

## EL EFECTO DE LA SOBRECARGA CON CREATINA EN EL RENDIMIENTO FÍSICO EN SPRINT DE ATLETISMO, POSTERIOR A UN PROTOCOLO DE EJERCICIO INTERMITENTE Y PROLONGADO

Oscar Pablo Gutiérrez Sancho, José Moncada Jiménez y Walter Salazar Rojas  
Escuela de Educación Física y Deportes,  
Universidad de Costa Rica, San Jose, Costa Rica  
E-mail: opgutier@hotmail.com

### Resumen

Gutiérrez Sancho, O. P., Moncada Jiménez, J., y Salazar Rojas, W. (2006). El efecto de la sobrecarga con creatina en el rendimiento físico en sprint de atletismo, posterior a un protocolo de ejercicio intermitente y prolongado. **Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud**, 4(1), 34-41. El estudio examina el efecto de la sobrecarga con Creatina (Cr) sobre el rendimiento en 6 sprints (200m) de atletismo realizados a máxima intensidad, después de haber ocasionado la fatiga (+ 1hr) con ejercicio de carrera submáximo (60-85% de  $FC_{max}$ ). En un diseño de medidas repetidas y contrabalanceado 6 hombres activos pasaron por tres condiciones experimentales: condición control (CT); condición con creatina (CCr); y condición placebo (PL). En la condición CT no recibieron ningún tratamiento. En la condición CCr recibieron monohidrato de creatina (12 gr x d x 7 d), dividido en 2 dosis diarias. De igual dosis y duración se suministró un carbohidrato para la condición PL. Se registró el tiempo en cada sprint de las diferentes condiciones y seguidamente se utilizó una ANOVA de dos vías (condiciones x número de sprint) para mediciones pareadas. El análisis estadístico identificó una interacción significativa ( $p < 0.05$ ), posteriormente un análisis de seguimiento mostró que las condiciones CT y CCr ocasionaban la interacción ( $p < 0.05$ ). Un segundo análisis de efecto simple indicó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ), en todos los sprints. El post hoc de Tukey evidenció que las condiciones (CCr, PL), eran siempre diferentes a la condición CT, no así entre ellas. Excepto en el sprint 1: CT ( $\bar{X} = 37.03 \pm .77$  s) y CCr ( $\bar{X} = 35.87 \pm .99$  s) ( $p < 0.05$ ); y entre CCr ( $\bar{X} = 35.87 \pm .99$  s) y PL ( $\bar{X} = 36.72 \pm .54$  s). Hubo efectos simples de los tratamientos sobre el tiempo promedio ( $p = .001$ ) y del número de sprint ( $p = .000$ ), pero no fueron confirmados por la interacción. En conclusión hubo una mejora clara en la condición CCr solo en el primer sprint 1, y una tendencia a retardar la fatiga con la condición PL. **PALABRAS CLAVES:** Creatina, atletismo, nutrición deportiva, placebo, sprints.

### INTRODUCCIÓN

A la Creatina (Cr), que fue descrita por primera vez en 1832 por Chevreul (Guerrero-Oliveros, & Wallimann, 1998), se le han atribuido efectos ergogénicos en el ejercicio físico. Por ejemplo, existe evidencia de que la Cr podría mejorar la velocidad, potencia, fuerza y el trabajo físico, además de estimular cambios en la composición corporal, tanto en hombres como en mujeres (Gotshalk, Volek, Staron, Denegar, Hagerman, & Kraemer, 2002; Mihic, MacDonald, McKenzie, & Tarnopolsky, 2000; Rico-Sanz y Mendez,

2000; Mujika, Padilla, Ibañez, Izquierdo, & Gorostiaga, 2000; Becque, Lochmann, & Melrose, 2000).

Esta proteína, formada básicamente por los aminoácidos arginina, lisina y metionina, es sintetizada en diferentes partes del cuerpo, principalmente en el hígado, el páncreas y los riñones (American College of Sports Medicine, 2000). Se ha estimado que las personas podrían utilizar la Cr a una tasa de 2 gr/día, y que en un hombre sano pueden existir aproximadamente 125 mmol/kg de Cr, en músculo seco (Juhn, 1999; Greenhaff, 1995). Parece que las necesidades básicas de Cr pueden ser cubiertas por la dieta diaria,

como por ejemplo cuando se consume carne y pescado. Sin embargo, los investigadores muestran que cuando se ingieren dosis de Cr entre los 2 – 30 g · día<sup>-1</sup> durante periodos cortos de suplementación (>10 días), el organismo es capaz de aumentar los niveles totales de Cr (Cr + PCr) de un 10 – 60 % de sus valores iniciales (Juhn, 1999; American College of Sports Medicine, 2000; Poortmans, & Francaux, 2000; Greenhaff, 1995).

