

## **LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS EN EL DEPORTE: MITOS Y REALIDADES**

### **SEGUNDA PARTE: DISPONIBILIDAD ACTUAL DE AYUDAS ERGOGÉNICAS DE TIPO NUTRICIONAL**

#### **ERGOGENIC AIDS IN SPORTS: MYTHS AND REALTIES**

#### **SECOND PART: PRESENT-DAY AVAILABILITY OF NUTRICIONAL TYPE ERGOGENIC AIDS.**

**Víctor M Cabrera Oliva<sup>1</sup>**

**<sup>1</sup> Sub-Dirección de Investigaciones y Docencia, Instituto de Medicina del Deporte, Ciudad de La Habana, Cuba**

#### **RESUMEN**

Actualmente existen criterios contradictorios relacionados con la utilización de las ayudas ergogénicas en la práctica del deporte y en la actividad física. Se ha incrementado en forma significativa la fabricación de ayudas del tipo nutricional, muchas de las cuales no han sido evaluadas totalmente y validadas bajo criterios científicos y nutricionales. Las ayudas ergogénicas nutricionales también han sido causa de dopaje en el deporte o se han utilizado para suministrar sustancias dopantes en forma enmascarada. Algunos resultados realizados con bases científicas más sólidas han demostrado la capacidad de algunas ayudas ergogénicas nutricionales para potenciar el balance energético y el rendimiento deportivo en algunos deportes. El presente trabajo de revisión no pretende establecer las reglas definitivas relacionadas con la utilización de las ayudas ergogénicas nutricionales, sino hacer una reflexión basada en datos concretos publicados con el objetivo de sacar a la luz las realidades relacionadas con la utilidad de las ayudas ergogénicas y aplicar las mismas de la forma más racional sólo en aquellos casos y situaciones que en realidad queden plenamente justificadas.

Palabras claves: Ayudas ergogénicas, deportes, nutrición, dopaje, actividad física

## **Abstract**

At present they are contradictory criteria related with the utilization of ergogenical support in sports practice and physical activity. The production of nutritional support has been increased in significant magnitudes, many which have not been completely evaluated and validated according to scientific and nutritional criteria. The ergogenical nutritional supports also have been cause of doping in sports or have been employed to supply doping substances in masked form. Some results accomplished with more solid scientific bases had demonstrated the capability of some ergogenical nutritional supports to empower the energetic balance and sports performance in some sports. The present revision work does not pretend to establish the definite rules related to the utilization of ergogenical nutritional supports, but doing a reflection based in concrete data published with the aim to expose the realities related with the utility of ergogenical supports, and apply them in the most rational way only upon those cases and situations that reality get completely justified.

**Keywords:** Ergogenical supports, sports, nutrition, doping, physical activity

## **DISPONIBILIDAD ACTUAL DE AYUDAS ERGOGÉNICAS DE TIPO NUTRICIONAL**

Las listas de sustancias o ayudas ergogénicas nutricionales comprenden las de origen vegetal, vitaminas, sales minerales, hidrolizados amino acidicos, amino ácidos ramificados, Coenzimas, etc. Y están disponibles en los mercados y una amplia información sobre los mismos en internet, sin embargo, en la presente revisión solo mencionaremos dos de los productos que mayor difusión han alcanzado en el mundo del deporte y cuyo uso se ha generalizado en grande proporciones.

**Estos productos ergogénicos, son los siguientes:**

### **1-Creatina**

La creatina la descubrió Chevreul en el año 1832. Existen referencias de haber sido utilizada por los países del Este de Europa en los años '60. Los primeros estudios científicos se realizaron a partir de 1990. Su utilización comercial comenzó en 1992. La suplementación con creatina por vía oral para mejorar el rendimiento deportivo se ha incrementado significativamente en popularidad en los últimos años. La ayuda ergogénica fisiológica, se ha utilizado para aumentar la potencia física y velocidad en deportistas. La suplementación de creatina puede aumentar la fosfocreatina del organismo, la que es utilizada para resintetizar ATP y de esta forma contar con más energía para la realización durante los ejercicios físicos. Los estudios son controvertidos y en algunos sujetos la suplementación con creatina no aumenta la cantidad de fosfocreatina muscular. Se asocia además la suplementación con creatina a un aumento del peso corporal, pero se debe a la acumulación de agua que se

produce con esta suplementación, la que habitualmente se aproxima a los 2 kilogramos.

