

AYUDAS ERGOGÉNICAS NUTRICIONALES EN EL DEPORTE

Jorge Saucedo 1997

BREVE RECUERDO HISTORICO 1

AYUDAS ERGOGÉNICAS NUTRICIONALES 3

CAFEÍNA	3
MECANISMOS DE ACCIÓN	3
CAFEÍNA Y RENDIMIENTO	3
EFFECTOS SECUNDARIOS	4
BICARBONATO	4
BICARBONATO Y RENDIMIENTO	4
CONCLUSIONES	5
CREATINA	5
CREATINA Y RENDIMIENTO	5
EFFECTOS DE LA CREATINA SOBRE LA RESPUESTA METABÓLICA AL EJERCICIO	5
CARNITINA	6
CARNITINA Y EJERCICIO SUBMÁXIMO: EFFECTOS SOBRE EL METABOLISMO LIPÍDICO	6
CARNITINA Y EJERCICIO DE ALTA INTENSIDAD	6
SUPLEMENTACIÓN CON CARNITINA: EFFECTOS SOBRE EL CONTENIDO DE CARNITINA INTRAMUSCULAR	7

BREVE RECUERDO HISTORICO

Desde muy antiguo –milenios- los seres humanos vienen utilizando numerosas sustancias -hoy en día se las conoce como *ayudas ergogénicas*- con el fin de mejorar el rendimiento físico. En efecto, la historia del dopaje y de las ayudas ergogénicas en general no se limita sólo al siglo en que vivimos -con la llegada al mundo del deporte de los esteroides anabolizantes y, más recientemente, de algunas drogas obtenidas por ingeniería genética-. Así, se sabe que, por ejemplo, en la Antigua Grecia se consumían algunos tipos de setas para mejorar el rendimiento atlético (Puffer, 1986), o que los gladiadores romanos utilizaban ya estimulantes para continuar luchando, a pesar de la fatiga o el dolor (Meer, 1987). Pero fue quizás en el siglo XIX -por aquel entonces la mayoría de los países occidentales tenían ya su "deporte nacional- cuando aparece en el deporte el dopaje como tal, sobre todo en el ciclismo. Así, algunos ciclistas franceses consumían ya bebidas ricas en cafeína, mientras que los belgas preferían glucosa empapada en éter, los ingleses se atrevían incluso con estricnina, y los *esprinters*, de la nacionalidad que fuese, consumían nitroglicerina (Puffer, 1986; Burks, 1981)! Tampoco era infrecuente por aquellos tiempos consumir "cócteles letales", en los que se mezclaban drogas y alcohol. Y, la primera muerte de un deportista provocada por dopaje data de 1886, cuando un ciclista inglés murió a causa de una sobredosis de *trimetil* (Dyrnert, 1984).

La palabra *dopaje* (del inglés, *doping*) no aparece en el diccionario inglés hasta 1889, cuando se la define como una mezcla de opio y narcóticos utilizados en caballos de carreras. Y es que, originalmente, el dopaje iba dirigido a narcotizar o disminuir el rendimiento de caballos de carrera, primero, y de galgos de carrera después, mientras que hoy en día este concepto se utiliza en el sentido opuesto, para definir la utilización de cualquier sustancia ilegal con el fin de mejorar *artificialmente* el rendimiento. El primer control anti-dopaje, llevado a cabo en caballos de carreras, data de 1910, mientras que los controles anti-dopaje para humanos no se desarrollaron hasta muchos años después (Cameron, 1994).

