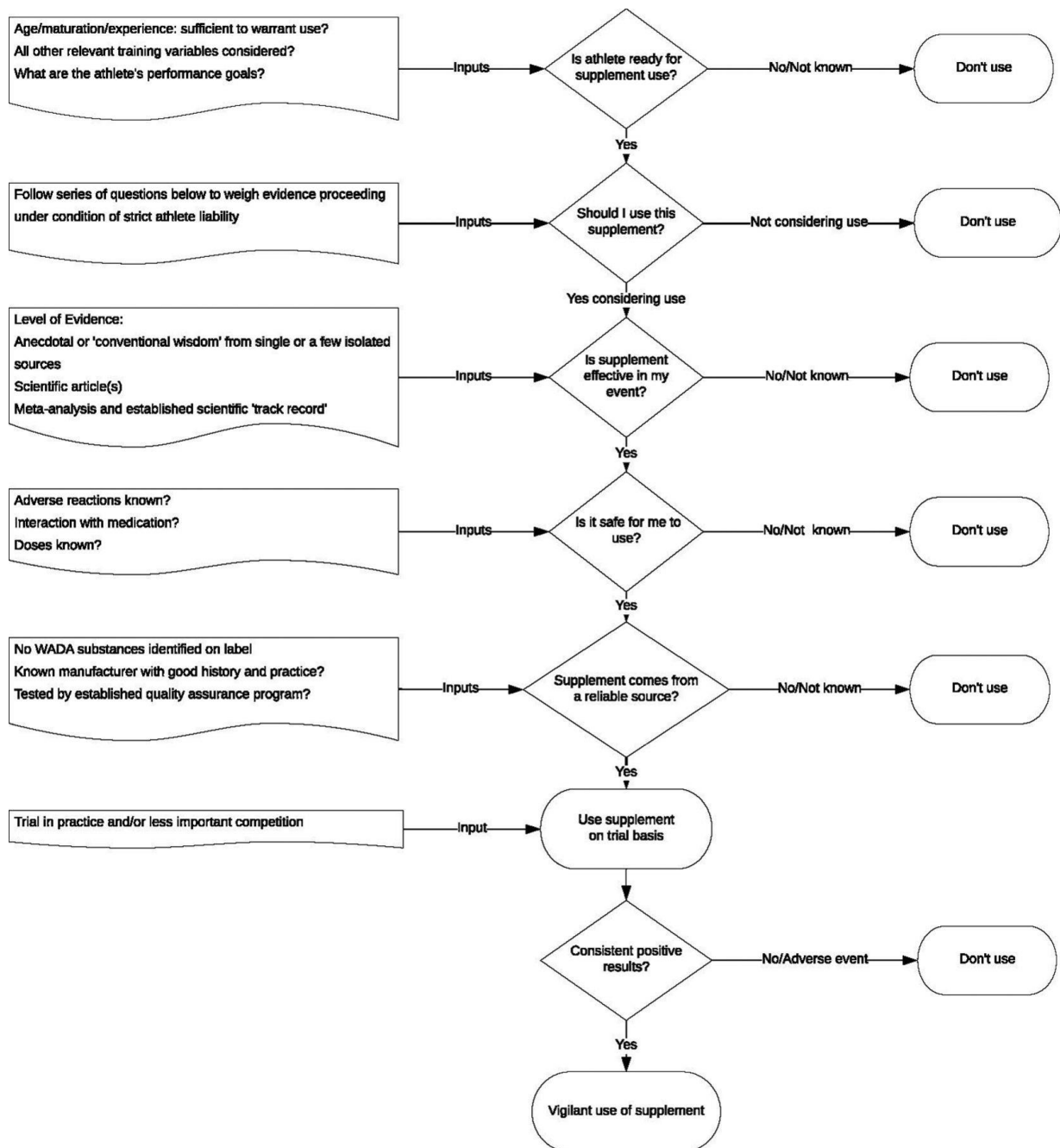
Seguridad en los suplementos: los programas de garantía de calidad

Existen riesgos significativos asociados a la utilización de suplementos dietéticos no regulados. Estos incluyen:

- La no presencia de los componentes activos mencionados.
- La presencia de sustancias perjudiciales y tóxicas.
- La presencia de fármacos que deben ser prescritos y que son potencialmente peligrosos.