### **Composición, ubicación y transporte**

La creatina (Cr) es un compuesto nitrogenado natural muy similar a los aminoácidos que se combina con fosfato originando fosfocreatina (PCr) (Barbany, 2002; Guillén del Castillo y Linares, 2002). Se sintetiza de forma endógena en el hígado, en el páncreas y en los riñones a partir de los aminoácidos arginina, glicina y metionina (Mújika y Padilla, 1997; Barbany, 2002; Waldron, 2002). En este proceso intervienen dos enzimas: la amidinotransferasa, que cataliza la formación de guanidinoacetato utilizando la arginina y la glicina; y la N-metiltransferasa, que permite que el guanidinoacetato y la S-adenosilmetionina formen creatina (Rico-Sanz, 1997). Además de su producción endógena también se encuentra en la dieta alimenticia, principalmente en el pescado, en la carne y en otros productos animales como la leche o los huevos. En ciertos vegetales también puede encontrarse, pero su presencia es muy reducida (Mediplan Sport, 1996 Mújika y Padilla, 1997). Según Barbany (2002) el organismo humano requiere una cantidad total de 2 gramos de creatina diarios, de los cuales el 50% es sintetizado por el propio organismo mientras que el otro 50% debe ser aportado a través de la dieta. Las mayores concentraciones de Cr en el cuerpo humano se encuentran en el músculo esquelético, con aproximadamente un 95% del contenido total de este compuesto en forma de creatina libre (40%) y de creatina fosforilada o fosfocreatina (60%). El 5% restante se reparte por otros tejidos orgánicos como son el corazón, los espermatozoides, la retina y el cerebro fundamentalmente (Mediplan Sport, 1996; Naclerio, 2001). Debido a su 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 de los cuales, aquellos que mayor capacidad de transporte tienen son los Na<sup>+</sup>-dependientes debido a su saturabilidad respecto a los Na<sup>+</sup>-independientes. A su vez, este proceso depende del número de transportadores de creatina ya existentes: a mayor número consecuentemente mayor será dicho transporte. 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 (Rico-Sanz, 1997).

### **Funciones metabólicas**

Almacén de energía: La PCr tiene una gran importancia en el metabolismo energético durante la contracción del músculo esquelético y la recuperación tras un esfuerzo físico debido a su papel "acumulador" de energía. Este compuesto es el responsable de la resíntesis de ATP a partir de ADP por medio de una reacción catalizada por la enzima creatinquinasa (CK) (Mediplan Sport, 1996; Guillén del Castillo y Linares, 2002).

Numerosos investigadores afirman que la PCr juega un papel importantísimo en la resíntesis de ATP durante las fases iniciales de un ejercicio intenso y de corta duración debido a que el metabolismo anaeróbico aláctico en la producción de ATP a partir de este compuesto es predominante a otras rutas metabólicas (Izquierdo y cols., 2002; Kilduff y cols., 2002).

Dorado y cols. (1997) señalan que en las fases iniciales de un ejercicio de alta intensidad el ATP es restituido no solo a partir de la PCr, sino también a partir del aumento simultáneo de la actividad glucolítica desde el inicio, si bien Rico-Sanz (1997) señala que en esta simultaneidad temporal de las rutas metabólicas, incluso también con la vía oxidativa, el potencial regenerativo del ATP a partir de la PCr supera al de la glucólisis y al de la fosforilación oxidativa.