Ya en el siglo en que vivimos, durante la Segunda Guerra Mundial, se les administraba anfetaminas a los soldados en batalla (Cameron, 1994). Cuando acabó la citada guerra, las anfetaminas "invadieron" el mercado farmacológico, y pronto llegaron al mundo del deporte. En 1967, durante la decimotercera etapa de la edición del Tour de Francia de aquel año, un ciclista inglés que había consumido una mezcla de brandy y anfetaminas, murió súbitamente escalando el Mont Ventoux. Lejos de servir de escarmiento para reducir o eliminar el consumo de anfetaminas en el ciclismo, su muerte, que fue presenciada en directo por televisión por millones de espectadores, pronto fue seguida por la de otros

dos ciclistas, uno español, y otro belga. Por otra parte, a partir de la década de los 60 comienzan a utilizarse los esteroides anabolizantes en el deporte, si bien el primer caso conocido de dopaje con testosterona (en un caballo trotón, llamado "Holloway") es muy anterior (Kearns y cols., 1942). Incluso, ya en los años treinta se había realizado un experimento pionero en el que se demostró que las hormonas sexuales masculinas podrían mejorar el rendimiento físico (Björk, 1939).

Por último, a partir de la década de los ochenta asistimos al desarrollo de nuevas drogas sintetizadas por ingeniería genética (entre ellas, la eritropoyetina recombinante humana) y de nuevas modalidades de dopaje (como el dopaje sanguíneo), que, hasta la fecha, son oficialmente indetectables, por mucho que su uso haya sido declarado ilegal por el Comité Olímpico Internacional (C.O.I.).

En general, se define como *ayuda ergogénica* a 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 (McArdle y cols., 1991). Así, aún cuando nos referimos al concepto global de ayudas ergogénicas solemos pensar sobre todo en sustancias farmacológicas, procedimientos tan comunes y lícitos como realizar un calentamiento adecuado antes de una competición o realizar una sobrecarga de hidratos de carbono durante los días anteriores a una carrera de maratón, son también ayudas ergogénicas. Lógicamente, la lista de potenciales ayudas ergogénicas utilizables en el deporte sería en realidad interminable. Por ello, en esta revisión nos vamos a centrar en aquellas ayudas ergogénicas que nos parecen de mayor actualidad y de mayor interés científico -en algunos casos, porque existe un gran desconocimiento sobre las bases científicas de las mismas-. De este modo, primero nos referiremos a aquellas ayudas ergogénicas de origen nutricional y permitidas en el deporte (si bien el consumo de cafeína sólo está permitido si no se sobrepasa una determinada concentración en orina de esta sustancia, como veremos enseguida). Nos centraremos después en aquellas sustancias farmacológicas o métodos de dopaje que posiblemente sean más utilizados en la actualidad, y que se incluyen dentro de la lista de sustancias o maniobras prohibidos por el C.O.I.

AYUDAS ERGOGÉNICAS NUTRICIONALES

CAFEÍNA

La cafeína (1,3,7-metilxantina) pertenece a una serie de sustancias denominadas "metilxantinas", que se metabolizan en el hígado por un enzima, la citocromo P-450 oxigenasa (Graham y cols., 1993), cuya actividad varía en función de múltiples factores -dieta, ejercicio, grado de entrenamiento, edad, etc.- (Graham y cols., 1993). La mayor parte de la cafeína se transforma así en paraxantina, al clivarse uno de sus grupos metilo por el citado enzima (Berthou y cols., 1991). Después, la paraxantina, como el resto de los metabolitos de la cafeína, se excreta en la orina como xantinas, ácido úrico o uracilos (Graham y cols., 1993). En efecto, la excreción en orina de cafeína como tal sólo representa un 1-3% de la excreción total diaria de esta molécula por la orina en el ser humano (Graham y cols., 1993).

Por ello, el test de detección de la misma en la orina en los controles anti-dopaje diseñado por el Comité Olímpico Internacional carece de rigor científico, más aún si consideramos que la tasa de aparición en orina de cafeína u otras metilxantinas es extremadamente variable (Graham y cols., 1993). Además, el nivel máximo aceptable en dicho test (concentración de cafeína en orina $> 12 \text{ .ug/ml}$) no se alcanza con las dosis de cafeína que ejercen el efecto ergogénico más claramente demostrado (entre 3 y 9 mg por kg de peso) [Graham y Spriet, 1991].