La mejoría en los niveles totales de Cr producto de protocolos de suplementación, ha servido como explicación para justificar la optimización del rendimiento en el ejercicio intenso (90 – 100% del VO<sub>2máx</sub>), compuesto de muchas repeticiones y de larga duración (Preen, Dawson, Goodman, Lawrence, Beilby, & Ching, 2001; Engelhardt, Neumann, Berbalk, & Reuter, 1998). Estos investigadores mencionan que los niveles aumentados de Cr ayudaron a acelerar la capacidad de restaurar los niveles de PCr durante las pausas o la realización de ejercicio submáximo, convirtiendo más energía (i.e., ATP) en menor tiempo, lo que es considerado como un efecto beneficioso para las siguientes repeticiones anaeróbicas.

Otros investigadores habían descrito previamente la relación entre el aumento en los niveles totales de Cr y la mejoría en la resíntesis de PCr durante los descansos cuando se realizaba ejercicio contra resistencia (Greenhaff, Bodin, Soderlund, & Hultman, 1994; Smith, Montain, Matott, Zientara, Jolesz, & Fielding, 1998).

El efecto de la suplementación con Cr se ha estudiado en diferentes disciplinas deportivas: ciclismo estático (Rockwell, Walberg-Rankin, & Toderico, 2001; Prevost, Nelson, & Morris, 1997), natación (Burke, Pyne, & Telford, 1996; Grindstaff, Kreider, Bishop, Wilson, Wood, Alexander, & Almada, 1997; Peyrebrune, Nevill, Donaldson, & Cosford, 1998), pruebas de remos (Rossiter, Cannell, & Jakeman, 1996), ejercicios de Kayak en máquinas ergométricas (McNaughton, Dalton, & Tarr, 1998), en atletismo estático (Bosco *et al.*,

1997) y atletismo en pista (Redondo, Dowling, Graham, Almada, & Williams, 1996; Aaserud, Gramvik, Olsen, & Jensen, 1998; Terrillion, Kolkhorst, Dolgener, & Joslyn, 1997). Los resultados son mixtos y contradictorios en todas las disciplinas; es decir, en algunos estudios se apoya el uso de la creatina para mejorar el rendimiento físico; mientras que en otros estudios no.

Durante repeticiones máximas (sprints) que contemplen la carrera de atletismo, solamente Bosco *et al.* (1997), Aaserud *et al.* (1998), y Mujika *et al.* (2000), reportan efectos positivos de la suplementación con Cr en el tiempo de carrera, es decir, reduciendo los tiempos. En los protocolos de ejercicio de los estudios anteriores, excepto por el de Bosco *et al.* (1997), realizaron los sprints de forma interválica y repetitiva. La principal explicación de los resultados de Mujika *et al.* (2000), consistió en que hubo menor participación del sistema glucolítico, debido a una mayor disposición de ATP durante el ejercicio, lo que pudo haber ocurrido por una pronta recuperación de las fuentes energéticas de fosfato.

La evidencia existente hasta el momento indica que puede haber mejorías en el rendimiento físico durante el ejercicio intermitente y prolongado de ciclismo (Preen *et al.*, 2001; Engelhardt *et al.*, 1998), y en el ejercicio intermitente pero no prolongado del atletismo (Mujika *et al.*, 2000; Aaserud *et al.*, 1998).

Bajo este contexto, hace falta estudiar si el uso de Cr podría optimizar el rendimiento anaeróbico en el ejercicio intermitente y prolongado en atletismo. En un estudio previo, Gutiérrez, Moncada y Salazar (2002) mencionaron la necesidad de aislar la disciplina del atletismo de un protocolo de ejercicio mixto (natación, ciclismo, atletismo) que se prolongó por más de una hora. Hay evidencia de cómo los protocolos con fatiga previa al ejercicio máximo, encuentran efectos positivos de la suplementación con Cr (Engelhardt *et al.*, 1998), y también lo hay con protocolos de ejercicio máximo, intermitente y prolongado (Preen *et al.*,

2001). Parece importante estudiar más el efecto de la Cr, pero en protocolos que sometan al cansancio a los sujetos (+ 1hr de ejercicio). Por ello, el propósito de este estudio fue examinar el efecto de la Cr sobre el rendimiento anaeróbico, en un protocolo con fatiga previa a ejercicio intermitente y máximo de atletismo.