Transporte de fosfatos de alta energía de la mitocondria a las miofibrillas: El transporte de creatina y fosfocreatina se produce por la hidrólisis de fosfocreatina hacia la mitocondria donde la creatinaquinasa ejerce un control oxidativo y desde ahí la fosfocreatina es transportada hacia el lugar donde será utilizada por las célula durante la contracción muscular (Mediplan Sport, 1996; Rico-Sanz, 1997; Mújika y Padilla, 1997).

Otras funciones de la creatina, según Rico-Sanz (1997), son las siguientes:

Búfer de protones: En la hidrólisis de la fosfocreatina la reacción de la creatinaquinasa utiliza iones de hidrógeno con un potencial tal que provoca una alcalinización de la célula muscular al comienzo del ejercicio.

Controladora de la fosforilación oxidativa: Según el autor es probable que la creatina pueda ejercer un control del metabolismo aeróbico elevando la producción de ATP mediante la vía oxidativa sobre la base de estudios con animales en los que dosis de creatina aumentaban el VO<sub>2</sub>max, sin embargo es algo que aún no está demostrado en humanos.

Función anabólica: La suplementación con creatina provoca un aumento de la masa muscular sin un incremento del volumen de agua, por lo que es probable que la creatina influya en dicho aumento especialmente en el diámetro de las fibras Tipo II (Mújika y Padilla, 1997; Rico-Sanz, 1997).

La creatina es un compuesto a base de aminoácidos; aproximadamente el 95% se halla en el músculo esquelético y el restante 5% se halla depositada en el corazón, cerebro y testículos.

El 90% de la creatina pasa del plasma a la sangre vía un transportador sodio dependiente (puede entrar contra gradiente de concentración). El 10% restante es dependiente del gradiente de concentración. En el músculo el 60% de la creatina está en forma de fosfato de creatina (PCr).

La creatina se sintetiza principalmente en el hígado, los riñones y el páncreas y se obtiene por medio del consumo de pescado, carne o productos animales. La creatina es convertida en fosfocreatina, la cual es necesaria para la resíntesis del Trifostato de Adenosina (ATP). La fosfocreatina es la fuente primaria de energía para la resíntesis de ATP durante la realización de ejercicios de alta intensidad y corta duración.

La creatina se toma en pequeña cantidad con las proteínas de origen animal (200 mg cada 100 gramos de carne), Para ingerir 20 gramos de creatina se necesitarían comer 12 kilos de carne al día.

Es un compuesto orgánico obtenido en la dieta predominantemente por la ingestión de carnes rojas y pescado. La ingesta normal de una persona que consume una dieta mixta es de 1 a 2 gramos por día. Es también sintetizada por el organismo desde los aminoácidos arginina, glicina y metionina. El suplemento de monohidrato de creatina es la versión sintética del fosfato de creatina, hallado naturalmente en el músculo esquelético del cuerpo humano. La Creatina es un aminoácido derivado de arginina, glicina y metionina. La síntesis endógena es de 1 - 2 gr./día, y puede ser ingerido en cantidades adecuadas a través de la dieta. La suplementación tiene por objeto aumentar las concentraciones de creatina total y fosfocreatina.

El desarrollo de un gran número de estudios científicos durante los últimos años ha mostrado que la suplementación con creatina incrementa significativamente las concentraciones de creatina en el músculo esquelético, lo cual provoca la aceleración de la resíntesis de fosfocreatina.

Por lo tanto, como resultado de la utilización de creatina como suplemento, el incremento en la creatina muscular mejora el rendimiento atlético durante ejercicios intermitentes de alta intensidad.

Muchos estudios han demostrado que la creatina incrementa el rendimiento en ejercicios intermitentes de alta intensidad. Aun no se ha demostrado su beneficio en ejercicios de resistencia.

Esta sustancia forma parte de un compuesto llamado fosfocreatina que junto con el ATP son las únicas fuentes de energía para la contracción muscular. Su administración aumenta los niveles de creatina y de fosfocreatina en el músculo, produciéndose un aumento en los ejercicios de fuerza máxima, pero no en los de resistencia. Se han realizado numerosos estudios científicos con resultados contradictorios.

