

Revisión

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

### **TERCERA PARTE: EFECTOS DE LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS SOBRE LA ACTIVIDAD DEPORTIVA**

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

#### **THIRD PART: EFFECTS OF ERGOGENIC AIDS ON SPORTS ACTIVITY**

**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

Correspondencia: Víctor Cabrera Oliva,

Departamento de Investigaciones,

Instituto de Medicina del Deporte,

Calle 10 esquina 100. Embil, La Habana, Cuba

Email: [vcabrera@infomed.sld.cu](mailto:vcabrera@infomed.sld.cu)

Recibido: 2 de Junio 2011

Aceptado: 2 Agosto 2011

## 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

## EFFECTOS DE LAS AYUDAS ERGOGÉNICAS SOBRE LA ACTIVIDAD DEPORTIVA

Para una mejor comprensión sobre los efectos que produce el suministro de ayudas ergogénicas sobre la actividad deportiva, hemos distribuido los estudios en dos categorías:

### *Estudios que reflejan mejoras en el rendimiento deportivo*

Dentro de estos estudios se incluyen los resultados que demuestran la presencia de mejoras en el rendimiento deportivo tras una suplementación con creatina.

### *Estudios que no reflejan mejoras en el rendimiento deportivo*

Dentro de estos estudios se incluyen los resultados en los cuales no se demuestra la presencia de mejoras en el rendimiento deportivo tras una suplementación con creatina.

### *Estudios que reflejan mejoras en el rendimiento deportivo*

Izquierdo y cols. (2002) analizaron los efectos de la suplementación con 20 g de creatina administrada durante 5 días en 19 jugadores de balonmano entrenados (grupo experimental n = 9; grupo control n = 10). Para ello se midió la fuerza y potencia máximas y el nivel de fatiga en repeticiones máximas (RM) de press de banca y squat-jump (SJ). También se realizó un salto con contramovimiento en plataforma de contacto (CMJ), 6 sprints máximos de 15 m y un test de resistencia discontinuo ascendente hasta el agotamiento. Asimismo se tomaron muestras de sangre y de orina para determinar las concentraciones de lactato y Creatina. El estudio se realizó a doble ciega registrando

todos los datos antes y después del período de suplementación. Los resultados obtenidos indican que los sujetos que habían tomado creatina incrementaron significativamente la masa muscular, el número máximo de repeticiones hasta la fatiga y la potencia en press de banca y SJ, la fuerza máxima tras el SJ y el tiempo empleado en el primero de los 6 sprints. En el grupo que tomó el placebo no se produjeron cambios significativos, como tampoco en las demás variables analizadas en ambos grupos, por lo que según este estudio, la suplementación con creatina en jugadores de balonmano entrenados conduce a una mejoría significativa en la fuerza máxima del tren inferior, en el número de repeticiones máximas del tren inferior y superior, en los ejercicios de potencia y en el número de repeticiones máximas hasta la fatiga en press de banca; se produce una mejora en el sprint y se atenúa la fatiga en el salto tras las repeticiones máximas. No se obtienen mejoras en la fuerza máxima del tren superior ni en la carrera de resistencia.

En un estudio a doble ciega similar al anterior Kilduff y cols. (2002) analizaron la influencia de la suplementación con creatina sobre la fuerza isométrica en press de banca en 32 corredores de resistencia entrenados. En este caso se realizaron cinco contracciones máximas y se determinó la composición corporal antes y después de la ingestión de 20 g de creatina diarios durante 5 días por parte de un grupo experimental y placebo en un grupo control. Asimismo se analizó la excreción de creatina a través de la orina. Los resultados indicaron que la suplementación provocó un aumento significativo del pico de fuerza y del trabajo total durante la contracción isométrica en el grupo experimental respecto al grupo control. También aumentó el peso corporal y la masa muscular magra tanto en el grupo control como en el grupo experimental, si bien el incremento fue significativamente mayor en el grupo experimental. De este estudio se desprende que tanto el pico de fuerza máxima como la fuerza total en contracción isométrica se ven incrementados en corredores de fondo entrenados tras una suplementación con creatina, si bien también se produce un aumento del peso corporal que puede resultar limitante para el rendimiento deportivo en esta modalidad atlética.