## METODOLOGÍA

### Participantes

En este estudio participaron seis hombres físicamente activos, estudiantes de la carrera en Educación Física, con un peso  $\bar{x} = 76.25 \pm 4.88$  kg., talla  $\bar{x} = 178.96 \pm 5.02$  cm., y una edad  $\bar{x} = 21.4 \pm 1.13$  años.

Inicialmente, los participantes fueron examinados para conocer su estado de salud y avalar su participación en el estudio. Seguidamente, cada participante firmó un formulario de consentimiento informado para participar en el estudio. Posteriormente respondieron un cuestionario, concluyendo que ninguno había utilizado algún tipo de suplemento nutricional o estimulante para mejorar su desempeño físico, antes o al inicio del estudio. También se les indicó que no podían consumir otras sustancias suplementarias durante la realización del estudio.

### Instrumentos de medición

Cada participante portaba un monitor del ritmo cardiaco marca Polar®. Los tiempos en los sprints, fueron medidos con 6 cronómetros marca Casio® con capacidad para grabar hasta 100 registros cada uno. Se utilizó una pista atlética de asfalto de 400 m con 8 carriles. Las salidas en los sprints se dieron con una pistola de aire. El peso corporal fue medido con una balanza electrónica

### Procedimientos

Para una mejor comprensión, los procedimientos se dividieron en tres partes: a) diseño experimental; b) protocolo de suplementación; c) protocolo de ejercicio.

**Diseño experimental:** En un diseño de grupo único, con ciego simple (los sujetos desconocían la condición asignada en cada sesión), de medidas repetidas y con aleatorización del orden de las condiciones para cada sujeto. Las condiciones experimentales fueron: a) control (CT); b) suplementación con creatina (CCr); y c) suplementación con placebo (PL). Cada condición experimental estuvo separada por 30 días.

**Protocolo de suplementación:** En este estudio, se utilizó un protocolo de suplementación similar a otros previamente publicados (Preen et al 2001; Engenhardt et al., 1998; Redondo et al., 1996; Terrillion et al., 1997; Mujika et al 2000).

Así, durante la condición CT los participantes no recibieron ningún tipo de tratamiento (suplemento o PL) durante 30 días. Sin embargo, se les midió el rendimiento anaeróbico bajo las mismas condiciones de ejercicio, estandarizadas para todas las condiciones.

La condición CCr, consistió en dar una sobrecarga durante 7 días previos, de monohidrato de creatina marca Labrada® (12 gr/d<sup>-1</sup>), dividido en 2 dosis diarias, una en la mañana y otra en la noche. Cada dosis se disolvió en 250 ml de jugo de uvas.

La condición PL consistió en suministrar glucosa en igual dosis a la CCr, disuelta también en jugo de uvas. Estudios clásicos y recientes han utilizado también carbohidratos como PL (Gotshalk et al., 2002; Bosco et al., 1997; Greenhaff et al., 1994).

**Protocolo de ejercicio:** El requisito para observar el efecto de la Cr en el rendimiento físico, consistía primero en ocasionar fatiga a los participantes por medio de ejercicio submáximo de carrera pedestre (6 repeticiones X 15 min), y después un tiempo determinado (+ 1hr), medir en cada participante el rendimiento durante ejercicio anaeróbico y repetitivo (6 sprints de atletismo). El procedimiento experimental, que se estandarizó en cada ocasión, es descrito a continuación. Los participantes fueron citados a las 7:30 am en el complejo

deportivo de la localidad. Dos días antes de la realización de las pruebas no realizaron ningún ejercicio físico; tampoco el día anterior consumieron sustancias con cafeína. La cena fue equiparada en kilocalorías sin variar su alimentación.

Después de la llegada de los participantes al complejo deportivo, éstos realizaron un calentamiento breve, sin incluir ejercicios intensos ni prolongados. Seguidamente procedieron a realizar 6 repeticiones de 15 minutos cada una de ejercicio submáximo (60–85% FC<sub>máx</sub>), con una pausa de 5 min entre cada una. La ingesta de agua fue *ad libitum*, antes y durante la prueba.