Los estudios han identificado que la utilización de creatina como suplemento retrasa el comienzo de la fatiga y facilita la recuperación durante series repetidas de ejercicio de alta intensidad. Los estudios también han mostrado efectos ergogénicos de la utilización de creatina sobre la fuerza muscular y la potencia además, la suplementación con creatina incrementa la masa muscular debido a la ganancia de la masa libre de grasa.

Aunque el creciente número de estudios indica que la suplementación con creatina mejora el rendimiento durante ejercicios intermitentes de alta intensidad, la mayoría de los estudios han utilizado cortos períodos de suplementación sin investigar que ocurre en escenarios deportivos específicos. La suplementación con creatina incrementa la concentración de creatina y de fosfocreatina en el músculo esquelético, lo cual parece estar directamente relacionado con una mejoría en el desarrollo de la fuerza.

Un incremento de la capacidad para alcanzar altas tasas de resíntesis de ATP durante el ejercicio máximo puede ayudar a explicar la mejoría que se experimenta en la fuerza y en la potencia muscular. El incremento en la masa magra corporal y en el peso corporal se consigue con la suplementación de creatina.

Se han propuesto dos mecanismos potenciales para explicar este incremento, incluyendo un incremento en el agua corporal total y un incremento en la síntesis de proteínas miofibrilares.

Para ser considerado un respondedor a la suplementación oral aguda, un perfil biológico preexistente favorable puede determinar el grado final al cual responde un individuo a la suplementación. Los perfiles fisiológicos de los sujetos no respondedores parecen ser diferentes y pueden limitar su capacidad para captar Creatina. Esto puede ayudar parcialmente a explicar los hallazgos de rendimiento equívocos reportados en la literatura en referencia a la suplementación con Creatina.

El esquema habitual de suplementación es de 20 gramos/día durante 5 a 7 días y luego un periodo de mantenimiento es de 2 gramos/día durante 2 meses y después descanso.

Se utiliza comenzando con una dosis de carga de 5 a 7 días de duración, en la que se administran 0.3 g por kg de peso, seguida de una fase de mantenimiento de 0.03 g por día. Se consume generalmente en polvo (de color blanco), pero también la encontramos en cápsulas, chicles, y barras.

Al consumirla, se aconseja no perder de vista dos aspectos al consumirla:

1. Tener la seguridad de que el producto que se ingiere tenga el 99.9 % o más de pureza.
2. No sobrepasar las dosis indicadas, pues todavía no se han documentado sus efectos adversos.

La fosfocreatina puede liberar energía en forma rápida para la resíntesis de ATP, fuente primaria de energía en eventos explosivos.

La fatiga puede ser atribuida a la disminución rápida de fosfocreatina

Efectividad:

- Comprobada en pruebas de laboratorio, de resistencia y corta duración (< 30 segundos).
- No comprobada en pruebas de campo, de mayor duración.
- Favorece aumento de masa libre de grasa junto con un trabajo de resistencia.

En algunos sujetos la suplementación con creatina no aumenta la cantidad de fosfocreatina muscular. No existe riesgo de dopaje con esta ayuda.

- Los estudios experimentales realizados en animales con incrementos de creatina en su alimentación, demostraron un aumento en el contenido miocárdico de creatina libre y total, sin alterar de manera significativa el nivel de ATP o PCr. Además, en animales con hiperlipemia, disminuyeron los niveles de concentración de los triglicéridos y las VLDL, aumentando el BUN de 11 a 13 mg%.

La utilización de esta ayuda ergogénica no está exenta de riesgos y se han publicado varios estudios que alertan sobre el riesgo renal de su consumo excesivo y prolongado, así como su posible acción cancerígena por su acción favorecedora del crecimiento tumoral.