Cuando se ha tomado la decisión de suplementar, es muy importante asegurarse de que el suplemento en cuestión esté dentro de los suplementos permitidos por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA). Especialmente, debe asegurarse de que todos los suplementos estén libres de sustancias prohibidas. Existen muchos ejemplos de deportistas que dieron positivo en los test antidopaje por la utilización de suplementos nutricionales y que vivieron situaciones adversas por la utilización de estos. Por lo tanto, es importante considerar los riesgos y los beneficios antes de tomar una decisión.

Figura 9: Diagrama de flujo para guiar la toma de decisiones informada y reducir el riesgo de violación de las reglas antidopaje durante el uso de suplementos nutricionales



Fuente: Maughan et al., 2018, p. 450.

Age / maturation / experience: sufficient to warrant use? All other relevant training variables considered? What are the athlete's performance goals?	Edad / madurez / experiencia: ¿son suficientes para garantizar el uso? ¿Se consideraron todas las otras variables de entrenamiento relevantes? ¿Cuáles son los objetivos de rendimiento del deportista?
Inputs	Aportes
Is the athlete ready for supplement use?	¿El deportista está listo para usar suplementos?
No / Not known	No / No sabe
Don't use	No usar
Yes	Sí
Follow series of questions below to weigh evidence proceeding under condition of strict athlete liability?	Haga las preguntas que están a continuación para evaluar la evidencia del proceso bajo la estricta responsabilidad del atleta.
Inputs	Aportes
Should I use this supplement?	¿Debería usar este suplemento?
Not considering use	No se considera el uso
Don't use	No usar
Yes considering use	Sí se considera el uso
Level of Evidence: Anecdotal of 'conventional wisdom' from single or a to isolated sources Scientific article(s) Meta-analysis and established scientific "track record"	Nivel de evidencia: hechos anecdóticos o de "sabiduría convencional" provenientes de una única o pocas fuentes. Artículo(s) científico(s). Meta análisis e "historial" científico verificado.
Inputs	Aportes
Is supplement effective in my event?	¿El suplemento es efectivo en mi evento?
No / Not known	No / No sabe
Don't use	No usar
Yes	Sí
Adverse reactions known? Interaction with medication Doses known?	¿Se conocen las reacciones adversas? ¿Cómo interactúa con la medicación? ¿Se conocen las dosis?
Inputs	Aportes
Is it safe for me to use?	¿Es seguro usarlo?
No / Not known	No / No sabe
Don't use	No usar
Yes	Sí
No WADA substances identified on label	No se identifican sustancias WADA en la etiqueta, ¿el fabricante tiene buena

Known manufacturer with good history and practice? Tested by established quality assurance program?	reputación y buenas practicas? ¿Está testeado mediante programas que garanticen la calidad?
Inputs	Aportes
Supplement comes from a reliable source?	¿El suplemento viene de una fuente confiable?
No / Not known	No / No sabe
Don't use	No usar
Yes	Sí
Trial in practice and / or less important competition	Prueba en entrenamiento o en una competencia de menor importancia
Inputs	Aportes
Use supplement on trial basis	Usar el suplemento para su evaluación
Consistent positive results?	¿Resultados positivos contundentes?
No / Adverse event	No / Efectos adversos
Don't use	No usar
Yes	Sí
Vigilant use of supplement	Uso de suplemento bajo control

Existen programas de garantía de calidad para poder testear los productos en busca de sustancias prohibidas. Estos programas analizan muestras de suplementos existentes en el mercado y los comparan con las guías de sustancias prohibidas de la WADA. No obstante, estos programas no son confiables, ya que, por lo general, no se comprueba si los componentes activos están presentes. Los deportistas y los responsables de su suplementación ven estos programas como una garantía de la integridad de los productos que se analizan. Sin embargo, es importante tener en cuenta que únicamente un reducido número de suplementos ha sido analizado y que los análisis tienen limitaciones en cuanto al nivel mínimo detectado. Por lo tanto, aunque los programas aseguran ser confiables, no ofrecen una garantía absoluta de calidad.

Los suplementos más comunes entre los atletas son los complejos multivitamínicos y los suplementos minerales, seguidos por otros de micronutrientes que incluyen la vitamina C, la vitamina D, el magnesio y el hierro.

Los suplementos expuestos en el presente capítulo son aquellos que tienen una evidencia entre moderada y alta y son relevantes para diferentes deportes.

