



CURSO  
ALIMENTACIÓN, NUTRICIÓN E HIDRATACIÓN  
EN EL DEPORTE

**Tema 15. AYUDAS ERGOGÉNICAS  
NUTRICIONALES Y  
EJERCICIO FÍSICO**

## INDICE

1. Introducción. Estado actual del tema.
2. Objetivos.
3. Definición y clasificación de las ayudas ergogénicas nutricionales.
4. Ayudas ergogénicas.
5. Bibliografía .



## 1. INTRODUCCIÓN. ESTADO ACTUAL DEL TEMA

El uso de suplementos nutricionales se ha extendido ampliamente en la población general por la creencia de que pueden compensar las deficiencias derivadas de los malos hábitos alimentarios y un estilo de vida cada vez más exigente. Los deportistas se han sumado a esta cultura de uso de suplementos.

La mayoría de los estudios sobre las prácticas de la dieta de los deportistas hacen referencia a que los suplementos nutricionales son de uso común. Las prácticas de suplementación varían mucho no solamente entre diferentes deportes, sino además a nivel individual entre los diferentes deportistas. Existen referencias, de que al menos algunos deportistas, usan una gran cantidad de suplementos simultáneamente, a menudo en dosis que son muy elevadas en comparación con la ingesta diaria normal.

Sin duda, los suplementos pueden ayudar a los deportistas a mejorar su rendimiento, sin embargo, en la actualidad existe escasa regulación en la industria de la suplementación nutricional y ello permite que los deportistas sean literalmente bombardeados con campañas publicitarias que exageran o inventan literalmente, beneficios (no demostrados en absoluto) derivados del uso de estos complementos.

Por otro lado, en numerosas ocasiones, el deportista se ve impulsado a consumir estos aportes, aun de forma empírica, en el conocimiento de que sus competidores los están tomando y por lo tanto, por temor a quedarse fuera de los potenciales beneficios que podrían derivarse de su uso.

Los resultados de esta carrera en el uso de las ayudas ergogénicas nutricionales son:

- Un discreto pero real riesgo de resultados positivos en los controles de dopaje.
- Gasto innecesario de dinero en productos que realmente no tienen ninguna utilidad

- Gasto innecesario de tiempo y dedicación a ayudas ergogénicas que no sirven y alejan y distraen de los factores que realmente mejoran el rendimiento y la salud del deportista.

Afortunadamente, en la actualidad, los conocimientos han avanzado extraordinariamente y, al comprobar que los nutrientes consumidos se metabolizan dando energía para la contracción muscular, se hace evidente que las manipulaciones de la dieta pueden tener influencias tanto negativas como positivas sobre el rendimiento deportivo, permitiéndonos por tanto, utilizar los aportes nutricionales como ayudas ergogénicas realmente útiles para incrementar el rendimiento físico.

## 2. OBJETIVOS DEL TEMA

El objetivo de este tema es conocer en qué consisten las ayudas ergogénicas nutricionales, y sobre todo, cuales de ellas pueden ser utilizadas con un beneficio demostrado para los deportistas, disipando algunas dudas con el fin de evitar errores metodológicos y confusiones que pueden invertir los efectos deseados y no conseguir por tanto, las mejoras buscadas, o peor aún, disminuir el rendimiento o poner en peligro la salud del deportista.

La base de la aplicación de cualquier suplementación dietético-nutricional es, sin duda, la comprensión de las necesidades nutricionales y los efectos fisiológicos del ejercicio. Aunque existe interés en la composición o formulación de algunos suplementos nutricionales, el interés real y último se encuentra en educar al deportista a comprender y alcanzar sus necesidades nutricionales en cada situación específica del deporte practicado.

Los objetivos específicos de este tema los podremos resumir por tanto, en:

- Plantear un buen uso de suplementos y alimentos deportivos especiales como parte de los planes específicos de mejora del rendimiento deportivo.



- Asegurarse de que los suplementos y alimentos deportivos se utilizan correctamente y de manera adecuada para ofrecer el máximo de beneficios para el sistema inmunológico, la recuperación y el rendimiento.
- Proporcionar a los deportistas la confianza de que reciben los consejos de vanguardia y lograr que ellos mismos posean “el arte” llevar a cabo de forma correcta sus pautas de nutrición y suplementación.
- Minimizar el riesgo de uso de suplementos que pudiera conducir a una infracción en materia de dopaje (aunque sea involuntaria).

### 3. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS NUTRICIONALES

En general, se define la ayuda ergogénica como la aplicación de cualquier método o maniobra (ya sea de tipo nutricional, físico, mecánico, psicológico o farmacológico) que se realiza con el fin de mejorar la capacidad de realizar un trabajo físico determinado o el rendimiento deportivo. Se ha definido el término “ergogénico” como cualquier medio para aumentar la utilización de energía, incluyendo la producción de energía, su control y su rendimiento.

Entendemos como ayudas ergogénicas nutricionales un conjunto de ingestas dirigidas a mantener y/o aumentar el nivel de prestación motora, minimizando las manifestaciones de fatiga sin poner en peligro la salud del deportista (ni violar el espíritu deportivo).

Según lo publicado con respecto a las prácticas de suplementación proponemos para este tema un sistema de clasificación que separa las ayudas ergogénicas nutricionales en:

- Modificaciones nutricionales a la dieta específica del deportista.



- Suplementos nutricionales.

Las modificaciones nutricionales a la dieta específica del deportista podríamos definir las como técnicas con las que, a partir de la manipulación de la proporción o cantidades totales de los componentes dietéticos habituales, se consigue mejorar el rendimiento deportivo. Dentro de este gran grupo entraría la modificación de los aportes de hidratos de carbono, ácidos grasos, aminoácidos de cadena ramificada, vitaminas, etc... Debemos de resaltar aquí que una de las principales ayudas ergogénicas nutricionales son las dietas especiales y la manipulación de los componentes nutricionales habituales, tal y como se ha ido comentando ampliamente en los temas previos.

Mención aparte merece el suplemento nutricional. El suplemento dietético/nutricional se caracteriza por ser un producto que puede ser usado para tratar las exigencias fisiológicas o nutricionales que se plantean en el deporte. Puede proporcionar un medio conveniente o práctico de aportar los requerimientos nutricionales especiales para el ejercicio, o puede ser utilizado para prevenir o revertir las deficiencias nutricionales que ocurren comúnmente entre los deportistas.

Son numerosas las revisiones que se han realizado en orden a clasificar el grado de evidencia científica de la eficacia sobre el rendimiento deportivo de estas sustancias. Es necesaria una justificación bioquímica y fisiológica que proporcione una base científica al uso o no de un determinado suplemento. El diseño de tales estudios es muy complejo y tiene una serie de requerimientos:

- Población adecuada (sexo, nivel de entrenamiento...).
- Control adecuado de la dieta o ejercicio reciente.
- Administración doble ciego de los tratamientos, incluyendo placebos.
- Asignación aleatoria de los sujetos a los tratamientos.
- Medidas repetidas para evitar variaciones por diferencias individuales



- Control de variables que puedan interferir, como cambios de temperatura o hidratación en las pruebas.
- Número suficiente de sujetos para poder realizar análisis estadísticos.
- Utilización de los análisis estadísticos adecuados.