Mecanismos de acción

Sistema nervioso central. Posiblemente el efecto más conocido lo constituya su efecto estimulante sobre el sistema nervioso central, incrementando el nivel de alerta del individuo (Clarkson, 1993). Por otra parte, el mecanismo de acción responsable de este efecto no es del todo conocido hasta la fecha, si bien se piensa que posiblemente implicaría a la acción estimulante de esta sustancia sobre el sistema catecolaminérgico (Bucci, 1989). Por otra parte, se ha sugerido que la cafeína pudiera aumentar el rendimiento físico al disminuir la percepción subjetiva de esfuerzo (Wilcox, 1990).

Músculo. La cafeína parece ejercer una acción directa a nivel muscular (Clarkson, 1993), y dicha acción se considera hoy en día la más importante a la hora de explicar su efecto ergogénico (Graham y cols., 1993). En efecto, estudios realizados *in vitro* han mostrado un aumento de la movilización de calcio del retículo sarcoplásmico, lo cual contribuiría a mejorar los mecanismos de contracción muscular (interacción de las proteínas contráctiles actina-miosina) [Conlee, 1991; VanHandel, 1983; Wilcox, 1990]. Sin embargo, también es cierto que las dosis necesarias para producir tal efecto son inalcanzables en condiciones *in vivo* (Wilcox, 1990). En efecto, la mayoría de los estudios han mostrado un efecto potenciador de la cafeína sobre la contracción muscular en preparados de músculo aislado.

Metabolismo. La mayor controversia en nuestros días acerca de la cafeína consiste en saber si realmente ejerce un efecto ergogénico a través de una mayor tasa de movilización de lípidos, derivada, a su vez, de su efecto estimulante sobre la liberación de catecolaminas (modelo de acción teórico de la cafeína original de Costill y cols., 1978). En efecto, si bien numerosos estudios parecen confirmar esta hipótesis (referimos al lector a las siguientes revisiones: Bucci y cols., 1989; Conlee, 1991; Van Handel, 1983; Van Handel, 1983; Wilcox, 1990), otros estudios no han mostrado cambios significativos durante el ejercicio en los niveles circulantes de ácidos grasos libres o en el cociente respiratorio en respuesta a la ingestión de cafeína (Erickson y cols., 1987; Knapik y cols., 1983; Tarnopolsky y cols., 1989; Wells y cols., 1985).

Cafeína y rendimiento

Ejercicio de resistencia. Si bien existe cierto grado de controversia al respecto, numerosos estudios (Costill y cols., 1978; Sasaki y cols., 1987; Graham y Spriet, 1991; Spriet y cols., 1992) parecen indicar que la cafeína puede contribuir a mejorar significativamente el rendimiento en ejercicios de larga duración -sobre todo, a través de un aumento del tiempo de resistencia a la fatiga a intensidades submáximas, alrededor del 70-85% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ - (Costill y cols., 1978; Sasaki y cols., 1987; Graham y Spriet, 1991; Spriet y cols., 1992). Así, por ejemplo, el tiempo de resistencia a la fatiga se podría incrementar hasta en un 44%-51% durante un ejercicio de carrera, a una intensidad equivalente al 85 % del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Graham y Spriet, 1991).

Ejercicio de corta duración y de alta intensidad. Aunque la mayor parte de los estudios sobre cafeína y rendimiento se han centrado en ejercicios de resistencia, algunos estudios de esta década han mostrado

también mejoras significativas en el rendimiento -mejoras expresadas como incrementos del VO₂máx de la potencia máxima anaeróbica o del tiempo empleado en cubrir una determinada distancia- en ejercicios breves y muy intensos de ciclismo -test de Wingate- (Collomp y cols., 1991; Anselme y cols., 1992), natación (Collomp y cols., 1992), o carrera a pie (Wiles y cols., 1992).