Finalizado el ejercicio submáximo se procedió a medir el rendimiento anaeróbico en el atletismo, con la ejecución de 6 sprints (200 m pista) realizados a máxima intensidad (> 90% FC<sub>máx</sub>). El tiempo de la pausa (3 min 45 s) entre cada sprint, fue establecido con base a un valor de la FC  $\leq 100 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$ , que promediaron los participantes durante una medición piloto.

La variable dependiente fue el tiempo realizado en cada uno de los 6 sprints.

### Análisis Estadístico

El análisis de los datos se realizó con el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS, 1998). Los datos se presentan como promedio ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $\pm DS$ ). Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de dos vías para medidas pareadas en ambos factores (3 condiciones x 6 sprints). Cuando existió interacción significativa, se realizó el análisis de efectos simples correspondiente, seguido de un post hoc de Tukey. Finalmente se determinó la proporción de varianza explicada por medio del cálculo estadístico de omega al cuadrado ( $\omega^2$ ).

## RESULTADOS

El ANOVA reveló una interacción significativa ( $p < 0.05$ ) entre las condiciones experimentales y el número de sprints ( $\omega^2 = 3.76\%$ ). También reveló un efecto de la

condición experimental sobre el tiempo promedio en los sprints ( $p = .001$ ) ( $\omega^2 = 37.12\%$ ). Un post hoc de Tukey a los promedios marginales (efectos principales) mostró diferencias ( $p < 0.05$ ) entre la condición CT ( $\bar{x} = 37.95 \pm 0.78 \text{ s}$ ) con la condición CCr ( $\bar{x} = 36.74 \pm .92 \text{ s}$ ) y con PL ( $\bar{x} = 36.66 \pm .80 \text{ s}$ ).

Otro efecto principal muestra diferencias en los tiempos con respecto al número de sprint ( $p = .000$ ) ( $\omega^2 = 13.32\%$ ) (Tabla 1).

El primer análisis de efectos simples reveló que las condiciones CT y CCr eran diferentes entre sí ( $p < 0.05$ ), ocasionando la interacción, no así con la condición PL ( $p > 0.05$ ). El segundo análisis de seguimiento reveló que las diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el tiempo ocurrieron durante todos los sprints, contrario a los efectos principales.

Los análisis *post hoc* de Tukey mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en el sprint 1 entre CT ( $\bar{x} = 37.03 \pm .77 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 35.87 \pm .99 \text{ s}$ ); y entre CCr ( $\bar{x} = 35.87 \pm .99 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.72 \pm .54 \text{ s}$ ). En el sprint 2 entre CT ( $\bar{x} = 37.86 \pm .40 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 36.22 \pm 1.10 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ); también entre CT ( $\bar{x} = 37.86 \pm .40 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.69 \pm .82 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ). Para el sprint 3 las diferencias estaban entre CT ( $\bar{x} = 37.97 \pm .67 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 36.79 \pm .93 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ); también CT ( $\bar{x} = 37.97 \pm .67 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.20 \pm 1.06 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ). En el sprint 4 había diferencias entre CT ( $M = 37.98 \pm .61 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 36.99 \pm .53 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ); también entre CT ( $\bar{x} = 37.98 \pm .61 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.54 \pm .93 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ). En el sprint 5 las diferencias fueron entre CT ( $\bar{x} = 38.41 \pm .65 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 37.16 \pm .55 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ); también entre CT ( $\bar{x} = 38.41 \pm .65 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.93 \pm .64 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ). Finalmente en el sprint 6 hubo diferencias entre CT ( $\bar{x} = 38.48 \pm .72 \text{ s}$ ) y CCr ( $\bar{x} = 37.41 \pm .46 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ); también entre CT ( $\bar{x} = 38.48 \pm .72 \text{ s}$ ) y PL ( $\bar{x} = 36.91 \pm .83 \text{ s}$ ) ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 1. Tiempos en los sprints de atletismo (6 x 200 m) en condición control (CT), condición con creatina (CCr) y condición placebo (PL). Los valores representan el promedio ( $\bar{x}$ ) y la desviación estándar ( $\pm$  DS).**