La mayoría de los metaanálisis consultados nos permiten clasificar los suplementos nutricionales en tres grupos de acuerdo a su eficacia y seguridad.

- Grupo 1. Eficacia demostrada como ayuda ergogénica.
- Grupo 2. Pocas pruebas y/o resultados controvertidos sobre los efectos beneficiosos
- Grupo 3. No debe ser utilizado por los deportistas.

## 4. AYUDAS ERGOGÉNICAS

### 4.1. Grupo 1. Eficacia demostrada como ayuda ergogénica

Estos alimentos y suplementos deportivos han demostrado proporcionar una fuente útil y oportuna de energía y nutrientes en la dieta del deportista. Existe por lo tanto, evidencia científica clase 1 de que gracias a su uso se consigue un aumento del rendimiento deportivo, cuando se utilizan de acuerdo con un protocolo específico, en una situación concreta en el deporte.

En este apartado podríamos incluir los siguientes:

- Antioxidantes exógenos: Vitaminas A,C, D, E, selenio, zinc.
- Bicarbonato y citrato.
- Creatina.
- Cafeína.
- Suplementos de calcio.
- Hierro y otros oligoelementos.



- Reemplazo de electrolitos (ver el tema 12).

#### 4.1.1. Antioxidantes exógenos: Vitaminas C, D, E, selenio, zinc

##### 4.1.1.1. Revisión

La actividad física y la práctica del deporte ya sea en calidad de aficionado o bien cuando se desarrolla en condiciones límite, como es el caso del deportista de alto nivel, genera estrés oxidativo que puede traducirse en daño celular y alteraciones funcionales diversas.

Sin embargo, se sabe que los radicales libres de oxígeno y las especies reactivas de oxígeno en bajas concentraciones, también tienen efectos fisiológicos que regulan y aclimatan al organismo para la realización del ejercicio físico consiguiendo así la adaptación al esfuerzo.

Por otro lado, mientras que la mayoría de los estudios sobre suplementación antioxidante como medida ergogénica en el ámbito deportivo, (administrada tanto de forma crónica como en situaciones puntuales), muestran disminución de los parámetros que expresan estrés oxidativo inducido por el ejercicio, sin embargo son escasos, por no decir inexistentes, los trabajos que concluyen en demostrar una mejoría en los parámetros indicadores del rendimiento físico.

Existe evidencia clase 1 de que durante la actividad física moderada o intensa el músculo y el organismo en general se ven sometidos a un gran estrés oxidativo y aunque algunos trabajos sobre los que se basa esta idea tienen problemas metodológicos, se acepta que la actividad física se asocia con un aumento significativo, al menos al doble, en la generación de radicales libres de oxígeno (RLO) y especies reactivas de oxígeno medidos según varios índices de peroxidación lipídica.

No está claro si en el músculo esquelético (y en otras células) el fenómeno que se asocia al aumento de los radicales libres es la hipoxia o la hiperoxia. El aumento de las especies reactivas de oxígeno con los ciclos hipoxia-hiperoxia se ha relacionado en el músculo con la fatiga y el daño tisular,



y se ha propuesto a los radicales libres como posibles mediadores de la respuesta celular a la hipoxia.

Existe evidencia clase 1 de que la hipoxia tisular desencadena respuestas adaptativas mediadas por el Factor de Hipoxia Tisular 1 a (HIF-1a), probablemente a través de la generación de pequeñas cantidades de radicales libres que estabilizan este factor. Por otro lado, existen numerosas evidencias científicas de que los RLO pueden modificar la capacidad contráctil del músculo, y que de hecho, existe un nivel óptimo de RLO donde la capacidad contráctil es máxima. Por encima o por debajo de dicho nivel la contractilidad se encuentra disminuida.

Sin duda estos datos nos pueden ayudar a explicar por qué la suplementación antioxidante no mejora el rendimiento deportivo, ya que en realidad está interfiriendo con la respuesta fisiológica de adaptación al esfuerzo y es complicado que lleve la concentración de RLO exactamente al nivel óptimo para la contractilidad.

Esto justifica por qué los suplementos antioxidantes aunque mejoren los índices de estrés oxidativo no inducen cambios sobre el rendimiento deportivo. Y obliga a plantearnos que la suplementación crónica con antioxidantes a largo término afecta negativamente la adaptación muscular al ejercicio y nos lleva a extremar la cautela e incluso a evitar el aporte crónico a largo plazo y a altas dosis con antioxidantes, dado que podemos estar interfiriendo en el proceso de adaptación al esfuerzo.

Sin embargo, la suplementación puntual y de forma aguda con antioxidantes en momentos en los que el estrés oxidativo es máximo puede ser altamente eficaz para evitar el daño tisular, disminuyendo la fatigabilidad muscular. El mecanismo de acción sería simulando los efectos fisiológicos de los RLO, pero sin producir sus efectos indeseados, mediante la estabilización del HIF-1a, y simultáneamente mitigando el estrés oxidativo.

Así mismo, es necesario diseñar una estrategia de suplementación antioxidante ergogénica efectiva y poco tóxica y que provenga de los nutrientes habituales.

Como respuesta a ello y puede que como aplicación práctica más importante de esta revisión es que la suplementación con fitonutrientes que contienen altas dosis fisiológicas de “multiantioxidantes” que no trabajan aisladamente sino de forma sinérgica entre ellos, resulta mucho más eficaz que la suplementación única con uno o varios antioxidantes que conduce en el mejor de los casos tan sólo a beneficios parciales.

#### **4.1.1.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

- El protocolo más extendido antioxidante es una dosis diaria de vitamina C 500 mg y 500 UI de vitamina E.
- Otros suplementos comerciales antioxidantes también puede incluir carotenoides (principalmente B-caroteno o vitamina A) y polifenoles (flavonoides).
- No tiene ningún sentido administrar antioxidantes endógenos tipo coenzima Q10 (ubiquinona), dado que no presentan absorción vía oral.
- Los antioxidantes los vamos a encontrar principalmente en alimentos de origen vegetal como las verduras coloreadas, los cítricos, las legumbres, nueces, granos, semillas y aceites. El té (negro y verde) es una rica fuente de flavonoides.

#### **4.1.1.3. Momentos específicos de utilización:**

- Al inicio de un mesociclo de gran volumen o intensidad de trabajo .
- En fase de aclimatación al calor.
- En fase de aclimatación a la altura.



#### 4.1.1.4. Consideraciones a tener en cuenta

- Evitar la suplementación crónica.
- La vitamina C potencia la absorción de hierro, habrá que prestar atención especial a las personas propensas a la sobrecarga de hierro (hemocromatosis).
- Dosis altas de vitamina C también puede reducir la eficacia de los anticonceptivos orales.