Suplementos para la mejora del rendimiento

Cafeína: La cafeína es un compuesto que se encuentra en muchas bebidas y productos alimenticios (por ejemplo, en el té, el café, la Coca-Cola, el chocolate, etc.) y quizás sea el componente más ampliamente estudiado como ayuda ergogénica utilizado para mejorar

el rendimiento. Ciertamente, se ha podido demostrar de manera consistente que la cafeína mejora tanto el rendimiento cognitivo como el físico en diferentes actividades físicas, como correr, ir en bici, nadar o remar (Burke, 2008). Además, diferentes estudios concluyen con que también mejora los elementos físicos y técnicos del desempeño deportivo que son inherentes a muchas de las competiciones deportivas.

Por ejemplo, la cafeína puede mejorar la capacidad para realizar sprints y para saltar, además de mejorar el rendimiento de deportes intermitentes de alta intensidad (Gant, Ali y Foskett, 2010). Los efectos ergogénicos de la cafeína se obtienen con la ingesta de 2-6 mg/kg de índice de masa corporal (Burke, Desbrow y Spriet, 2013). El pico plasmático de cafeína suele acontecer entre los 45 y los 60 minutos después de la ingesta. Es recomendable consumirla mediante bebidas con cafeína, cápsulas o geles (en función de las preferencias del deportista) en el calentamiento, antes del inicio de la actividad. Aunque los mecanismos precisos del aporte ergogénico tienen algunos puntos por concretar, la mayoría de los investigadores coincide en la habilidad de la cafeína para modular el sistema nervioso central. Ciertamente, la cafeína es transportada fácilmente a través de la barrera hematoencefálica y actúa como un antagonista de la adenosina, evitando la acción de esta. De este modo, la cafeína puede incrementar las concentraciones de determinados neurotransmisores, como la dopamina, lo que eleva el grado de motivación y la capacidad física. Además, recientemente se ha evidenciado que puede tener un efecto ergogénico en deportes de alta intensidad e intermitentes mediante un mecanismo relacionado con la capacidad de excitación muscular. De hecho, se ha evidenciado una mejora de la capacidad física con la suplementación de cafeína, ya que se reduce la acumulación muscular de potasio durante los ejercicios intensos. (Mohr, Nielsen y Bangsbo, 2011).

Múltiples estudios recrearon el escenario de competición y observaron el efecto de la suplementación con cafeína. Algunos de ellos reportaron una mejor recuperación y un mayor rendimiento respecto a los jugadores que no se suplementaron con cafeína. En el fútbol, también existen estudios que evidenciaron una mayor capacidad para esprintar, saltar y mejorar la sensación de los jugadores, ya que la cafeína parece reducir la sensación de fatiga durante el entrenamiento o partido. A diferencia de los días de competición, cuando los deportistas consumen productos con cafeína, en los días de entrenamiento se pueden conseguir efectos ergogénicos beneficiosos si se consume cafeína mediante té o café en el desayuno, antes del entrenamiento.

Aunque existe una amplia evidencia sobre la suplementación con cafeína en el deporte, es recomendable que los deportistas inicien esta suplementación durante los entrenamientos. Esto se debe a que la cafeína puede tener efectos adversos que limitan su utilización en algunos deportes o en personas sensibles. Estos son: insomnio, dolor de cabeza, irritación y sangrado intestinal y estimulación de la diuresis. Además, no todos los individuos obtienen beneficios después de la suplementación con cafeína, de modo que aumentar la cantidad de las dosis (sobre todo por encima de 6 mg/kg de índice de

masa corporal [IMC]) puede tener consecuencias negativas, como incrementar la frecuencia cardíaca, tener mayor irritabilidad, temblores, confusión, menor concentración, falta de aliento, etcétera. Y muchos de estos efectos secundarios impactan negativamente en el rendimiento deportivo. Por otro lado, consumir dosis elevadas de cafeína la noche anterior a la competición también puede ser problemático debido a que la calidad del sueño se verá comprometida (Morton, 2014).