Por otro lado, se ha publicado un caso de un joven culturista muerto de un infarto cerebral masivo, sin otra patología asociada. Este culturista tomaba un suplemento que contenía 20 mg. de efedrina, 200 mg. de cafeína, 100 mg. de L-Carnitina y 200 mg. de cromo en 2 tomas diarias. También tomaba 6000 mg. de Creatina, 1000 mg. de taurina, 100 mg. de inosina y 5 mg. de coenzima Q 10.

Comercialmente se dice entonces que el suplemento con creatina disminuye la fatiga, mejora la recuperación post esfuerzo y aumenta la masa muscular y la fuerza.

Académicamente se puede decir que los efectos de la suplementación con creatina dependen en gran medida de sus niveles iniciales en el músculo. Parece ser por lo tanto, más lógico y efectivo el suplemento en deportistas vegetarianos.

Por otro lado, sólo existen estudios que demuestran un efecto en deportes explosivos o de corta duración. Finalmente, los estudios en deportes de larga duración no tienen hasta el momento un resultado contundente. Hay que estar alertas a los resultados de la suplementación masiva de este compuesto a largo plazo.

Estudios efectuados en deportes:

Fútbol: no hay mejoría. Smart NA y col. 1998. Med Sci Sports Exerc.

Natación: si hay mejoría, especialmente en pruebas cortas. Pereybune, Journal of Sports Sci, 1998.

Voleibol: no hay mejoría. Miseko TA y col. 1997. Med Sci Sports Exerc.

Hockey sobre hielo: si hay mejoría. Jones A y col. 1998. Med Sci Sports Exerc.

Ejercicios isocinéticos: no hay mejoría. Rawson E y col. 1998. Med Sci Sports Exerc.

Esfuerzos de larga duración: no hay mejoría. Peeters BM y col. 1998. Med Sci Sports Exerc.

Levantadores de pesas: si hay mejoría. Williams MH y col. 1996. Med Sci Sports Exerc.

En el ejercicio intenso de corta duración el metabolismo anaeróbico aláctico es capaz de suplir los requerimientos energéticos de la musculatura que está trabajando. Autores como Mesa y cols. (2001) indican que los depósitos de Creatina y Fosfato de Creatina (PCr) alcanzan valores mínimos a los 5-10 segundos, tiempo hasta el cual el ejercicio físico no alcanzaría la fatiga el agotamiento de los depósitos de fosfágenos. Otros autores como Dorado y

cols. (1997) indican que este tiempo oscilaría entre los 10-30 segundos. Naclerio (2001) señala que antes de los 5 segundos los depósitos de fosfágenos no están agotados. A partir de este umbral y hasta los 20-30 segundos, o incluso más, los depósitos de creatina descienden hasta quedar prácticamente agotados.

Cuando la PCr muscular alcanza valores mínimos el rendimiento deportivo disminuye debido a que el ATP no es re-sintetizado con tanta rapidez como es demandado por las células musculares, por lo que muchos autores sugieren que si se produce un incremento de los niveles normales de creatina mediante una suplementación oral, se provocaría un incremento de la PCr que atenuaría la rápida caída de las reservas musculares durante el ejercicio, alterando en menor medida los niveles de ATP muscular, y con ello mejorando el rendimiento deportivo (Mújika y Padilla, 1997; Kreider y cols., 1998; Barbany, 2002; Izquierdo, y cols., 2002; Kilduff y cols., 2002; Newman y cols., 2003). Así en sprints con una duración inferior a 10 segundos en deportes como carrera, ciclismo, natación, tenis, etc, o en deportes de equipo con esfuerzos intermitentes como el fútbol o el baloncesto, la utilización de este sustrato energético es prioritaria, el cual se ve favorecido por el entrenamiento y por un aporte diario de creatina no elevado.