#### 4.1.2. Bicarbonato y citrato

##### 4.1.2.1. Revisión

En actividades deportivas de 1-3 minutos de duración o en aquellas con ejercicios repetidos intermitentes con breves períodos de recuperación, se depende en gran medida del sistema ácido láctico y por lo tanto pueden producirse grandes cantidades de lactato y desarrollo de acidosis, que a su vez produce fatiga muscular.

El bicarbonato es el tampón extracelular más importante. El aporte de bicarbonato mejora la capacidad del músculo para eliminar el exceso de iones de hidrógeno producido por la glucólisis anaeróbica.

Los aportes con citrato también se han utilizado para aumentar la capacidad tampón extracelular, dato éste muy interesante dado que el citrato parece ser menos tendente a causar trastornos intestinales, pese a que existen autores que sugieren que el bicarbonato puede ser más efectivo.

Los protocolos tradicionales sugieren que el aporte agudo de ambos búferes, una o dos horas previas a la realización del esfuerzo mejoran el rendimiento tanto del trabajo aeróbico como del anaeróbico.

No obstante existen metaanálisis que refuerzan la teoría de que el aporte “crónico” y continuado de bicarbonato puede tener resultados favorables incrementando la capacidad búfer del músculo y que dicho aumento persiste al menos 24 horas tras la ingesta.



El aumento del rendimiento deportivo apoyado por el uso de bicarbonato, presenta una gran variabilidad no sólo entre los diferentes deportes sino también en el mismo deportista en distintos momentos de la temporada deportiva. Es imprescindible, por lo tanto que esta suplementación sea supervisada por un profesional que controle los beneficios y los posibles efectos adversos.

#### **4.1.2.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

El protocolo clásico de carga aguda de bicarbonato consiste en suministrar 0,3grs/kg de bicarbonato sódico administrados por vía oral entre 60-90 minutos antes del esfuerzo

Por otro lado el protocolo de administración “crónica” de bicarbonato consiste en suministrar 0,5grs/kg repartidos en 4 tomas, durante 5 días.

#### **4.1.2.3. Momentos específicos de utilización**

- Existe una fuerte evidencia de que aumenta el rendimiento en ejercicios de alta intensidad de 1-7 minutos de duración.
- Pese a que los estudios clásicos parecían demostrar que el bicarbonato no incrementa el rendimiento en ejercicios de alta intensidad y menos de 30” de duración o en ejercicios de resistencia de más de 10 minutos, sin embargo, algunos estudios recientes indican que la suplementación con bicarbonato puede tener beneficios para los esfuerzos de alta intensidad de hasta una hora, así como en los trabajos intermitentes de gran intensidad.
- También existe evidencia preliminar de las adaptaciones al entrenamiento interválico mejoran cuando se realizan pautas de suplementación aguda una hora antes de cada sesión de ejercicio.



#### 4.1.2.4. Consideraciones a tener en cuenta

- Puede aparecer diarrea, cuando se administran dosis de carga y/o por hipersensibilidad personal. Esto puede minimizarse administrando el búffer en cápsulas o tomándolo con abundante cantidad de agua.
- Sin duda, los efectos adversos se presentaran tanto más frecuentemente cuanto más episodios de carga realice el deportista, por lo que siempre evitaremos una carga el día previo a la competición.
- Debemos de prestar atención a las modificaciones del pH de la orina en los controles de dopaje y conocer que deberemos de esperar varias horas (8-12h) en orden a que el pH de la orina se sitúe dentro de los márgenes exigidos en un control de dopaje .

#### 4.1.3. Creatina

##### 4.1.3.1. Revisión

La creatina es un compuesto nitrogenado natural muy similar a los aminoácidos, que se combina con fosfato originando fosfocreatina. La ingesta diaria habitual es de menos de 1 gr, si bien los requerimientos diarios se sitúan en torno a 2 grs. De estos requerimientos el 50% proviene de la síntesis endógena en el hígado, en el páncreas y en los riñones a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina y el otro 50% debe de ser aportado a través de la dieta (carnes y pescados). La síntesis endógena se halla parcialmente inhibida cuando el consumo en la dieta es elevado.

La mayor concentración de creatina en el cuerpo se encuentra en el músculo esquelético (cerca del 95%). En reposo aproximadamente el 60% de la creatina existe en forma de fosfocreatina y el 40% restante es creatina libre. La disponibilidad de la fosfocreatina supone una limitación importante en ejercicios breves y de elevada intensidad, ya que su depleción reduce la resíntesis de ATP.



Por esta distribución corporal y teniendo en cuenta su producción endógena, la creatina debe ser transportada por vía sanguínea desde los órganos en los que es sintetizada hasta los órganos en los que se va a utilizar, principalmente en la musculatura esquelética. Para ello se utilizan una serie de transportadores, con lo que este proceso de paso de la creatina depende del número de transportadores de creatina ya existentes: Cuanto más elevado sea el número de éstos, mayor será dicho transporte (importante variabilidad individual). También se verá regulado por la concentración de creatina, de tal forma que un déficit de ella acelerará este proceso, y viceversa. La presencia de otras sustancias como la insulina y la vitamina E, así como la estimulación del organismo a través del ejercicio físico también pueden incrementar el transporte de creatina al músculo.

La fosfocreatina proporciona una rápida resíntesis de ATP en el músculo, convirtiéndose en fuente de fosfato para regenerar el ATP. Sin duda, fosfocreatina es la fuente de combustible más importante para los esprints, o rachas de ejercicio de alta intensidad que duren hasta 10 segundos.

Existe una fuerte evidencia científica de que la creatina aumenta el rendimiento deportivo por lo tanto en acciones de corta duración en las que el metabolismo anaeróbico aláctico es prioritario. Su eficacia máxima por lo tanto, la alcanzará en todos aquellos ejercicios que impliquen sprints repetidos o episodios de ejercicio de alta intensidad, separados por intervalos de recuperación cortos.

Por lo tanto, todos los programas de entrenamiento que incluyan modalidades de trabajo intermitente de alta intensidad con períodos de recuperación breves (<1 min), o programas de entrenamiento de resistencia pueden ser mejorados mediante la carga de creatina.

Se ha observado mejoría en el rendimiento como un resultado de un protocolo de carga aguda. Sin embargo, el uso de creatina crónica puede promover una mayor adaptación y por lo tanto mayores beneficios, si bien son necesarias futuras investigaciones que demuestren mejoras del rendimiento



físico en diferentes contextos y que su uso continuado no provoque alteraciones negativas para la salud de los individuos.