Recomendaciones prácticas en la suplementación de cafeína:

1. Experimentar durante los entrenamientos para encontrar la dosis adecuada.
 2. Marcar como objetivo llegar a los 3 mg/kg (con un rango de entre 2 y 5 mg/kg).
 3. Tomar la cafeína 45-50 minutos antes del partido.
 4. Si utiliza un chicle para el aporte de cafeína, tomarlo justo antes o durante el calentamiento.
 5. El formato para tomar la cafeína dependerá de sus gustos y preferencias.
- **Creatina:** Como la cafeína, la creatina es uno de los suplementos más estudiados y de los que existe más evidencia sobre su utilización. La creatina es un compuesto de guanidina que es sintetizado en el hígado y en los riñones, derivado de los aminoácidos arginina y glicina. Desde una perspectiva dietética, las fuentes más ricas de creatina son el pescado y la carne roja. Por ejemplo, 1 kg de un bistec contiene sobre 5 g de creatina (Maughan, Greenhaff y Hespel, 2011). La mayor reserva de creatina en el cuerpo es el músculo esquelético, donde aproximadamente entre el 60 % y el 70 % de la creatina está almacenada en una forma fosforilada conocida como fosfocreatina (PCr).

La suplementación de creatina se ha asociado tradicionalmente a la fuerza y potencia de los deportistas (como la que necesitan los levantadores de peso o los deportistas que realizan esprints) debido a el rol de la PCr cuando se hidroliza y se regenera en adenosín-trifosfato (ATP) durante los segundos iniciales de una actividad a alta intensidad. De todos modos, en el contexto de los deportes intermitentes de alta intensidad, la suplementación con creatina es especialmente interesante debido a que las reservas de PCr se reducen de manera marcada durante deportes de equipo como el fútbol. En consecuencia, la suplementación con creatina mejora la repetición de esprints tanto de corta como de larga duración, y también mejora los ejercicios prolongados que sean intermitentes. Esta mejora podría deberse al incremento de las reservas de fosfocreatina del músculo en reposo y también a la mayor tasa de regeneración de la PCr durante los periodos de recuperación entre esprints. Existen diferentes fuentes (Casey et al., 1996) que evidencian la mejora de los esprints cuando existe suplementación en creatina, en comparación con deportistas no suplementados. Además de la mejora en los esprints, los jugadores también pueden



consumir la creatina con el objetivo de incrementar la masa muscular, la fuerza y la potencia.

Harris, Söderlund y Hultman (1992) proporcionaron la evidencia inicial de que la suplementación con creatina (utilizando un protocolo de suplementación de 20 g al día durante 5 días) incrementaba (en magnitudes del 20 %) tanto la cantidad de creatina total como las reservas de PCr en el músculo esquelético. Como tal, la pauta de ingesta de la creatina se estandarizó para tener un protocolo de utilización (que normalmente implicaba 4 dosis de 5 gramos al día durante 5-7 días) seguido por una etapa de mantenimiento diaria con dosis de entre 3 y 5 gramos (Casey et al., 1996). Sin embargo, dado que la adherencia a este protocolo por parte del deportista puede ser limitado, se tiene que tener en cuenta que la ingesta de dosis menores durante un periodo mayor de tiempo puede incrementar finalmente la creatina del músculo hasta obtener valores similares a los observados con los protocolos de suplementación más tradicionales.

Tras la finalización de la suplementación, las reservas de PCr tienden a volver a los valores basales iniciales en cinco u ocho semanas. Para maximizar la reserva de creatina, se recomienda que esta también se ingiera tras la actividad física y en combinación de carbohidratos o proteínas, ya que se sabe que el incremento de insulina también incrementa la generación de creatina. A nivel práctico, esto implica asegurar el aporte de creatina antes y después de los periodos de entrenamiento, juntamente con otros productos de nutrición deportiva que contengan carbohidrato (o proteína) o acompañado por una comida principal (desayuno, comida o cena).

La suplementación antes del ejercicio puede también mejorar la resíntesis de glucógeno muscular tras el ejercicio. Teniendo en cuenta que es difícil rellenar los depósitos de glucógeno muscular tras el ejercicio físico, incluso con el aporte adecuado de carbohidratos (CH), esta estrategia con creatina puede ser relevante durante periodos de muchos entrenamientos o partidos seguidos (Morton, 2014).

Es importante tener en cuenta que no todos los deportistas tendrán la misma respuesta a la suplementación con creatina, tanto a nivel de incremento de la creatina muscular como en cuanto a la mejora en el rendimiento deportivo. De hecho, las magnitudes de incremento de creatina muscular (cuando se da una dosis específica) tienen una elevada tasa de diferencia, que depende de la cantidad inicial de creatina muscular antes de la suplementación. Esta última viene determinada por la ingesta dietética.