Oöpik y cols. (2002) estudiaron el efecto de la suplementación con creatina junto con la ingesta de carbohidratos sobre la recuperación de masa corporal y el aumento del rendimiento deportivo tras una pérdida de peso post-ejercicio en un grupo de 5 luchadores entrenados. Para ello, meses antes se les pidió que redujesen al menos un 15% de su peso a base de entrenamiento y de un control personal de la dieta sin ingerir fármacos durante dos meses. Tras este periodo se elaboró una dieta suplementada con hidratos de carbono y creatina para ser ingerida durante las 17 horas siguientes y administrada a doble ciega en un grupo experimental y en un grupo control. Asimismo se midió la fuerza máxima, submáxima y trabajo total de extensión de rodilla antes de la pérdida de peso, tras el periodo de reducción de peso y tras el periodo de suplementación. Por último se tomaron muestras de sangre y orina para comprobar las concentraciones de  $\text{NH}_3^+$ , lactato, glucosa y urea. Los resultados obtenidos son en parte contrarios al estudio de Kilduff y cols. (2002) ya que señalan que la suplementación con creatina junto con hidratos de carbono mejora la recuperación del nivel de fuerza máxima y la capacidad total de trabajo en los sujetos estudiados debido a una mayor retención de creatina en la musculatura y no al aumento de masa muscular, debido a que no se encontraron variaciones de peso significativas durante el periodo de recuperación en ambos grupos. Este hecho también contradice en parte lo relacionado con las funciones metabólicas de la creatina en las fibras musculares tipo II (probablemente más desarrolladas en las

modalidades deportivas de lucha), lo cual podría suponer un factor de rendimiento a tener en cuenta en este tipo de disciplinas deportivas. Finalmente se plantea sobre la base de este estudio que la suplementación con creatina y carbohidratos mejora el rendimiento deportivo en luchadores entrenados, si bien los resultados deben ser tomados con cierta cautela debido al reducido número de sujetos en la muestra.

Gothshalk y cols. (2002) comprobaron los efectos de la suplementación con Cr en ancianos físicamente activos en un estudio a doble ciega en el que se administraron 3 g por Kg de peso corporal de Cr durante 7 días en un grupo experimental y placebo en un grupo control. Para determinar los efectos de la suplementación ambos grupos realizaron una batería de ejercicios consistente en una prueba máxima de fuerza dinámica en press de banca y press de pierna, una prueba de fuerza máxima isométrica de rodilla, un test de fuerza explosiva mediante sprints sobre cicloergómetro y dos pruebas de coordinación general. Asimismo se tomaron muestras de sangre y biopsias musculares para analizar diferentes compuestos. Los resultados indican que la suplementación con creatina provocó grandes incrementos en la masa corporal y en el tejido muscular, en la fuerza dinámica máxima y en la fuerza máxima isométrica así como en la fuerza explosiva y capacidad funcional del tren inferior en el grupo experimental respecto al grupo control. Al igual que en estudios anteriores también hubo un incremento del peso corporal total y del peso magro en los sujetos que tomaron creatina. A raíz de este estudio puede decirse que la creatina suplementada por vía oral es probable que incremente el rendimiento deportivo en las personas mayores.

En los estudios de Kambis y Pizzedaz (2003) se analizó el efecto de la suplementación con creatina sobre la función muscular, el perímetro del muslo y el peso corporal en 22 mujeres jóvenes. En un diseño a doble ciega se administraron 0,5 g de creatina por Kg de peso corporal en un grupo experimental y placebo en un grupo control. Asimismo se realizó un test de valoración de la función muscular del tren inferior y un test de fuerza máxima del cuádriceps antes y después de la suplementación. Pudo observarse que en el grupo experimental el tiempo de extensión del cuádriceps descendió y la potencia de trabajo tanto en flexión como en extensión aumentó. Al igual que en algunos estudios anteriores tampoco se produjeron variaciones en el porcentaje graso, ni en el diámetro del cuádriceps ni en el peso total de las mujeres en ambos grupos. Sobre la base de este estudio parece ser que la suplementación con creatina en mujeres jóvenes mejora el rendimiento físico ante acciones explosivas del tren inferior sin provocar un aumento del peso corporal.

Watsford y cols. (2003) en un estudio a doble ciega analizaron si la suplementación con creatina aumenta la probabilidad de lesión debido a una mayor rigidez muscular. Para ello se eligió una muestra de 20 sujetos distribuidos en dos grupos, experimental y control. Ambos realizaron una serie de saltos a partir del protocolo de Bosco antes y después de la suplementación con creatina en el grupo experimental y placebo en el grupo control. En el grupo experimental se produjo un incremento significativo del peso corporal y de la altura de salto en el CMJ y en el DJ respecto al grupo control. En ambos grupos no se produjeron aumentos en la rigidez muscular. En este estudio no se ha podido demostrar que la suplementación con creatina aumente el riesgo de lesión debido a un incremento de la rigidez muscular, si bien se ha observado una ganancia en la altura de salto por lo que es probable que en aquellos deportes cuyo factor de rendimiento sea ésta dicha suplementación, en principio, fuera aconsejable.