Existe una gran variabilidad individual en la respuesta a la suplementación con creatina: Casi un 30% de la población no incrementan el contenido muscular de creatina en una cantidad suficientemente importante como para provocar cambios en el rendimiento deportivo. Se tiene evidencia de que esta variabilidad individual depende de los depósitos iniciales de fosfocreatina del individuo. Cuanto más elevados sean éstos, menor será el incremento que se experimente con el aporte de creatina. Por lo tanto, sin duda, la eficacia será mayor en los individuos menos entrenados o bien al inicio de las temporadas de carga de trabajo.

#### 4.1.3.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas

El monohidrato de creatina es la forma más práctica para suplementar con creatina. Los protocolos de carga de creatina han sido bien estudiados.

- Protocolo de **carga rápida**: La administración de un protocolo de carga rápida se realiza en 5 días con una dosis de 20 grs de monohidrato de creatina repartida en 4 tomas diarias.
- Protocolo de **carga lenta**: Los resultados son similares en los protocolos de carga lenta. Éstos se llevan a cabo a lo largo de 4 semanas administrando 3 grs diarios en una sola dosis.

La administración asociada de entre 50-100 grs de hidratos de carbono de bajo índice glucídico puede aumentar la absorción de creatina.

Una vez que el contenido de creatina muscular ha sido saturada se necesitan unas 4 semanas para volver a los niveles de reposo. Una dosis diaria de 3 g permitirá mantener niveles satisfactorios de fosfocreatina muscular (dosis de mantenimiento).

Si durante el período de suplementación se realizan ejercicios submáximos, se optimiza esta captación. La mayor parte de ésta se realiza en los primeros momentos de la suplementación y el exceso se elimina por vía

renal. Así mismo es imprescindible reseñar que el músculo tiene un límite máximo de almacenamiento de creatina (en torno a 150-160 mmol/kg), por encima del cual, el exceso de creatina carece de beneficio y se excreta por vía renal, sobrecargando esta función.

#### 4.1.3.3. Momentos específicos de utilización

Por lo anteriormente expuesto, a pesar de la suplementación con creatina se usa de manera generalizada en muchos deportes, su eficacia sólo se ha demostrado con fuerte evidencia científica en aquellos programas de entrenamiento que impliquen repetir esfuerzos máximos de corta duración y con así mismo, períodos de recuperación breve. Por lo tanto las situaciones óptimas de utilización serán:

- Al inicio de entrenamiento de resistencia (siempre que no exista sobrepeso) con el fin de conseguir un incremento en el peso magro.
- En todos aquellos entrenamientos donde se requiera que el deportista repita esfuerzos explosivos de muy corta duración y escaso período de recuperación.
- Deportes que presenten patrones de trabajo intermitente (fútbol, baloncesto, voleibol, deportes de raqueta, etc...).

#### 4.1.3.3. Consideraciones a tener en cuenta

- En la fase de carga rápida se asocia invariablemente un aumento de peso de entre 600-1000 gramos, por retención hídrica. Este aumento de peso asociado puede ser contraproducente para los deportistas que compiten en deportes donde la relación potencia/peso es un factor clave en el rendimiento deportivo y existen divisiones por categorías de peso.
- Las consecuencias a largo plazo del uso de la creatina son desconocidas. Hay informes anecdóticos de un aumento del riesgo de contracturas, calambres musculares y sensación de edema muscular, pero los estudios hasta la fecha no han informado de un





aumento del riesgo de estos episodios. De hecho, varios estudios muestran una reducción de la prevalencia de los calambres musculares y mejoría en la termorregulación durante el ejercicio prolongado bajo calor en deportistas tratados con creatina en comparación con grupo placebo.

- A pesar de que el uso excesivo podría potencialmente tener un efecto nocivo sobre la función hepática y renal, no se han descrito cambios en la función renal en personas sanas a las dosis anteriormente expuestas.
- Pese a que la creatina ha recibido más atención científica que cualquier otro suplemento, aún no existe seguridad completa de los beneficios específicos y riesgos potenciales, y por lo tanto, deben seguirse los tratamientos y evaluar su uso con cuidado. En vista de ello, es adecuado proporcionar creatina a los deportistas solamente bajo supervisión y como parte de un plan bien organizado. Es importante destacar que deberemos seguir los protocolos, a las dosis de seguridad prescritas, que han demostrado ser eficaces en el aumento de los niveles de creatina muscular.

#### 4.1.4. Cafeína

##### 4.1.4.1. Revisión

La cafeína es una sustancia que se encuentra en las hojas, frutos y semillas de varias plantas. Goza de aceptación social y su uso está generalizado en todo el mundo. Las principales fuentes dietéticas de cafeína, como té, café, chocolate y refrescos de cola normalmente proporcionan 30-100 mg de cafeína por ración, mientras que algunos medicamentos no preceptivos contienen 100-200 mg de cafeína por tableta. La reciente introducción de cafeína (o guaraná) a las «bebidas energéticas», productos de confitería y alimentos para deportistas, ha aumentado las oportunidades para que los deportistas consuman cafeína, ya sea como parte de su dieta cotidiana o para un uso específico como una ayuda ergogénica.

El 1 de enero de 2004, la cafeína fue retirada de la Lista de sustancias prohibidas de la AMA-WADA, permitiendo a los deportistas que compiten en deportes que cumplen con el código de la AMA-WADA consumir cafeína, dentro de su dieta habitual o con fines específicos de rendimiento, sin temor a sanciones.

La cafeína realiza múltiples acciones en diferentes tejidos del cuerpo. Presenta importante variabilidad individual y estas variaciones pueden ser tanto sobre los efectos positivos como en los indeseables.

Las acciones incluyen movilización de la grasa del tejido adiposo y la célula muscular, cambios en la contractilidad muscular, alteraciones en el sistema nervioso central que consiguen modificar la percepción del esfuerzo o la fatiga, la estimulación de la liberación y la actividad de la adrenalina, y efectos sobre el músculo cardíaco.

Es adecuado desde aquí hacer una breve reseña de la modificación de la interpretación que de dos tópicos que sobre la suplementación con cafeína se han realizado recientemente.

En primer lugar: Se ha dado por hecho que la cafeína mejora el rendimiento de resistencia promoviendo un incremento en la utilización de grasa como combustible para el ejercicio permitiendo así el ahorro de glucógeno. Sin embargo, los estudios muestran que el efecto de la cafeína en el "ahorro de glucógeno" durante el ejercicio submáximo es de corta duración e inconsistente y además no todos los deportistas responden de esta manera. Por lo tanto, no justificaría el aumento de la capacidad de ejercicio y el rendimiento visto en competiciones y/o entrenamientos prolongados.

En segundo lugar: Se tiene asumido que las bebidas que contienen cafeína tienen un efecto diurético y pueden favorecer la deshidratación del deportista. Sin embargo, las entre pequeñas y moderadas dosis de cafeína tienen efectos mínimos sobre la diuresis o la hidratación general en personas que son habituales usuarios de la cafeína. Por otro lado, las bebidas que



contienen cafeína como el té, el café y las bebidas de cola son una fuente significativa de líquido en la dieta cotidiana de muchas personas.