Además, las mejoras gracias a la creatina en deportes con una duración intermitente también son mejores en aquellos deportistas que ya contaban con un nivel inicial mayor de creatina o PCr. Una elevada suplementación de creatina puede producir un incremento de peso de entre 1 y 1,15 kg; este efecto acontece más en hombres que en mujeres (Mihic, MacDonald, McKenzie y Tarnopolsky, 2000). Este aumento de peso no es grasa, sino que puede deberse a la concentración mayor de agua intracelular. Es por esto que no cualquier jugador se interesa por este tipo de suplementación, ya que podrá sentirse más

pesado y menos veloz. Especialmente, no será productiva en deportistas que necesitan velocidad y agilidad. Además, esta suplementación tiene un efecto negativo sobre el riñón y el hígado, aunque los estudios apuntan que no existe relación entre daño en el hígado o riñón cuando se suplementan con creatina durante largos periodos individuos sanos. En general, la evidencia actual propone que la suplementación con creatina tiene efectos positivos en deportes de corta duración y elevada intensidad, y con periodos intermitentes. La creatina tiene efectos clave en el músculo esquelético, actúa como tampón energético, como portador de energía y como regulador de la ratio ATP/ADP (adenosín-trifosfato/adenosín-difosfato).

Luego de la suplementación, se tarda semanas en volver a los niveles iniciales, y durante ese tiempo se tienen los beneficios que aporta. Es prudente suplementar en momentos concretos de la temporada (por ejemplo, en la pretemporada, cuando se tienen muchos partidos seguidos, etc.) o para conseguir objetivos en los entrenamientos (mejorar masa muscular, mejorar fuerza, etc.).

Recomendaciones prácticas de la suplementación con creatina:

1. Desarrollar estrategias individuales.
2. Monitorizar cambios de talla y peso.
3. El protocolo de suplementación puede ser de duración corta (5 días × 20 g/día) o gradual (3 g diarios durante 30 días).

β -alanina: En las células del músculo esquelético, la B-alanina se combina con L-histidina para formar β -alanina-L-histidina, más conocida como carnosina. La carnosina es conocida en los ejercicios de alta intensidad, ya que puede actuar como un tampón intracelular para los iones de hidrógeno. En el fútbol, por ejemplo, los esprints repetidos pueden hacer que el pH del músculo descienda a niveles que puedan impedir la formación de ATP mediante el metabolismo glucolítico. Por este motivo, es común entre los futbolistas consumir diariamente suplementos de β -alanina para incrementar las reservas de carnosina y mejorar el rendimiento en deportes de alta intensidad. De hecho, se ha demostrado que la suplementación diaria de β -alanina eleva la concentración de carnosina en el músculo esquelético en aproximadamente un 50 % en los tipos 1 y 2 de fibras musculares (Harris y Sale, 2012). Además, estudios recientes (Hobson et al., 2012) también demuestran que existen efectos ergogénicos tras la suplementación con β -alanina en deportes con periodos de alta intensidad que duran entre 1 y 6 minutos, como el atletismo, el remo, la natación, etcétera.

Desafortunadamente, la investigación que evalúa los efectos de la suplementación de β -alanina en deportes de intensidades altas e intermitentes, como el fútbol, es imprecisa. Puede suceder que en los estudios en los que mejora el rendimiento esto se deba a una duración mayor de la suplementación y, por lo tanto, a un posible incremento de las reservas musculares.



Un efecto negativo de la suplementación con β -alanina cuando se administra en dosis únicas de más de 10 mg por kilo de peso es enrojecimiento y tirantez de la piel o las parestesias. Para reducir este efecto negativo, se han desarrollado diferentes formulaciones que permiten ingerir hasta 800 mg de una vez sin estos síntomas (Decombaz et al., 2012). Aunque el protocolo de utilización óptimo todavía se desconoce, se ha constatado una relación entre el total de cantidad de β -alanina ingerida (en rangos de entre 1,6 y 6,4 gramos por día) y el incremento tanto relativo como absoluto de la carnosina muscular (Stellingwerff, Decombaz, Harris y Boesch, 2012). Con este objetivo, se ha observado que 4 semanas de suplementación con 3,2 g de β -alanina al día inducen una mejora dos veces mayor en reservas de carnosina muscular, en comparación con una suplementación de 1,6 gramos diarios. Además, también se ha observado que la suplementación de 3,2 g de β -alanina diarios induce a más del doble de carnosina muscular que si se compara con la suplementación de 1,6 gramos diarios. Por otro lado, se ha observado que una suplementación diaria de 1,6 gramos puede inducir a mayores incrementos tras las 4 semanas de la suplementación (Stellingwerff et al., 2012).