En un estudio a ciego simple Newman y cols. (2003) comprobaron si la suplementación con creatina en dosis elevadas durante unos pocos días seguida de otra más ligera y continuada en el tiempo, alteran la tolerancia a la glucosa y la acción de la insulina en adultos no entrenados. Para ello se eligió una muestra de 17 sujetos (grupo experimental  $n = 8$ ; grupo control  $n = 9$ ). El grupo experimental tomó una dosis de 20 g de creatina durante 5 días seguida de otra de 3 g durante 28 días. El grupo control tomó similares cantidades de glucosa durante el mismo periodo de tiempo. Los datos se tomaron a partir un test de tolerancia a la glucosa ingerida por vía oral, análisis de sangre y biopsias musculares antes y después de la suplementación. Los resultados reflejan que la ingesta de creatina no influye en el contenido muscular de glucógeno, en la concentración de glucosa ni en los niveles de insulina en sangre, sin embargo la Creatina (Cr) y la PCr del músculo se vieron incrementadas en el grupo que tomó creatina respecto al grupo control. En este estudio la suplementación con Creatina aumentó las reservas de Creatina y Fosfato de Creatina (PCr) musculares en sujetos no entrenados, lo cual puede suponer un incremento en el rendimiento físico en actividades con un elevado componente anaeróbico aláctico. Este aumento de los depósitos de Cr y PCr tras una suplementación oral con creatina también ha sido confirmado recientemente por Powers y cols. (2003) en un estudio similar con atletas de fondo entrenados. Derave y cols. (2003) realizaron un estudio cuyo objetivo fue comprobar los efectos de la suplementación con Cr y de Cr más proteínas sobre las reservas de hidratos de carbono musculares comparando la musculatura entrenada con la no entrenada del propio sujeto. Para ello se eligieron 33 individuos y se dividieron en tres grupos. Uno de ellos tomó placebo, otro creatina y el tercero creatina junto con el transportador de glucosa GLUT-4. A su vez los sujetos fueron sometidos a un programa de resistencia muscular en su pierna derecha manteniendo la otra en reposo, tomando los datos a partir de biopsias musculares. Los resultados obtenidos difieren en parte de los obtenidos por Newman y cols. (2003) ya que en la pierna entrenada los niveles de glucógeno muscular aumentaron en los grupos que tomaron creatina respecto al grupo que tomó placebo. En cuanto al transportador GLUT-4 ocurrió lo mismo, sin embargo ninguno de estos efectos tuvo lugar en la pierna no entrenada. Por tanto, en este estudio la suplementación oral con creatina mejoró la cantidad de GLUT-4 y glucógeno presentes en el músculo realizando ejercicio físico de forma paralela. Asimismo la Creatina combinada con un suplemento de GLUT-4 mejoró también la tolerancia a la glucosa. En principio la práctica de ejercicio físico induce a un aumento de las reservas de glucógeno muscular, sin embargo sobre la base del estudio de Newman y cols. (2003) sería necesario comprobar de nuevo si este aumento se debe solamente al estímulo físico del entrenamiento o también al efecto conjunto de la suplementación con creatina.

### **Estudios que no reflejan mejoras en el rendimiento deportivo**

Preen y cols. (2002) realizaron un estudio cuyo objetivo fue determinar si la ingestión oral de creatina momentos antes de realizar ejercicio físico mantiene un nivel óptimo en la eficacia de acciones explosivas intermitentes durante el mismo. Para ello se eligieron 8 varones no entrenados que practicaban actividad física con los que se hizo una prueba a doble ciego en la que el grupo experimental tomó 15 g de creatina 2h antes de realizar 10 series de 5-6 sprints máximos en cicloergómetro y el grupo control un placebo. Los datos

se obtuvieron a partir del trabajo total realizado y potencia de trabajo de los sujetos, biopsias musculares del vasto lateral y muestras de sangre y de orina en las que se determinaron las concentraciones de diferentes metabolitos. Los resultados obtenidos indican que tras la ingestión de creatina se obtuvieron cambios favorables en los metabolitos sanguíneos resultantes del trabajo realizado en el grupo que tomó creatina respecto al que no tomó, sin embargo no hay diferencias significativas en los datos recogidos a través de las biopsias musculares ni tras los resultados de los test físicos, por lo que no se ha podido demostrar que los esfuerzos máximos e intermitentes prolongados en el tiempo alcancen una mayor eficacia tras la ingesta de creatina momentos antes de realizar ejercicio, probablemente debido bien al poco tiempo transcurrido desde su administración hasta el aprovechamiento total por la musculatura esquelética o bien por la poca cantidad de creatina ingerida.