Los requerimientos de creatina según Barbany (2002) son 2 g diarios, los cuales pueden ser cubiertos si tenemos en cuenta su producción endógena y su aporte a través de la dieta. Según este autor se pueden producir cambios favorables en el rendimiento deportivo en pruebas cortas con un elevado nivel de carga si se ingiere creatina mediante dosis elevadas de 20g/día durante 6 días consecutivos y dosis menores de 2-3 g en los días siguientes. Estos cambios pueden llegar a ser de un 20% en aportes de 100 g administrados durante una semana y en ciclos mensuales entre suplementaciones (Mediplan Sport, 1996). En un estudio realizado por Harris y cols. (1992) se ha comprobado que el contenido de Creatina del vasto externo aumenta entre un 20 y un 50% tras dos días suplementando al organismo con 20 g diarios de creatina, cuyo aumento es mayor si el periodo de suplementación se acompaña de un trabajo muscular submáximo. Este hecho ha sido confirmado en posteriores investigaciones en las que se hicieron suplementaciones estandarizadas de Creatina de 20 g diarios durante 5 ó 6 días (Greenhaff y cols., 1994a; Greenhaff y cols., 1994b; Söderlund y cols., 1994; Balsom y cols., 1995; Febbraio y cols., 1995; Casey y cols., 1996 y Hultman y cols., 1996) de 20-30 g diarios durante al menos dos días (Dorado y cols., 1997) o de 20-30 g diarios durante 5-6 días (Preen y cols., 2002). Asimismo hay estudios en los que se ha constatado que la ingesta de 3 a 5 g de Cr administrados durante un periodo de 11 a 28 días produce también similares efectos relacionado con el rendimiento deportivo si se comparan con las dosis de mayor aporte y menor duración que veíamos en los estudios anteriores (Rico-Sanz, 1997).

Parece estar bastante aceptado por buena parte de la comunidad científica que el aumento de los depósitos de Cr así como la resíntesis de ATP a partir de este compuesto en ejercicios de corta duración y alta intensidad se ve favorecido por una suplementación oral de creatina, sin embargo existen otros estudios que no son tan concluyentes al respecto al no observar aumentos significativos en la Cr total tras dicha suplementación. Así lo confirman Odland y cols. (1994) tras suplementar con 60 g diarios de Cr durante 3 días.



Lo que sí parece indiscutible es que la creatina es uno de los suplementos dietéticos más requeridos actualmente en el deporte debido, probablemente, a que es una de las pocas sustancias nutricionales capaces de tener un potencial para mejorar del rendimiento deportivo, sin embargo los estudios que han analizado los efectos positivos de este compuesto también han recibido algunas críticas debido al poco rigor científico que se les ha atribuido (Mediplan Sport, 1996; Mújika y Padilla, 1997; Arnaud, 2002; Barbany, 2002). Además, también se ha planteado que los efectos de la creatina se han producido bajo unas condiciones estándar de estudio y en sujetos sedentarios o de bajo nivel de entrenamiento. Se pone en duda si en sujetos altamente entrenados y en condiciones reales de competición este compuesto pudiese llegar a tener los mismos efectos (Mediplan Sport, 1996; Mújika y Padilla, 1997; Barbany, 2002). Algunos autores han llegado a afirmar incluso que la suplementación con creatina en deportistas de resistencia altamente entrenados sería innecesaria (Mújika y Padilla, 2002). Tampoco se tiene claro en cuáles disciplinas podría ser más útil y si sus efectos se podría mantener o no a largo plazo (Barbany, 2002).

Según señalan Mújika y Padilla (1997) el potencial de la creatina como ayuda ergogénica en el deporte es algo que debe ser estudiado y analizado rigurosamente, ya que la mayoría de los estudios realizados no son concluyentes al respecto y no dejan de ser simples hipótesis que necesitan ser confirmadas.

Debido a la controversia suscitada nos hemos propuesto recoger algunas de las investigaciones realizadas en los dos últimos años que hayan analizado la suplementación oral con creatina como ayuda ergogénica con relación al rendimiento deportivo con el fin de poder discernir un poco más sobre su utilización.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Las Referencias Bibliográficas se incluyen en la Cuarta Parte correspondiente al presente artículo de revisión.**