Recientemente se ha observado que, tras la suplementación durante 6 semanas con 3,2 g de β -alanina al día, se requiere un mantenimiento de 1,2 gramos al día para mantener la carnosina muscular elevada por encima del 30 % al 50 % de la cantidad habitual sin suplementación (Stegen et al., 2014). Tras la suplementación, el retorno a los niveles iniciales acontece a las 10-20 semanas (Baguet et al., 2009). Con base en lo comentado, se recomienda que, cuando es necesario elevar la carnosina de manera rápida, la suplementación con dosis elevadas (por ejemplo, 3,6 gramos diarios durante 3 o 4 semanas) puede ser un buen inicio seguido de un mantenimiento diario de más de 1,2 g. Para minimizar los síntomas de parestesia, se pueden consumir fórmulas con un vaciado más lento, mediante ingestas muy repartidas durante el día. Finalmente, también se ha determinado que la elevación de la carnosina, mediante la suplementación de β -alanina, es más pronunciada en deportistas entrenados que en personas no entrenadas (Morton, 2014).

Recomendaciones prácticas de la suplementación con β -alanina:

1. Utilizar fórmulas de liberación lenta de la β -alanina para evitar efectos secundarios.
2. Tomar entre 3 y 6 g diarios durante 3 a 4 semanas y, posteriormente, ingerir cada día, a modo de mantenimiento, 1,2 g de β -alanina.

Nitratos: La suplementación dietética con nitratos inorgánicos se estudia cada vez más debido a los efectos del óxido nítrico en diferentes funciones fisiológicas. De hecho, se ha documentado que el óxido nítrico desempeña funciones en la regulación del flujo sanguíneo, regeneración de la glucosa muscular y en las propiedades de contracción del músculo esquelético (Jones, 2014; Jones, 2016). La ruta tradicional de producción de óxido nítrico es la oxidación de la L-arginina, producida por el encima óxido nítrico sintasa. De todos modos, se sabe que la ingesta de nitrato inorgánico también puede ser



metabolizada hacia nitritos y, posteriormente, hacia óxido nítrico, complementando la que se produce por la oxidación de la L-arginina (Hord et al., 2011). La identificación de esta ruta bioquímica ha llevado a realizar numerosos estudios sobre la ingesta de nitrato inorgánico y el rendimiento físico. Los nitratos se encuentran principalmente en verduras de hoja verde, como espinacas, acelgas, lechuga o remolacha, aunque el contenido puede variar mucho en función de la tierra o del momento del año.

Como referencia para obtener una cantidad estable de nitrato, muchos investigadores utilizan dosis estándar de zumo de remolacha (teniendo en cuenta que medio litro es el equivalente de aproximadamente 5 mmol de nitrato) para elevar la disponibilidad del nitrato y el nitrito. Utilizando este zumo de remolacha tanto de manera regular (entre 3 y 15 días, medio litro de zumo de remolacha al día) como de manera puntual (2,5 h antes del entrenamiento), se ha demostrado que se reduce la presión sanguínea y el consumo de oxígeno y se mejora la capacidad durante ejercicios de corta duración, pero de alta intensidad, como durante el ciclismo o en las cursas (Bailey et al., 2009). Posteriormente, también se ha observado que se reducen los tiempos de carrera en distancias de entre 4 y 16,1 km (entre 5 y 30 minutos de ejercicio, aproximadamente). Estos efectos positivos no se observan en deportistas de élite de resistencia, lo que podría deberse a un conjunto de diferencias en la fisiología de los deportistas de élite y los de categorías inferiores, que hacen que la élite sea menos sensible al incremento de óxido nítrico (Jones, 2014).

“El mecanismo que sustenta la menor necesidad de oxígeno y la mejora del rendimiento se piensa que tiene que ver con la mejora de la eficiencia muscular y con el metabolismo energético” (Jones, 2014).