Doherty y cols. (2002) estudiaron los efectos a corto plazo de la ingestión de cafeína tras un periodo de suplementación con creatina y abstinencia en cafeína. Para ello se eligieron 14 sujetos entrenados que siguieron un periodo de suplementación con creatina de 3 g por Kg de peso corporal diarios sin ingestión de cafeína. Se calculó el VO<sub>2</sub>max mediante una prueba de esfuerzo máximo antes y después de la suplementación, así como a las 12-24 horas y a los 3-5 días previa ingestión a doble ciego de 5 mg/Kg de cafeína una hora antes de ambos test en un grupo experimental y placebo en un grupo control. Asimismo se tomaron muestras de sangre para analizar diversos metabolitos. Los resultados obtenidos en relación con la creatina indican que tras una suplementación con este compuesto se aumentó la masa corporal de los sujetos, sin embargo no hubo mejoras en el rendimiento tras la prueba de esfuerzo, probablemente debido a la poca fiabilidad del protocolo utilizado, según estos autores.

Dentro de este apartado también hemos querido destacar un estudio realizado por Mesa y cols. (2001) en el que, a pesar de no estar en relación con el análisis experimental de la suplementación con creatina en el deporte, se destacan una serie de efectos negativos en el uso de esta sustancia. En este sentido los autores consideran que a pesar de haber estudios en los que se indica que la suplementación con creatina a largo plazo no provoca consecuencias adversas para los atletas, no existen suficientes evidencias científicas con las que se demuestre que un consumo libre e indiscriminado de creatina no iría en perjuicio de la salud. Según ellos, la suplementación con creatina (fundamentalmente a largo plazo) puede ser una práctica de riesgo para el síndrome de la encefalopatía espongiiforme bovina, puede tener efectos cancerígenos y se han descrito alteraciones gastrointestinales, musculares y renales en los sujetos.

1. Existen numerosos estudios en los que se demuestra que la suplementación oral con creatina durante un periodo de tiempo aproximado de una semana provoca un aumento de las reservas de Cr y PCr musculares. Asimismo se han podido constatar mejoras en diversas manifestaciones de la fuerza relacionadas principalmente con la fuerza explosiva, en ejecuciones en las que interviene la potencia muscular y se ha observado un retraso de la fatiga muscular en acciones repetidas de alta intensidad y corta duración.
2. En las acciones deportivas que intervienen las cualidades anteriormente señaladas como saltos o levantamientos de peso, la suplementación con creatina mejora el desempeño físico, principalmente en trabajos del tren inferior, sin embargo los resultados todavía no han sido extrapolados fuera de los test de laboratorio ya que no está

documentado en qué deportes este tipo de suplementación supondría una ayuda ergogénica útil para mejorar el rendimiento deportivo.

3. Los beneficios de la suplementación con creatina pueden potenciarse si además se combina con otros compuestos como carbohidratos o cafeína y si además se realiza actividad física de forma paralela.
4. Existe una gran controversia en cuanto a si la creatina provoca o no un aumento del peso corporal debido a su función anabólica sobre las fibras rápidas y a su influencia sobre el aumento del glucógeno muscular ya que en estudios realizados con varones dicho aumento se constata, sin embargo en mujeres todavía no ha sido del todo demostrado. La suplementación oral con creatina mejora el rendimiento deportivo en acciones explosivas y de corta duración, sin embargo sigue existiendo cierta controversia al respecto debido, principalmente, a determinados estudios en los que la metodología utilizada no ha seguido unos criterios adecuados. Por otro lado, resulta necesario mejorar la estandarización de los protocolos y variables utilizados en los estudios de laboratorio así como realizar trabajos de campo en diferentes deportes para comprobar los efectos de dicha suplementación en el entrenamiento y en la competición.