Existe evidencia científica clase 1 de que la cafeína mejora la resistencia y proporciona una pequeña pero significativa mejora del rendimiento en una serie de protocolos de ejercicio. Entre ellos: Trabajos de alta intensidad y corta duración (1-5 min), trabajos de alta intensidad y prolongados (20-60 min), pruebas de resistencia (90 min con ejercicio continuo), pruebas de alta resistencia (4 horas con ejercicio continuo), y protocolos intermitentes de alta intensidad y muy prolongada (deportes de equipo y deportes de raqueta).

El efecto sobre la fuerza/potencia y sprints breves (10-20 seg) es poco conocido. El mecanismo de mejora del rendimiento no está claro, pero es probable que suponga modificaciones de la percepción de esfuerzo o fatiga, así como los efectos directos sobre el músculo.

#### 4.1.4.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas

- Los protocolos tradicionales para el uso de la cafeína implican la ingesta de una dosis equivalente a 6 mgrs/kg de peso una hora antes de la competición (300-500 mgrs monodosis: con estas dosis no se superan los 12 microgramos por mililitro cifra máxima que admitía la AMA-WADA para presentar en un control de dopaje).
- Existen protocolos útiles para ejercicio prolongado que dure más de 60 minutos. En particular, se han visto beneficios con dosis pequeñas de cafeína (1-3 mg / kg de peso) antes y/o durante todo el ejercicio, o hacia el final del esfuerzo si el deportista nota síntomas de fatiga muscular.
- Es importante recordar aquí la gran variabilidad individual en la respuesta a la cafeína, tanto para los efectos de mejora del rendimiento como de los efectos adversos con el mismo protocolo de uso.



#### 4.1.4.3. Momentos específicos de utilización

- Antes y/o durante el ejercicio de resistencia o deporte interválico, incluyendo los deportes de equipo como ayuda a tolerar la fatiga del entrenamiento o de la competición.
- Antes del ejercicio de gran intensidad como ayuda a tolerar la fatiga del entrenamiento o de la competición.

#### 4.1.4.4. Consideraciones a tener en cuenta

- Según lo anteriormente expuesto, La cafeína es la droga más comúnmente utilizada hoy en día en todo el mundo. Está admitido que los efectos sobre la marca deportiva se observan cuando las dosis utilizadas son de entre 3 y 6 miligramos de cafeína por kilogramo de peso corporal, porque cuando se utilizan dosis mayores, los efectos sobre la marca deportiva no son mejores e, incluso, pueden ser perjudiciales.
- Dado que estas dosis de 3 a 6 miligramos por kilogramo de peso, son las dosis de cafeína que habitualmente suelen tomar los consumidores habituales de café, la AMA-WADA decidió suprimir la cafeína de la lista prohibida desde el 1 de enero de 2004. Sin embargo, los laboratorios de control de dopaje siguen analizando la cafeína en las muestras de orina. Los resultados indican que, en general, la supresión de la cafeína de la lista prohibida no se ha acompañado de un mayor abuso de su utilización. Sin embargo, parece conveniente seguir analizándola, especialmente en algunos deportes como el ciclismo, la halterofilia, el fisicoculturismo y la gimnasia en los que, o bien se utilizan clásicamente con frecuencia, o bien, como en el caso de la gimnasia, parece que se empiezan a utilizar más.
- A dosis superiores a las indicadas, la cafeína puede presentar efectos simpaticomiméticos indeseables (aumento de la frecuencia



cardíaca, tensión arterial) así como alteraciones del control motor fino y la técnica del deporte. Por otro lado, puede existir cierto grado de sobreexcitación (que sin duda puede interferir con la recuperación y los patrones de sueño). Por lo tanto, es imprescindible que se conozca la dosis mínima eficaz de la cafeína que se puede utilizar para lograr una mejora de rendimiento.

#### **4.1.5. Suplementos de calcio**

##### **4.1.5.1. Revisión**

Una inadecuada ingesta de calcio durante la adolescencia puede conducir a un estado óseo sub-óptimo. Se conoce que existen requerimientos aumentados de calcio en la infancia, la adolescencia, el embarazo y la lactancia.

Ocasionalmente, en deportistas de sexo femenino con alteraciones en el ciclo menstrual (oligomenorrea, amenorrea, menopausia) puede ser también necesario un aumento de la ingesta de calcio para garantizar el equilibrio (1500 mg/día).

Grupos de riesgo:

- Deportistas con una inadecuada ingesta de lácteos.
- Deportistas con alteraciones en el ciclo menstrual.

##### **4.1.5.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

Sales de calcio 600mgrs/día y siempre bajo supervisión médica.

##### **4.1.5.3. Momentos específicos de utilización**

Cuando exista una inadecuada ingesta y/o bien requerimientos elevados (siempre bajo supervisión médica).

##### **4.1.5.4. Consideraciones a tener en cuenta**

En ausencia de unos adecuados niveles de estrógeno/progesterona, los suplementos de calcio no son garantía de un correcto estado óseo, por ello, las



deportistas con alteraciones del ciclo menstrual deberán recibir atención simultánea de los niveles de calcio y hormonales

#### 4.1.6. Suplementos de hierro

##### 4.1.6.1. Revisión

A pesar de la importancia que tienen los minerales y oligoelementos esenciales, no existen métodos ni marcadores bioquímicos *Gold Standard* para la determinación de la mayoría de ellos, con lo que es difícil valorar el estado nutricional de los individuos sanos y enfermos.

Aunque existen muchas técnicas para evaluar los depósitos corporales de cada metal, prácticamente ninguna de ellas es totalmente sensible, específica y precisa, porque suelen estar afectadas por varios factores fisiológicos, nutricionales, patológicos y técnicos.

La concentración de ferritina es el índice más utilizado para evaluar el estado nutricional del hierro, ya que es un indicador sensible de los depósitos corporales del metal y es capaz de detectar el primer estadio de la deficiencia del hierro.

Cuando el consumo de hierro en la dieta no cumple con los requerimientos del deportista, existe una alta posibilidad de presentarse una ferropenia.

Existe evidencias tipo 1 de que la suplementación con hierro en deportistas, no anémicos, pero con valores ferritina sérica inferior a 16 o 20 ng/ml, puede provocar mejoras en algunos parámetros relacionados con el rendimiento deportivo.

Es difícil establecer los niveles ideales de hemoglobina y ferritina sérica. Siempre debemos de considerar la historia individual de cada deportista y la presencia de factores de riesgo para la bioquímica del hierro para llegar al diagnóstico.

Sin duda, los suplementos de hierro puede ayudar en el tratamiento o la prevención de la ferropenia, pero no como única terapia sino formando parte de



todo un programa de tratamiento que incluya modificaciones en los hábitos nutricionales.

#### **4.1.6.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

Siempre bajo supervisión médica y con control analítico.

La absorción es superior en ayunas y apoyada por 500 mgrs de vitamina C.