Las dosis óptimas para facilitar los efectos ergogénicos del nitrato no se conocen exactamente. Especialmente, no se conoce si son mejores las dosis únicas y concentradas o las regulares; por lo tanto, se requieren protocolos de utilización. De todos modos, en los protocolos de tomas aisladas, se ha observado que la mejora de la tolerancia a la actividad física no varía entre dosis de 8,4 o 16,8 mmol de nitratos ingeridos 2,5 horas antes del ejercicio físico, pero las dos cantidades son más eficaces que 4,2 mmol (Wylie et al., 2013). También se observó que la reducción de la utilización del oxígeno fue más acusada mientras mayor fue la dosis (Wylie et al., 2013). Esta información sugiere que la incapacidad para detectar los efectos fisiológicos del nitrato en escenarios de suplementación puntual se puede superar utilizando dosis mayores antes de la realización de actividad física o protocolos de mayor duración (Morton, 2014).

Aunque los estudios iniciales se realizaron durante actividades físicas continuas de alta intensidad, estudios recientes investigan los beneficios del zumo de remolacha en deportes intermitentes de alta intensidad. Mediante el uso de protocolos de suplementación más intensos (de aproximadamente 30 mmol en un período de 36 horas), se han visto mejoras en deportes intermitentes con esprints repetidos durante competiciones (Wylie et al., 2013).



Desde un punto práctico, es más probable que a los deportistas les sea más fácil suplementarse durante 36 horas con nitrato a cantidades más elevadas que con cantidades más moderadas durante 3-6 días.

Es muy importante que los deportistas experimenten con la suplementación de nitratos antes de competir (quizás lo es más con esta suplementación que con las mencionadas anteriormente). Además, para potenciar los efectos beneficiosos de la suplementación con zumo de remolacha, se recomienda a los deportistas no lavarse la boca con enjuague bucal antibacteriano y no comer chicle, ya que estos productos disminuyen la conversión de nitrato a nitrito.

Recomendaciones prácticas de la suplementación con zumo de remolacha:

1. Dos días antes del partido, tomar un concentrado de zumo de remolacha por la mañana y otro por la noche.
2. Tomar dos sorbos entre 1 y 4 horas antes del inicio de la actividad física.
3. Evitar enjuague bucal antibacteriano y chicles.
4. Experimentar con esta suplementación durante los entrenamientos, siempre antes de competir.

3. Suplementos para la mejora del rendimiento

- **Zumo de cereza ácida:** Tanto la cereza ácida como la dulce contienen niveles elevados de antioxidantes, incluyendo melatonina, carotenoides, hidroxicinamatos y diferentes flavonoides, como antocianinas o la quercetina (McCune, Kubota, Stendell Hollis y Thomson, 2011). Aunque los mecanismos aún se desconocen, existen informes que evidencian que tanto la cereza dulce como la variedad Montmorency reducen la inflamación (Kelley et al., 2006), el estrés oxidativo y el dolor muscular y mejoran la recuperación del músculo.

En deportes como el fútbol, el estrés muscular es elevado, lo que resulta en daño muscular. Este daño es seguido por una segunda fase de inflamación como parte del proceso de reparación. Durante esta fase, el músculo está inflamado y su función se ve reducida. Se cree que el zumo de cereza actúa principalmente sobre esta segunda fase, reduciendo la inflamación y el daño y manteniendo mejor la función muscular. En general, la evidencia actual apunta a que existen beneficios ergogénicos tras el consumo de zumo de cereza, tanto antes como después del deporte.

Recomendaciones prácticas de la suplementación con zumo de cereza:

- Durante una temporada muy intensa de partidos (entre 2 y 3 partidos a la semana), tomar un concentrado en forma líquida (30 ml dos veces al día) o cápsulas del equivalente de 100 cerezas ácidas al día.