Efectos secundarios

En general, y si no se ingieren dosis masivas, la cafeína no parece poseer unos efectos secundarios más graves que aquellos derivados de una cierta intolerancia gastro-intestinal a la ingesta de esta sustancia o de un cierto grado de deshidratación dado su efecto diurético (Clarkson, 1993).

En resumen, la cafeína constituye una ayuda ergogénica de efectos científicamente demostrados. Por otra parte, el test actual para su detección es inadecuado, como citábamos anteriormente. Además, estudios recientes parecen sugerir que con las dosis más "ergogénicas" de cafeína (3-6 mg por kg de peso), resulta difícil que se supere el límite legal de concentración de esta sustancia en orina.

Por último, y a modo de ejemplo, en la Tabla 1 aparecen reflejadas las dosis de cafeína contenidas en diversos tipos de bebidas conocidas y la concentración de cafeína en orina que se alcanzaría a las 2-3 horas después de consumir tales bebidas.

Tabla 1. Ejemplos de dosis de cafeína.

DOSIS DE CAFEINA	BEBIDA	CAFEINA EN ORINA (2-3h)
100 mg	1 taza de caf	1.5 ,ug/dl
45 mg	Coca-Cola	0.7 ug/dl
22-36 mg	Té helado	0.03 ,ug/dl
2-3 mg	Café descafeinado	0.03 ,ug/dl

(Adaptado de Wilcox, 1990).

BICARBONATO

La capacidad potencial del bicarbonato sódico para prevenir la aparición de fatiga ha sido estudiada desde hace ya 60 años. Sin embargo, los resultados de los estudios realizados antes de los años 70 presentaban cierta controversia al utilizar dosis que hoy se consideran demasiado bajas como para producir un efecto fisiológico significativo. Así, el tipo de protocolo actual -diseño doble-ciego, con administración tanto de bicarbonato como de una sustancia placebo a un mismo grupo de sujetos- se viene siguiendo desde finales de los años 70.

La dosis más frecuentemente utilizada en la mayoría de los estudios es de 0,3 g/kg de peso, ingerida por vía oral aproximadamente de 1 a 2 horas antes del ejercicio en cuestión. El efecto fisiológico más importante de esta ayuda ergogénica, sobre el cuál existe absoluta unanimidad (Bouissou y cols., 1988; Costill y cols., 1984; Gao y cols., 1988; Horswill y cols., 1988; Jones y cols., 1977; Kowalchuk y cols., 1989; Parry-Billings y MacLaren, 1986), consiste en la alcalinización del pH y en unas concentraciones de lactato en sangre más altas durante y/o después del ejercicio.

Bicarbonato y rendimiento

Por otra parte, diferentes aproximaciones metodológicas se han llevado a cabo para estudiar los efectos ergogénicos de la suplementación con bicarbonato: (a) estudios de laboratorio, con ejercicios únicos y continuados de alta intensidad de 30 s a 10 min de duración, o bien intervalos de ejercicio intenso y de corta duración separados por cortos períodos de recuperación, y (b) estudios "en el terreno", con test de campo en carrera a pie o en natación utilizando protocolos que estimulen preferentemente la utilización de la vía glucolítica anaeróbica de producción de energía (400 u 800 m lisos, etc).

Test en el laboratorio. La suplementación con bicarbonato podría no ser útil en sesiones únicas de ejercicio continuo de muy corta duración -como el test de Wingate de 30s, por ejemplo-, ya que, en tan corto espacio de tiempo, quizás el exceso de hidrogeniones derivados de la vía anaeróbica glucolítica podría ser tamponado por la fosfocreatina, por ejemplo, o por cualquier otro mecanismo que minimizaría los cambios en el pH intracelular (McCartney y cols., 1983; Parry-Billings y MacLaren, 1986). Por otra parte, en ejercicios continuos de mayor duración, los resultados son más bien controvertidos, pues algunos estudios parecen mostrar efectos ergogénicos en ejercicios de cicloergómetro o ergómetro de

brazos (Bouissou y cols., 1988; Jones y cols., 1977; Mitchell y cols., 1990; Sutton y cols., 1981), mientras que otros no han demostrado tal efecto en protocolos incrementales en cicloergómetro hasta la extenuación.