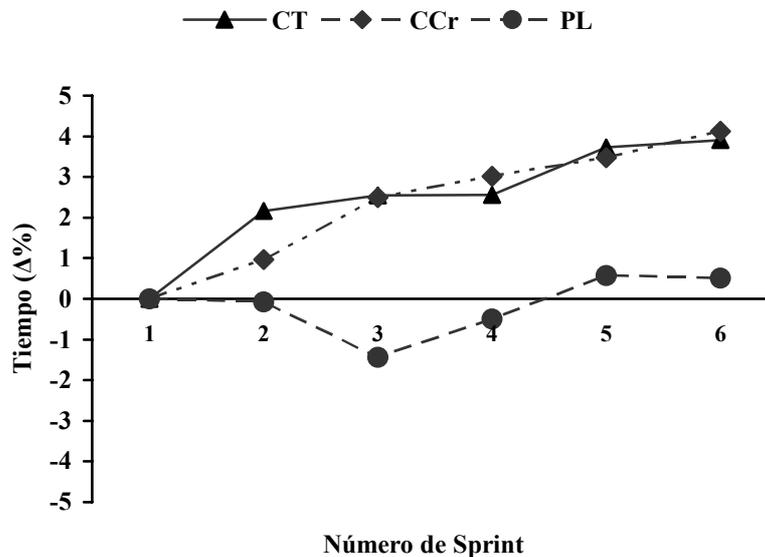
Condición experimental	Número de Sprint y tiempo (s)					
	1	2	3	4	5	6
Control	37.03 $\pm$ .77	37.83 $\pm$ .86	37.97 $\pm$ .67	37.98 $\pm$ .61	38.41 $\pm$ .65	38.48 $\pm$ .72
Creatina	35.87 $\pm$ .99 <sup>a,b</sup>	36.22 $\pm$ 1.10 <sup>a</sup>	36.79 $\pm$ .93 <sup>a</sup>	36.99 $\pm$ .53 <sup>a</sup>	37.16 $\pm$ .55 <sup>a</sup>	37.41 $\pm$ .46 <sup>a</sup>
Placebo	36.72 $\pm$ .54	36.69 $\pm$ .82 <sup>a</sup>	36.20 $\pm$ 1.06 <sup>a</sup>	36.54 $\pm$ .93 <sup>a</sup>	36.93 $\pm$ .64 <sup>a</sup>	36.91 $\pm$ .83 <sup>a</sup>
$\bar{x}$ Total	36.54 $\pm$ .90	36.92 $\pm$ 1.02	36.99 $\pm$ 1.13	37.17 $\pm$ .91	37.50 $\pm$ .88 <sup>*</sup>	37.60 $\pm$ .93 <sup>*</sup>

a ( $p < .05$ ), diferencias significativas, con respecto a la condición Control

b ( $p < .05$ ), diferencias significativas, con respecto a la condición Placebo

\* ( $p < .05$ ), diferencias significativas, con respecto al sprint 1

**Figura 1. Cambio en el tiempo ( $\Delta\%$ ) para la condición control (CT), con creatina (CCr) y placebo (PL) en los 6 sprints de atletismo (200 m).**



## DISCUSIÓN

El propósito de este estudio era investigar si la suplementación con Cr mejoraba el rendimiento anaeróbico durante esfuerzos máximos en la carrera repetitiva de 200 m del atletismo, después de ocasionar

fatiga con ejercicio prolongado en forma intermitente (> 1 h).

En un estudio previo, Gutiérrez *et al.* (2002), mostraron que la suplementación con Cr tuvo un efecto positivo básicamente en el atletismo al realizar los últimos intervalos máximos. También se observó un efecto

placebo, dado que en esa condición el tiempo no fue afectado por el cansancio, contrario a la condición control donde el tiempo se incrementó conforme transcurrían los intervalos.

En el estudio de Gutiérrez *et al.* (2002), se llega a la conclusión de que era necesario estudiar los tratamientos (Cr y PL) exclusivamente en la disciplina del atletismo, y durante condiciones similares de ejercicio acumulado (+ 1 hr).

Al finalizar este estudio, se identificó de igual forma que en la investigación de Gutiérrez *et al.* (2002) un efecto mixto, tanto de la suplementación con CCr como PL. Sin embargo, existió una diferencia importante: la mejora en el rendimiento durante el tratamiento experimental (CCr) ocurrió de forma clara, solamente en el sprint 1 (Tabla 1), contrario a lo observado en el estudio anterior.