#### **4.1.6.3. Momentos específicos de utilización**

En el momento que los datos analíticos lo precisen.

Es conveniente recordar las situaciones de aumento de riesgo de ferropenia:

- Ingesta inadecuada: Dietas vegetarianas poco equilibradas, dietas crónicas de bajo consumo, hábitos alimentarios que excluyan a las carnes rojas y otros alimentos con alto índice de biodisponibilidad de hierro.
- Aumento de las necesidades de hierro: Deportistas del sexo femenino (menstruación), los deportistas adolescentes en período de máximo desarrollo pondero-estatural, las deportistas embarazadas, deportistas en fase de aclimatación al calor, o la altitud.
- Aumento de las pérdidas de hierro: Sangrado gastrointestinal (toma de AINES), hemólisis excesiva (maratonianos) y otras pérdidas de sangre (cirugía, epistaxis, deportes de contacto).

#### **4.1.6.4. Consideraciones a tener en cuenta**

- La ingesta excesiva puede dar lugar a hemocromatosis.
- Algunos preparados de hierro provocar molestias gastrointestinales (estreñimiento).
- Los suplementos de hierro por vía parenteral, conllevan riesgo de choque anafiláctico.

- Los suplementos de hierro no sustituyen a una alimentación adecuada de forma que siempre debemos de proporcionar un consejo dietético adicional.

#### **4.2. Grupo 2. Pocas pruebas y/o resultados controvertidos sobre los efectos beneficiosos**

En esta categoría se incluye a la mayoría de los suplementos y productos deportivos. Estos suplementos, a pesar de disfrutar de una gran popularidad y uso generalizado, no han demostrado proporcionar una mejora del rendimiento deportivo suficiente.

Pese a que realmente no podemos afirmar categóricamente que no funcionan la evidencia científica actual demuestra que, o bien la probabilidad de beneficios es muy pequeña o bien que los beneficios que producen son demasiado escasos para ser útiles. De hecho, en algunos casos, estos suplementos han mostrado perjudicar claramente el rendimiento deportivo. La lista de ellos es muy amplia, y sobre gran parte de estos suplementos existen numerosos trabajos publicados, la mayoría de ellos con evidencia científica clase 2. Por ello, pese a que sean ampliamente utilizados, vamos a intentar exponer aquí, brevemente, las indicaciones y posología que de los que presentan mayor evidencia científica de su eficacia.

##### **4.2.1. Probióticos y prebióticos**

###### **4.2.1.1. Revisión**

Los probióticos son microorganismos vivos que tras su ingesta ejercen beneficios para la salud que no tienen que ver con un efecto nutritivo.

Sin duda, no es correcto hablar de nueva estrategia en materia de nutrición al referirnos a estos productos. Ya Hipócrates (maestro en casi todo...) afirmaba *“el queso no completamente hecho produce fermentación del alimento sólido y de lo que está crudo y sin digerir, ya que favorece la producción de humores depuradores en la tripa”*.



Las bacterias con actividad probiótica son en general *lactobacilos* y *bifidobacterias*, ciertas clases de *escherichia* y otros organismos no bacterianos como el *sacaromices boulardii*.

Las dos especies principales utilizadas comercialmente son *lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*. Los probióticos se pueden obtener de los alimentos, principalmente productos lácteos (yogur y leche) y de los suplementos comerciales, pero sin duda, los alimentos son una mejor opción debido a los efectos sinérgicos entre los compuestos de los alimentos y cultivos prebióticos.

Los **prebióticos** son sustancias de origen vegetal que incorporadas a la dieta, llegan al intestino, y pueden servir de sustrato, y por lo tanto de promotores del crecimiento, a las bacterias allí presentes. Los más eficaces son los fructooligosacáridos (FOS), seguidos de la oligofructosa y de la maltodextrina. Todos ellos se encuentran presentes en alimentos como la cebolla, el trigo, los plátanos, la miel y el ajo. También se pueden sintetizar artificialmente desde la sucrosa, tal y como se realiza en los preparados comerciales hidrocarbonados tan eficaces en la población deportista como suplemento energético.

Por lo tanto, el balance ecológico de la flora intestinal puede ser manipulado mediante la ingesta de probióticos o con la de sustancias que favorezcan el crecimiento de los probióticos (prebióticos) o con ambos a la vez (**simbióticos**).

La eficacia terapéutica de los probióticos se debe a su capacidad de fijarse a los enterocitos, lo que les permite realizar un antagonismo competitivo con gérmenes patógenos y desplazarlos.

Por otro lado, los probióticos se fijan a receptores de membrana que activan la producción de citokinas.

Todo esto condiciona que sean capaces de alterar la flora intestinal, produciendo ácido láctico, bacteriocinas y péptidos antimicrobianos activos

frente a patógenos como el *e. coli*, *estreptococcus*, *clostridium*, *bacteroides* y *salmonella*.

Por lo revisado y leído, hay razones más que fundadas para pensar que con probióticos se podrá llevar a cabo una estrategia de interferencia para tratar infecciones producidas por gérmenes que hayan generado resistencias a antibióticos, en pacientes inmunodeprimidos o en el paciente crítico.

Dentro de los potenciales efectos beneficiosos podemos destacar:

- Mejoría de la salud del tracto intestinal, el sistema inmunológico, la biodisponibilidad de los nutrientes, reducción de la intolerancia a la lactosa, disminución de la prevalencia de la alergia en individuos susceptibles, y reducción de riesgo de ciertos tipos de cáncer.

#### 4.2.1.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas

La mayoría de estudios indican que la dosis efectiva oscila entre 10<sup>9</sup>-10<sup>10</sup> organismos por día (es decir, 1-10 billones de bacterias). Esta concentración corresponde a aproximadamente un litro de leche *acidophilus* (formulación estándar de 2 x 10<sup>6</sup> unidades vivas/ml).

El período de validez de la mayoría de los productos probióticos es de aproximadamente 3-6 semanas si se mantiene a 4<sup>o</sup> C.

El periodo de validez de estos suplementos en comprimido seco (enteroscápsulas) es de aproximadamente 12 meses, pero los niveles de probióticos puede disminuir significativamente durante este tiempo.

Las recomendaciones más recientes sugieren que las especies probióticas conocidas deben introducirse gradualmente en la dieta, aumentando hasta los niveles diarios recomendados en un período de dos a tres semanas.

La concentración de bacterias en los alimentos varía enormemente y algunas investigaciones indican que los productos disponibles en el mercado no contienen bacterias vivas. Por este motivo, además de dificultades para estandarizar la dosis, conocer la viabilidad de las cepas de probióticos, falta de



estandarización de la industria y problemas potenciales de seguridad, no existen en la actualidad estudios concluyentes con evidencia tipo 1 de su eficacia.

#### 4.2.1.3. Momentos específicos de utilización

Los suplementos de probióticos pueden resultar beneficiosos para los deportistas fatigados, o durante tratamiento antibiótico o con una deficiencia inmunológica identificable, pero su eficacia en el rendimiento deportivo de los deportistas cuyo rendimiento es óptimo aún está por establecerse.