Referencias

- Anderson, L., Orme, P., Naughton, R. J., Close, G. L., Milsom, J., Rydings, D.... Morton, J. P.** (2017). Energy intake and expenditure of professional soccer players of the English Premier league: Evidence of carbohydrate periodization. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(3), 228-238.
- Aragon, A. A., Schoenfeld, B. J., Wildman, R., Kleiner, S., Van Dusseldorp, T., Taylor, L.... Antonio, J.** (2017). International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 14-16.
- Baguet, A., Reyngoudt, H., Pottier, A., Everaert, I., Callens, S., Achten, E. y Derave, W.** (2009). Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 837-842.
- Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., Dimenna, F. J., Wilkerson, D.... Jones, A. M.** (2009). Dietary nitrate supplementation reduces de O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1144-1155.
- Burke, L. M.** (2008). Caffeine and sports performance. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 33(6), 1319-1334.
- Burke, L., Desbrow, B. y Spriet, L.** (2013). *Caffeine and Sports Performance*. Illinois, US: Human Kinetics.
- Casey, A., Constantin Teodosiu, D., Howell, S., Hultman, E. y Greenhaff, P. L.** (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 271(1), E31-37.
- Decombaz, J., Beaumont, M., Vuichoud, J., Bouisset, F. y Stellingwerff, T.** (2012). Effect of slow-release beta-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. *Amino Acids*, 43(1), 67-76.
- Dupont, G., Nedelec, M., McCall, A., McCormack, D., Berthoin, S. y Wisløff, U.** (2010). Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(9), 1752-1758. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20400751>Heaton
- Gant, N., Ali, A. y Foskett, A.** (2010). The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(3), 191-197.
- Harris, R. C. y Sale, C.** (2012). Beta-alanine supplementation in high-intensity exercise. *Medicine and Sport Science*, 59, 1-17.



- Harris, R., Söderlund, K. y Hultman, E.** (1992). Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical science*, 83(3), 367-374.
- Heaton, L. E., Davis, J. K., Rawson, E., Nuccio, R. P., Witard, O. C., Stein, K. W.... Baker, L. B.** (2017). Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. *Sports Medicine*, 47(11), 2201-2218.
- Hobson, R., Saunders, B., Ball, G., Harris, R. C. y Sale, C.** (2012). Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids*, 43(1), 25-37.
- Hord, N. G., Ghannam, J. S., Garg, H. K., Berens, P. D. y Bryan, N. S.** (2011). Nitrate and nitrite content of human, formula, bovine, and soy milks: implications for dietary nitrite and nitrate recommendations. *Breastfeeding Medicine*, 6(6), 393-399.
- Jeukendrup, A. E.** (2017). Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Medicine*, 47, 51-63.
- Jones, A. M.** (2014). Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Medicine*, 44(1), S35-45.
- Jones, A. M.** (2016). Dietary nitric oxide precursors and exercise performance. *Sports Science Exchange*, (156), 1-6.
- Kelley, D. S., Rasooly, R., Jacob, R. A., Kader, A. A. y Mackey, B. E.** (2006). Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *The Journal of Nutrition*, 136(4), 981-986.
- Kelly, T. L., Wilson, K. E. y Heymsfield, S. B.** (2009). Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*, 4(9). Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0007038>
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M.... Engebretsen, L.** (2018). IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439-455. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5867441/pdf/bjsports-2018-099027.pdf>
- Maughan, R. J., Greenhaff, P. L. y Hespel, P.** (2011). Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes. *Journal of Sports Sciences*, 29(1), S57-66.
- McCune, L. M., Kubota, C., Stendell Hollis, N. R. y Thomson, C. A.** (2011). Cherries and Health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(1), 1-12.
- Mihic, S., MacDonald, J. R., McKenzie, S. y Tarnopolsky, M. A.** (2000). Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 291-296.



Mohr, M., Nielsen, J. J. y Bangsbo, J. (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1372-1379.

Morton, J. (2014). Supplements for consideration in football. Recuperado de <http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football>

Mujika, I. y Burke, L. M. (2011). Nutrition in team sports. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 57, 26-35.

Oliveira Chaves, C., Ferreira, D., Caetano, C., Granja, D., Pinto, R., Mendes, B. y Sousa, M. (2017). Nutrition and Supplementation in Soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 5(2), 28. Recuperado de <http://www.mdpi.com/2075-4663/5/2/28>

Ranchordas, M. K., Dawson, J. T. y Russell, M. (2017). Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 14-35.

Stegen, S., Bex, T., Vervaet, C., Vanhee, L., Achten, E. y Derave, W. (2014). β -alanine dose for maintaining moderately elevated muscle carnosine levels. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(7), 1426-1432.

Stellingwerff, T., Decombaz, J., Harris, R. C. y Boesch, C. (2012). Optimizing human in vivo dosing and delivery of beta-alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids*, 43(1), 57-65.

Wylie, L. J., Mohr, M., Krstrup, P., Jackman, S. R., Ermidis, G., Kelly, J... Jones, A. M. (2013). Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European journal of applied physiology*, 113(7), 1673-1684.