Por otra parte, el desempeño físico durante la condición placebo fue muy similar a la observada en el estudio de Gutiérrez *et al.* (2002). En la figura 1, puede observarse que el rendimiento en términos de porcentaje de cambio es muy estable, a excepción del sprint 3 donde hubo una ligera mejoría. No obstante, al comparar la condición PL con las otras condiciones se nota un claro contraste. El efecto placebo en los procesos psicológicos amerita mayor investigación, debido a que los datos de este estudio indican que en la condición placebo los sujetos no evidenciaron ningún síntoma de cansancio y pudieron mantener su rendimiento estable durante los seis sprints, aspecto que no ocurrió con el rendimiento en las otras dos condiciones.

Parece importante para futuros estudios valorar también la magnitud que tiene el tratamiento con PL sobre el rendimiento. En los estudios de Redondo *et al.* (1996) y Terrillion *et al.* (1997), no se encontraron interacciones significativas al analizar el efecto de la Cr sobre el atletismo, pero sí una tendencia a que las diferencias en el post-test entre el grupo PL y CCr fueron mínimas. Esto sugiere que aunque no hubo un cambio

significativo en estos estudios (Redondo *et al.*, 1996; Terrillion *et al.*, 1997), de pre a post-tratamiento con Cr, sí cambió de forma parecida el rendimiento posterior a la suplementación con Cr o PL.

Mujika *et al.* (2000) encontraron efectos positivos del uso de Cr, durante la primera repetición de varios sprints de carrera en distancia corta (5 m). Pero también se observa gráficamente que los tiempos en el pos-test para ambas condiciones (CCr y PL) en el primer sprint (5 m) son prácticamente iguales, y también semejantes en el promedio general posterior a finalizar los 6 sprints. Esta situación no fue contemplada en la discusión del artículo.

En otro estudio (Aaserud *et al.*, 1998), hay una condición similar a la del estudio de Mujika *et al.* (2000). Aunque en ambos no se reportaron las tablas con los promedios y desviaciones estándar, sí es posible observar en los gráficos que el cambio en el rendimiento pos-tratamiento para los grupos PL y CCr fue semejante. Tampoco se comenta este hecho en la discusión.

El análisis de la interacción en este estudio reveló que en todos los sprints había diferencias en el tiempo, contrario a lo observado en los efectos principales. También identificó que las diferencias ocurrieron con respecto a la condición CT excepto en el sprint 1 (Tabla 1). Esto es distinto a lo mostrado en los efectos principales, que mostraron que en la condición CCr y en la condición PL eran siempre iguales en su tiempo promedio.

Por otra parte, al observar el gráfico 1, se interpreta que las condiciones CCr y CT tuvieron una magnitud de cambio similar. Pueden plantearse dos explicaciones a los resultados encontrados. Por una parte, se debería considerar un efecto de retención de condición con Cr, ya que aunque existió aleatorización pudo haber permanencia del tratamiento de Cr. Otra explicación estaría en considerar que la Cr sí mejora aspectos fisiológicos (Greenhaff *et al.*, 1994; Smith *et al.*, 1998; Kreis *et al.*, 1999) que intervienen en el rendimiento (mayor resíntesis de ATP),

pero también los procesos psicológicos producidos por PL pueden tener una magnitud parecida a la Cr.

Existe cierta evidencia que indica que el uso de la Cr optimiza el rendimiento físico durante protocolos con ejercicio mixto (aeróbico – anaeróbico) que se extendió por más de una hora (Preen *et al.*, 2001; Engenhardt *et al.*, 1998). Sin embargo, esta evidencia está concentrada en el ejercicio sobre cicloergómetros (ciclismo estacionario). En el caso del atletismo los estudios están limitados al ejercicio intermitente y de corta duración, además las conclusiones o hallazgos son controversiales. Es decir, en algunos estudios se han reportado mejorías en el rendimiento (Mujika *et al.*, 2000; Aaserud *et al.*, 1998; Bosco *et al.*, 1997) mientras que en otros estudios no (Redondo *et al.*, 1996; Terrillion *et al.*, 1997).