La **creatina** es un componente inorgánico natural obtenido fundamentalmente por la ingestión de carne (especialmente de pescado), ya que solo se encuentra en cantidades insignificantes en los vegetales, pero el organismo puede sintetizarla en el páncreas, hígado y riñón utilizando los mismos aminoácidos que la forman (Arginina, Glicina y Metionina)(6, 10, 21, 27)

La mayoría de la creatina sintetizada por nuestro organismo es transportada por la sangre hacia los tejidos, especialmente la masa muscular, que capta y almacena entre el 95 al 98% del total de la creatina, que se encuentra en dos formas:

- **Libre** (40%)
- **Unida** a un Fósforo (creatina fosforilada) formando un compuesto con gran capacidad de reponer energía "**la Fosfocreatina o PCr**" (60%)

Un adecuado nivel de creatina "libre" en la masa muscular facilita la reposición y conservación de la fosfocreatina (PCr) que constituye la fuente más importante para reponer el ATP (Trifosfato de Adenosina), Compuesto que utilizan todas las células del organismo para obtener energía, por lo que debe ser continuamente repuesto para poder desarrollar las funciones orgánicas.

El ATP es degradado en sus componentes principales (ADP -Adenosin Tri Fosfato- y Pi -Fósforo Inorgánico- más E\* -Energía- e inmediatamente es repuesto, por la Fosfocreatina (PCr) que ofrece la Energía necesaria para restaurar el ATP y seguir satisfaciendo las demandas energéticas de la célula.

La cantidad de Fosfocreatina muscular es en sí una "fuente de reserva energética" que garantiza una rápida recuperación del ATP, pero al utilizarse se degrada en Fósforo Inorgánico y Creatina la cual no puede ser reutilizada, entonces se degrada a **creatinina** que es eliminada por los riñones.

Debido a que la creatina tiene un rol fundamental en la recuperación de los niveles de ATP, su descenso perjudicaría la capacidad de trabajo, especialmente de alta intensidad, frecuencia, y pausas cortas de recuperación entre los esfuerzos (alta densidad).

La reposición de la Fosfocreatina ocurre durante los periodos de descanso o a intensidades de esfuerzo bajas, por medio de un proceso que implica la unión de la creatina almacenada en forma "libre" con un fósforo, proceso que es facilitado cuando los niveles de creatina libre intracelular están elevados. Diversos trabajos reportan mejoras en la velocidad de recuperación entre esfuerzos intermitentes a intensidades relativamente altas, como los que caracterizan a los entrenamientos de fuerza o carreras de velocidad, en sujetos que han seguido un plan de suplementación destinado a aumentar los niveles de creatina intramuscular.

En esfuerzos de alta intensidad y sostenidos en el tiempo, que duren más de 5 seg., hasta 20 o 30 seg., o incluso algo más, los niveles de ATP se mantienen relativamente altos (nunca bajan más del 40% o 60% respecto a sus valores iniciales), mientras que la Fosfocreatina desciende notablemente pudiendo quedar casi agotada.

Metabólicamente la Fosfocreatina constituye el respaldo directo para reponer el ATP, y la creatina la fuente para mantener estables los niveles de Fosfocreatina y garantizar la regeneración de energía, especialmente en ejercicios alta intensidad.

Teniendo en cuenta que las concentraciones normales de Creatina en sangre oscilan entre 50 a 100 Micromoles por litro, y que en el músculo se han valorado niveles de 124 mmol/Kg de músculo seco, pero que la máxima capacidad de almacenar creatina muscular es de 150 a 160 mmol por Kg de músculo seco, (aproximadamente un 20% a 25% más de lo habitualmente encontrada), se deduce que en la mayoría de los sujetos los reservas de creatina muscular no están al máximo de las posibilidades naturales, y por lo tanto podrán aumentarse, hasta llegar al 100% lo cual depende de factores individuales como, sexo, raza, tipo entrenamiento, nivel de rendimiento, hábitos nutricionales, grado de desarrollo y tipo de masa muscular predominante (las fibras Rápidas del tipo 2A y 2AB son más susceptibles a ampliar sus depósitos de creatina, mientras que las lentas y las ultra-rápidas 2B no tanto).

Considerando el rol que la creatina desempeña en el metabolismo energético, el ampliar su concentración, debiera mejorar la eficiencia en mantener la capacidad de trabajo entre esfuerzos intensos, ya que un mayor nivel de creatina "libre" favorecería la formación de Fosfocreatina acelerando la reposición del ATP requerido para efectuar una determinada intensidad de trabajo.

Actualmente la mayoría de los trabajos científicos coinciden en que con un adecuado programa de entrenamiento, nutrición y Suplementación dietética se pueden lograr estos beneficios.