#### 4.2.1.4. Consideraciones a tener en cuenta

- Existen algunos informes de bacteriemias y endocarditis en individuos con inmunodepresión grave coincidentes con suplementación prebiótica.
- Debemos de extremar la precaución de su uso en deportistas con antecedentes de problemas del tracto gastrointestinal (enfermedad celíaca, síndrome de intestino irritable...) dado que existe riesgo de aumento de la irritabilidad intestinal.

### 4.2.2. L-Carnitina

#### 4.2.2.1. Revisión

La carnitina es un compuesto endógeno de tipo vitamínico que se encuentra en alimentos como la carne (especialmente de cordero y de ternera) y que también se sintetiza en el cuerpo a partir de lisina y metionina. Su papel está bien establecido en el metabolismo intermediario. Es elemento obligado para una correcta oxidación mitocondrial de los ácidos grasos, fuente importante de energía y también protege a la célula de la acumulación de acil-CoA mediante la generación de acilcarnitinas.

La homeostasis de la carnitina se ve afectada por el ejercicio de una manera bien definida debido a la interacción carnitina/acilcarnitina con las principales vías metabólicas. Se han formulado numerosas hipótesis sobre el potencial efecto incrementador del rendimiento físico de las personas sanas a

través de diversos mecanismos, como la oxidación de ácidos grasos, mejora muscular, alteración de la homeostasis de la glucosa, producción acilcarnitina mejorada, modificación de las respuestas y resistencia a la fatiga muscular, etc...

Pero en el momento actual, no hay trabajos que permitan extraer estos resultados, es más, en conjunto, la mayoría de los estudios sugieren que la suplementación con carnitina no mejora consumo máximo de oxígeno o el estado metabólico durante el ejercicio en personas sanas y que la suplementación con carnitina durante 1 mes en el ser humano aumenta las concentraciones plasmáticas de carnitina, pero no aumenta el contenido muscular de carnitina y por lo tanto, la administración exógena de carnitina no ejerce efecto alguno significativo sobre las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos libres, ni sobre la utilización de los mismos, tanto durante el esfuerzo como en reposo, de modo, que no existe evidencia tipo 1 de que la carnitina sea útil como ayuda ergogénica.

De todo esto podemos concluir en que se precisan evaluaciones adicionales para aclarar definitivamente los efectos de la carnitina sobre el rendimiento físico en personas sanas.

#### **4.2.2.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

La dosis más comúnmente utilizada son de entre 750-1000 mgrs de L-carnitina 60 minutos previos a la realización del esfuerzo aeróbico.

#### **4.2.2.3. Consideraciones a tener en cuenta**

Recordar que la forma activa de la carnitina es exclusivamente la L-carnitina. Este es un detalle a tener en cuenta, dado que muchos de los productos comercializados contienen DL-carnitina que tiene efectos potencialmente tóxicos.

### 4.2.3. L-Glutamina

#### 4.2.3.1. Revisión

La glutamina es un aminoácido que se utiliza:

1. Como suplemento nutricional por los deportistas para mantener o mejorar la función inmune .
2. Para mantener los niveles de la proteína muscular durante los períodos de entrenamiento intensivo.

La primera de las dos indicaciones en la actualidad es controvertida.

Sin duda, la glutamina es una importante fuente de energía para las células inmunes y, en teoría, la suplementación adicional podría prevenir o disminuir intensidad de los estados de inmunosupresión.

Estudios en la década de 1990 identifican los niveles bajos de glutamina en plasma como un marcador sensible de sobreentrenamiento y fatiga de los deportistas, y su relación con las alteraciones inmunitarias que se encuentran en el síndrome de fatiga crónica del deportista .

En esta misma línea, existen trabajos que demuestran que el entrenamiento de resistencia puede aumentar los niveles plasmáticos de glutamina. Esta adaptación al entrenamiento sin duda implica una mejoría de la capacidad de adaptación del sistema inmune .

Pese a todo, en la actualidad, no existe evidencia suficiente acerca de si los suplementos de glutamina pueden atenuar el descenso postesfuerzo de la concentración plasmática de glutamina y por lo tanto, permitir estabilizar la función inmune y prevenir patología en los deportistas sanos que realizan una dieta con aportes suficientes de proteínas.

Con respecto al papel antiproteolítico de la glutamina, se puede asegurar que la glutamina juega un papel importante en el metabolismo de las proteínas, por ello puede tener un efecto antiproteolítico en los deportistas que están sometidos a entrenamientos con gran destrucción muscular.



Según la mayoría de los estudios publicados, la forma de proteger las proteínas contráctiles del músculo es asegurándose una ingesta adecuada de glutamina mediante una dieta rica en proteínas. Sin embargo en algunas situaciones particulares, como el estrés y el entrenamiento intenso, sería necesaria una cantidad adicional de suplementos de glutamina. Estos requerimientos extras deberán ser evaluados y recomendados por un profesional idóneo.

#### **4.2.3.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas**

La glutamina, como suplemento dietético en el deporte, se comercializa en forma de polvo o en cápsulas para ingesta por vía oral.

Usualmente las dosis utilizadas de suplementos de glutamina son de 0,1-0,3 g por kilogramo de peso corporal y día, y se recomienda ingerirla pura, sin mezclar con otros aminoácidos, en ayunas, con el fin de evitar antagonismo competitivo con otros aminoácidos para su transporte.

Algunos protocolos indican que el momento de la ingesta es más de 1 hora antes del entrenamiento, y/o bien durante y después del mismo con el fin de frenar el catabolismo proteico y contribuir al anabolismo muscular.

Dosis superiores, entre 0,3 a 0,6 g de glutamina por kg de peso corporal por día no muestran efectos perjudiciales después de 5 días de administración en sujetos normales, pero en la actualidad no existen trabajos que evidencien aumento del efecto antiproteolítico.

#### **4.2.3.3. Momentos específicos de utilización**

- Entrenamientos con altas exigencias catabólicas.
- En los primeros momentos de la temporada deportiva.
- En temporada intercompetitiva.



#### 4.2.3.4. Consideraciones a tener en cuenta

- No hay pruebas concluyentes que demuestren la suplementación con glutamina disminuye la incidencia de la patología relacionada con la inmunosupresión.
- Mínimos efectos secundarios en estudios a corto plazo.
- Escaso conocimiento de los efectos secundarios tras el uso a largo plazo (más de varias semanas).

#### 4.2.4. Beta Hidroxibetametilbutirato o HMB

##### 4.2.4.1. Revisión

HMB o beta-hidroxi beta-metilbutirato es un subproducto de la leucina, aminoácido esencial, del que se conoce que influye en el metabolismo de proteínas musculares y la integridad de la membrana celular.