Test de campo. Si bien no siempre es fácil simular las condiciones reales de la competición deportiva, los estudios realizados con test "en el terreno" son los que, sin duda, más conclusiones nos pueden aportar sobre los posibles efectos ergogénicos de una sustancia sobre el rendimiento deportivo. En este sentido, la totalidad de los estudios al respecto han mostrado la eficacia de la suplementación con bicarbonato en distancias cortas tipo "sprint" en natación (Gao y cols., 1988; Simmons y Hardt, 1973), ciclismo -contrarreloj de 1 a 3 km- (Cho y cols., 1990), atletismo -400 y 800 m- (Goldfinch y cols., 1988; Wilkes y cols., 1983), e incluso en caballos "pura sangre" (Lawrence y cols., 1990).

Conclusiones

En resumen, la suplementación con bicarbonato sódico puede constituir una ayuda ergogénica en ejercicios de 1 a 10 min de duración. Así, por ejemplo, se podrían esperar efectos potencialmente beneficiosos en carreras a pie de 400 a 3000 m, o en competiciones de natación de 100 a 400 m. En cambio, este tipo de suplementación no sería efectiva en ejercicios en los que la extenuación del deportista aparece antes del minuto de ejercicio. Por otra parte, cuando se ingieren dosis similares a las utilizada, 5 en los estudios que venimos de citar -del orden de 0,3 g/kg de peso-, los posibles efectos secundarios son siempre de carácter leve diarrea, náuseas, meteorismo, etc-. Sólo a dosis excesivas podrían aparecer en todo caso problemas de mayor gravedad -alcalosis severa, espasmos musculares, irritabilidad, etc- (Heigeuser y Jones, 1991).

Por último, la suplementación con bicarbonato no se encuentra prohibida por el Comité Olímpico Internacional, pese a su potencial capacidad de mejorar artificialmente el rendimiento físico. -

CREATINA

La creatina (ácido metil-guanidín acético) es un aminoácido presente en la dieta, sobre todo en carnes y pescados (Maughan, 1995). La ingesta diaria normal de creatina es de menos de 1g (Heyrnsfield y cols., 1983), si bien el requerimiento diario de un individuo normal es de 2 g (Walker, 1979). En efecto, existe una síntesis de novo de creatina a partir de los aminoácidos arginina y glicina, si bien esta síntesis endógena se halla inhibida cuando el consumo de creatina en la dieta diaria es alto (Maughan, 1995).

Creatina y rendimiento

El estudio de los posibles efectos ergogénicos de la creatina es bastante reciente. Por ello, son pocos los estudios publicados al respecto hasta la fecha. La mayoría de las investigaciones coincidirían en mostrar un aumento del rendimiento al consumir altas dosis de creatina (de 20 a 30 g al día durante al menos 4-5 días) en ejercicios de elevada intensidad, sobre todo si se trata de un ejercicio de tipo interválico (es decir, con varias repeticiones de corta duración, véase segundos, de un ejercicio muy intenso): repetidas series de carreras a pie de 300 ó 1000 m, test de Wingate en ciclismo, test de dinamometría isocinética, etc (Balsom y cols., 1993; Earnest y cols., 1994; Greenhaff y cols., 1993; Harris y cols., 1993).

No disponemos en la actualidad de información suficiente para conocer los posibles efectos de la suplementación con creatina sobre el rendimiento en ejercicios de mayor duración, si bien Balsom y cols. (1993) no hallaron efecto significativo alguno de la creatina sobre un ejercicio de resistencia.