Si bien hay ciertas corrientes científicas que han intentado clasificar a la creatina como una forma de doping, esta no ha sido, hasta el momento, considerada como tal, incluso actualmente se la está aplicando en el campo médico para mejorar la recuperación de la masa muscular luego de lesiones o disminuir el daño celular ocasionado por intervenciones quirúrgicas, e incluso en cardiópatas, para mejorar la funcionalidad cardiovascular, la creatina es una forma de alimentación de alta calidad que puede ayudar a mejorar el rendimiento deportivo y la composición corporal, de cualquier persona, sin riesgos comprobados sobre la salud más que el aumento de peso corporal magro (no graso). No obstante deben considerarse las últimas recomendaciones del Colegio Americano de Ciencias del Deporte respecto a las precauciones que deberán observarse antes de ingerir la creatina como suplementos dietéticos.

Aumentar los niveles de Creatina intramuscular, de acuerdo al límite natural de cada persona, facilitando la rápida y eficiente reposición de Fosfocreatina, y por ende de ATP, mejora los procesos de recuperación y retarda la fatiga en trabajos intensos y repetidos con pausas de incompletas de recuperación. (Repeticiones de series de carreras de corta duración 30; 60 a 100 m, a 200 m, entrenamientos de fuerza con pesos con sistemas de series y pausas o entrenamientos en circuitos de alta intensidad, etc.) Permite generar más esfuerzo durante los entrenamientos en términos de fuerza, capacidad, calidad y cantidad de trabajo, ya que al facilitar la recuperación aumenta el volumen de trabajo a la intensidad requerida para lograr los objetivos propuestos, lo cual redundará en mayores beneficios otorgados por la sesión o conjunto de sesiones de entrenamiento. Favorece el aumento significativo de masa muscular y fuerza aplicada al mejorar la eficiencia de los sistemas de transferencia y disponibilidad de energía entre los diferentes compartimientos celulares (Mitocondria, citoplasma, proteínas contráctiles) al realizar ejercicios intensos, otorgando beneficios similares a los producidos por las cargas de hidratos de Carbono en los atletas de resistencia aeróbica. Induce un incremento del volumen celular por expansión sarcoplasmática, ya que retiene agua dentro de la célula, lo que favorece los procesos de regeneración celular e hipertrofia, facilitando la síntesis proteica durante los periodos de recuperación entre los entrenamientos ya sea como agente hidratante o favoreciendo la disponibilidad de energía intracelular para realizar estos procesos.

Se puede encontrar como monohidrato de creatina puro o combinado con otros compuestos como hidratos de carbono, Taurina y glutamina vitaminas y minerales (magnesio, fosfatos, potasio, ácido ascórbico) que favorecen su absorción, transporte y asimilación en los tejidos.

Las fórmulas más idóneas son las que aportan la creatina junto con Taurina, algo de glutamina, y Sodio. Su ingesta debe realizarse con hidratos de carbono para facilitar el impulso insulínico lo cual es determinante en su absorción, por esto y si bien muchos preparados incorporan carbohidratos en la fórmula, es aconsejable consumirla con zumo de frutas puro que contengan una alta concentración de hidratos de carbono de rápida asimilación (alto índice glucémico) para estimular una veloz respuesta insulínica que es esencial para que la creatina se asimile en la masa muscular.

Hay diversas fórmulas y formas especiales de creatina, como las instantáneas (que se disuelven rápidamente y parecen presentar una muy buena asimilación) o las efervescentes que han sido promocionadas por su eficacia y alto poder de asimilación, o las creatinas "micronizadas" que por su menor tamaño de las partículas se ha hipotetizado una mejor asimilación a través del tubo digestivo con lo cual han sido recomendadas para personas con trastornos estomacales, flatulencia, etc.

En la literatura especializada se han publicado trabajos relacionados con la eficacia del monohidrato de creatina consumido junto con una adecuada cantidad de Hidratos de carbono, Taurina y Sodio, que facilita su absorción a nivel del intestino y su posterior asimilación en el tejido muscular, ya que la mayor o menor eficacia de las diversas formas y preparados constituyen especulaciones hasta el momento no documentadas científicamente.

Hay diferentes metodologías de aplicación, que pueden desarrollarse con relación a la especialidad deportiva y objetivos particulares de cada persona, por lo cual las recomendaciones que generalmente se presentan por parte de los especialistas y nutricionistas deportivos **no deben tomarse como una receta aplicable a cualquier**

**persona o circunstancia**, sino como una idea general, y orientadora acerca de las variadas formas en que actualmente se dosifica.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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