Se ha indicado la suplementación con HMB para reducir el catabolismo muscular y promover la ganancia de masa libre de grasa y la fuerza en sujetos sedentarios al iniciar el período de entrenamiento.

La interpretación de estos datos es difícil debido a las limitaciones de las técnicas de evaluación y una gran falta de control sobre los parámetros que pueden influir en los resultados (por ejemplo, la dieta, la carga de entrenamiento y el sexo). Además, los estudios fueron realizados en personas no entrenadas previamente y la extrapolación de esta información a personas entrenadas debe considerarse con cautela, dado que obviamente el entrenamiento por sí mismo podría haber dado lugar a numerosas de esas modificaciones.

Por lo tanto, no parece claro hasta el momento que esta eficacia se mantenga en individuos entrenados.

En la revisión realizada, los suplementos de HMB han dado lugar a aumentos significativos en el suero y las concentraciones urinarias de HMB. Sin embargo, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en



los marcadores sistémicos del estado anabólico / catabólico, aumento de los enzimas hepáticos, ni modificaciones en los diferentes componentes del estado de composición corporal (porcentaje de masa grasa, masa magra, masa muscular).

#### 4.2.4.2. Protocolos. Productos. Dosis utilizadas

El HMB se prescribe típicamente en una dosis de 3 g por día divididas en tres dosis (tras el desayuno, comida y cena).

En individuos no entrenados, dosis más altas no han demostrado ser eficaces.

#### 4.2.4.3. Consideraciones a tener en cuenta

La evidencia actual sugiere que el HMB tiene un efecto menor sobre la fuerza, el daño muscular, la composición corporal, y el rendimiento físico, especialmente entre los deportistas.

### 4.3 Grupo 3 No debe ser utilizado por los deportistas

Estos suplementos están prohibidos o presentan alto riesgo de estar contaminados con sustancias que podrían estar dentro de la lista de sustancias prohibidas.

- Androstenodiona.
- 19-norandrostenodiol.
- 19-norandrostenodiona DHEA.
- Efedrina.
- Estricnina.
- Tribulus terrestris y otros suplementos a base de hierbas similares a la testosterona.
- Glicerol.







## 5. BIBLIOGRAFÍA

- Armsey TD, Green GA. Nutrition supplements: Science vs Hype. *Phys Sportsmed* 1997; 25:77-92.
- Baynes RD. Refining the assesment of body iron status. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 793-794.
- Brass EP. Supplemental carnitine and exercise. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 618-623.
- Burke LM. Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008; 33: 1319-1334.
- Calder PC, Yaqoob P. Glutamine and the immune system. *Amino Acids* 1999; 17: 227-241.
- Castell LM, Newsholme EA. The effects of oral glutamine supplementation on athletes after prolonged, exhaustive exercise. *Nutrition* 1997; 13: 738-742.
- Diplock AT, Aggett PJ, Ashwell M, Bornet F, Fern EB, Roberfroid MB. Scientific concepts of functional foods in Europe. Consensus Document. *Br J Nutr*. 1999; 81: 1-27.
- Dröge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol Rev* 2002; 82: 47-95.
- Finaud J, Lac G, Filaire E. Oxidative stress: Relationship with exercise and training. *Sports Med* 2006; 36: 327-358.
- Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 1995; 25: 1401-1412.
- Grooper SS, Blessing D, Dunham K, Barksdale JM. Iron status of female collegiate athletes involved in different sports. *Biol Trace Elem Res*. 2006; 109: 1-14.



- Hamilton A. Antioxidant protection for athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 1098-1105.
- Izquierdo M, Ibáñez J, González-Badillo JJ, Gorostiaga EM. Effects of creatine supplementation on muscle power, endurance, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 2: 332-343.
- Keisler BD, Armsey TD 2<sup>nd</sup>. Caffeine as an ergogenic aid. *Curr Sports Med Rep* 2006; 5: 215-219.
- Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Almada AL. Effects of calcium  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrate (HMB) supplementation during resistance-training on markers of catabolism, body composition and strength. *Int J Sports Med* 1999; 20: 503-509.
- López-Varela S, González-Gross M, Marcos A. Functional foods and the immune system: a review. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56 (Supl 3): 29-33.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology: Energy, Nutrition, and Human Performance*. 3ra. ed.; Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. Págs. 547-579.
- McNaughton L, Backx K, Palmer G, Strange N. Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur J Appl Physiol* 1999; 80: 333-336.
- McNaughton L, Thompson D. Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J Sports Med Phys Fitness* 2001; 41: 456-462.
- NIH Consensus Conference. Optimal calcium intake. *J Am Med Assoc* 1994; 272: 1942-1948.
- Nissen SL, Sharp RL. Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: a meta-analysis. *J Appl Physiol* 2003; 94: 651-659.



- Packer L. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. *Eur J Appl Physiol* 2005; 95: 543-549
- Rico-Sanz J. Efectos de suplementación de creatina en el metabolismo muscular y energético. *Arch Med Deporte* 1997; 61: 391-396.
- Rohde T, MacLean DA, Pedersen BK. Effect of glutamina supplementation on changes in the immune system induced by repeated exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 856-862.
- Sanz Y, Dalmau J. Los probióticos en el marco de la nueva normativa europea que regula los alimentos funcionales. *Acta Pediatr Esp* 2008; 66: 27-31.
- Sinclair CJ, Geiger JD. Caffeine use in sports. A pharmacological review. *J Sports Med Phys Fitness* 2000; 40: 71-79
- Slater G, Jenkins D. Beta-hydroxy beta-methylbutyric acid (HMB) supplementation and the promotion of muscle growth and strength. *Sports Med* 2000; 30: 105-116.
- Soop M, Bjorkman O, Cederblad G, Hagenfeldt L, Wahren J. Influence of carnitine supplementation on muscle substrate and carnitine metabolism during exercise *J Appl Physiol* 1988; 64: 2394-2399.
- Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, Greenhaff PL. New insights concerning the role of carnitine in the regulation of fuel metabolism in skeletal muscle. *J Physiol* 2007; 581: 431- 444.
- Stephens FB, Evans CE, Constantin-Teodosiu D, Greenhaff PL. Carbohydrate ingestion augments L-carnitine retention in humans. *J Appl Physiol* 2007; 102: 1065-1070.
- Van Montfoort MCE, Van Dieren L, Hopkins WG, Shearman JP. Effects of ingestion of bicarbonate, citrate, lactate, and chloride on sprint running. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1239-1243.



- Volek JS, Kraemer WJ, Rubin MR, Gomez AL, Ratamess NA, Gaynor P. L-Carnitine L-tartrate supplementation favorably affects markers of recovery from exercise stress. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002; 1: 223-229.
- Vollaard N, Shearman JP, Cooper CE. Exercise-induced oxidative stress: Myths, realities and physiological relevance. *Sports Med* 2006; 35: 1045-1062.
- Williams MH. Ergogenic and ergolitic substances. *Med Sci Sports Exer* 1992; 24: S344-348.