Efectos de la creatina sobre la respuesta metabólica al ejercicio

Si bien todavía no son del todo conocidos los mecanismos a través de los cuales la creatina podría mejorar el rendimiento, parece claro que su efecto ergogénico se derivaría de un aumento en el contenido de fosfocreatina en el músculo (Maughan, 1995). En efecto, la tasa de resíntesis de fosfocreatina tras un ejercicio intenso se incrementaría significativamente tras un ejercicio intenso se incrementaría de forma significativa tras una suplementación con altas dosis de creatina (Greenhaff y cols., 1994). Ello permitiría una recuperación más rápida entre ejercicios repetidos de alta intensidad, lo que conduciría a su vez, a que el deportista fuera capaz de ejercitarse a una mayor intensidad en la siguiente tanda de ejercicio de alta intensidad, o, en otras palabras, de acumular una mayor cantidad de trabajo en los entrenamientos en general (Maughan, 1995). Además, este hecho sería aún más importante si tenemos en cuenta que el contenido de creatina intramuscular se mantiene elevado durante semanas e incluso meses tras tan sólo

unos días (4 ó 5 días) de suplementación con altas dosis de creatina (del orden de 20 a 30 g al día) [Maughan, 1995].

Por otra parte, los citados efectos de la creatina serían más "importantes en aquellos deportistas con un bajo contenido de creatina intramuscular, como sería el caso de aquellos que sigan una dieta de tipo vegetariano". Por último, la suplementación con creatina no está prohibida por ningún organismo oficial, y, al menos hasta la fecha, no se le atribuye efecto secundario alguno que pudiera contraindicar su aporte suplementario en la dieta como ayuda ergogénica, salvo en todo caso, un aumento de peso por aumento de la masa muscular, algo no deseable en deportes de resistencia.

CARNITINA

La carnitina es una amina cuaternaria sintetizada en el organismo (sobre todo, riñón e hígado) a partir de dos aminoácidos esenciales, la lisina y la metionina, y que obtenemos de la dieta principalmente de alimentos de origen animal (Cerretelli y Marconi, 1990). El papel de la carnitina en la regulación del metabolismo es importante, pues facilita una utilización más eficiente de los substratos energéticos (Vukovich y cols., 1994). Por otra parte, la suplementación con carnitina ha adquirido popularidad en los últimos años, si bien este hecho se debería más bien al testimonio de algunos deportistas sobre su potencial efecto ergogénico que a estudios publicados al respecto, pues los resultados de estos últimos son más bien controvertidos.

Carnitina y ejercicio submáximo: efectos sobre el metabolismo lipídico

La L-carnitina facilita la oxidación de ácidos grasos de cadena larga al permitir su transporte a través de la membrana mitocondrial interna (Fritz 1963). Así, existe la teoría de que un aumento en la disponibilidad de carnitina mediada por un aporte suplementario de la misma facilitaría una mayor tasa de oxidación de lípidos, con la consiguiente mejora del rendimiento en ejercicios de resistencia. De hecho, los resultados de algunos estudios parecen confirmar esta hipótesis, al mostrar una disminución en el cociente respiratorio durante ejercicios submáximos en deportistas que recibían un aporte suplementario de carnitina (Gorostiaga y cols., 1989; Natali y cols., 1993; Wyss y cols., 1990). Sin embargo, los resultados de numerosos estudios no han confirmado estos hallazgos. El trabajo más convincente en este sentido sería el publicado por Soop y cols. (1988), quienes mostraron como la administración exógena de carnitina no ejercía efecto significativo alguno sobre las concentraciones plasmáticas de ácidos grasos libres ni sobre el "turnover" de los mismos tanto en reposo como durante el ejercicio. Así hasta la fecha, podemos decir que si la carnitina constituye una ayuda ergogénica, no parece todavía demostrado que esta cualidad se deba a su efecto sobre el metabolismo lipídico.

Carnitina y ejercicio de alta intensidad

Otra posible función de la carnitina sería la de mantener el cociente acetilCoA/CoA, lo cual, a su vez, impediría la inhibición del complejo enzimático de la piruvato-deshidrogenasa, aumentando así la conversión de piruvato a acetilCoA (Beltz y cols., 1988). Así, se incrementaría el funcionamiento del ciclo de Krebs y disminuiría la acumulación de ácido láctico, lo cual sería especialmente útil para mejorar el rendimiento en ejercicios de alta intensidad (Cerretelli y Marconi, 1990; Siliprandi y cols., 1990). Incluso, la carnitina podría representar un destino, adicional para el piruvato, alternativo al lactato: en ejercicios predominantemente aneróbicos, el piruvato producido "en exceso", en vez de transformarse en lactato, se decarboxilaría y almacenaría como acilcarnitina (Cerretelli y Marconi, 1990). Así, en estudios con humanos, Eclache y cols. (1979) mostraron un aumento del tiempo de resistencia a la fatiga gracias a la suplementación con carnitina, e incluso dos trabajos (Dragan y cols., 1987; Marconi y cols. 1985) han descrito aumentos significativos del VO₂máx en sujetos entrenados tratados con el citado suplemento (2-3 g al día durante 2 semanas). Incluso, Vukovich y cols. mostraron una menor tasa de acumulación de lactato durante un ejercicio en cicloergómetro a una intensidad equivalente al 100% del VO₂máx tras un tratamiento con carnitina de 7 y 14 días de duración. Por tanto, la carnitina podría constituir una ayuda ergogénica en aquellos ejercicios que implicasen sobre todo a la vía anaeróbica de obtención de energía ("sprints", ejercicios máximos o supramáximos, etc). De todos modos, otros estudios no parecen confirmar este supuesto efecto de la carnitina en ejercicios de alta intensidad, tanto en animales de experimentación (Heinonen y cols., 1992) como en humanos en ejercicios anaeróbicos de tipo interválico, de natación (Trappe y cols., 1994) o de ciclismo (Barnett y cols., 1994).

Por último, la carnitina podría incrementar el transporte de nucleótidos de adenina -mediado por el enzima adenilato translocasa- a través de la membrana mitocondrial interna al evitar el efecto inhibidor que sobre este proceso pueden causar los ácidos grasos libres de cadena larga cuando éstos se acumulan en exceso (Cerreteli y Marconi 1990). Así, la carnitina podría contribuir a mejorar el rendimiento en ejercicios con predominio del metabolismo anaeróbico aláctico (metabolismo de los fosfágenos de alta energía), como parece sugerir un estudio realizado por Ferretti y cols. (1987), el cual mostró un incremento de la máxima potencia muscular en sujetos recibiendo un aporte exógeno de 4 g de carnitina al día durante 2 semanas.

Suplementación con carnitina: efectos sobre el contenido de carnitina intramuscular

Una cuestión que no ha sido planteada con profundidad consiste en saber si la suplementación con carnitina contribuye realmente a incrementar la concentración de carnitina intramuscular. En efecto, si realmente la administración suplementaria de carnitina no incrementase el contenido de la misma en el músculo esquelético, difícilmente ejercería efecto alguno a nivel muscular (oxidación de lípidos, etc).

En conclusión, los supuestos efectos ergogénicos de la carnitina sobre el rendimiento deportivo no están suficientemente demostrados hasta la fecha. O, al menos, y contrariamente a la opinión generalizada en el mundo del deporte, si esta sustancia ejerce un efecto ergogénico, éste no estaría en relación con el metabolismo lipídico: en todo caso, facilitaría la utilización del metabolismo anaeróbico láctico y/o aláctico. De todos modos, la carnitina constituye una potencial ayuda nutricional no prohibida, y carente de efectos secundarios significativos. Finalmente, tampoco conviene olvidar que la carnitina parece ejercer un efecto ergogénico en el metabolismo energético del tejido cardíaco y muscular cuando éstos sufren un aporte inadecuado de oxígeno, como es el caso de los pacientes con insuficiencia coronaria o con obstrucción vascular periférica (Brevetti y cols., 1988; Ferrari y cols., 1984).