Se ha mencionado la similitud que hay entre los tratamientos (Cr y PL) y también la inconsistencia en los resultados de los estudios. La respuesta podría encontrarse en otras variables extrañas que no han sido analizadas o clasificadas. En conclusión, parece necesario aplicar la técnica meta-analítica y así estimar la verdadera relevancia del uso de la Cr como suplemento ergógeno. Según Salazar, Petruzzello, Landers, Etnier, y Kubitz (1992), a través del meta-análisis se puede resumir la información y cuantificar la magnitud que tiene los tratamientos sobre el rendimiento físico.

Sin embargo en este caso es necesario clasificar las magnitudes de las condiciones PL y Cr de acuerdo con su diseño estadístico (pareados o independientes) dado que podrían existir evidencias importantes que ayuden a clarificar el conflicto.

## REFERENCIAS

- Aaserud, R., Gramvik, P., Olsen, S. R., & Jensen, J. (1998). Creatine supplementation delays onset of fatigue during repeated bouts of sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sport*, 8, 247-251.
- American College of Sports Medicine Roundtable. (2001). The physiological and health effect of oral creatine supplementation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 706-717.
- Becque, M. D., Lochmann, J. D., & Melrose, D. R. (2000). Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(3), 654-658.
- Bosco, C., Tihanyi, J., Pucspk, J., Kovacs, I., Gabossy, A., Colli, R., Pulvirenti, G., Tranquilli, C., Foti, C., Viru, M., & Viru, A. (1997). Effect of oral creatine supplementation on jumping and running performance. *International Journal of Sports Medicine*, 18(5), 369-372.
- Burke, L. M., Pyne, D. B., & Telford, R. D. (1996). Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. *International Journal of Sport Nutrition*, 6, 222-233.
- Engenhardt, M., Neumann, G., Berbalk, A., & Reuter, I. (1998). Creatine supplementation in endurance sports. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1123-1129.
- Gotshalk, A. L., Volek, S. J., Staron, S. R., Denegar, R. C., Hagerman, C. F. & Kraemer, J. W. (2002). Creatine supplementation improves muscular performance in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(3), 537-543.
- Guerrero-Oliveros, M. L., & Wallimann, T. (1998). Creatine supplementation in health and disease. Effects of chronic creatine ingestion *in vivo*: Down-regulation of the expression of creatine transporter isoforms in skeletal muscle. *Molecular Cell Biochemistry*, 184, 427-437.
- Gutiérrez, O., Moncada, J., & Salazar, W. (2002). Efecto del consumo de creatina sobre la ejecución de destrezas realizadas en forma intermitente y de duración prolongada. *Revista del Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 2(1), 23-30.
- Greenhaff, P. L. (1995). Creatine and application as an ergogenic aid. *International Journal of Sport Nutrition*, 5, S100-S110.
- Greenhaff, P. L., Bodin, K., Soderlund, K., & Hultman, E. (1994). Effect of oral creatine supplementation on skeletal phosphocreatine resynthesis. *American Journal of Physiology*, 266(29), E725-E730.
- Grindstaff, P. D., Kreider, R., Bishop, R., Wilson, M., Wood, L., Alexander, C., & Almada, A. (1997). Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *International Journal of Sport Nutrition*, 7, 330-346.
- Juhn, M. S. (1999). Oral creatine supplementation: separating fact from hype. *The Physician and Sports Medicine*, 27(5), 47-61.

- Kreis, R., Kamber, M., Koster, M., Felblinger, J., Slotboom, J., Hoppeler, H., & Boesch, C. (1999). Creatine supplementation – Part II: in vivo magnetic resonance spectroscopy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(12), 1770-1777.
- Mihic, S., MacDonald, J. R., McKenzie, S., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatinine, or CK activity in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 291-296.
- Mujika, I., Padilla, S., Ibáñez, J., Izquierdo, M., & Gorostiaga, E. (2000). Creatine supplementation and sprint performance in soccer players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 518-525.
- McNaughton, L. R., Dalton, B., & Tarr, J. (1998). The effects of creatine supplementation on high-intensity exercise performance in elite performer. *European Journal Applied Physiology*, 78(3), 236-240.
- Peyrebrune, M. C., Nevill, M. E., Donaldson, F. J., & Cosford, D. J. (1998). The effects of oral creatine supplementation on performance in single and repeated sprint swimming. *Journal of Sport Sciences*, 16, 271-279.
- Poortmans, R. J., & Francaux, M. (2000). Adverse effects of creatine supplementation. Fact or fiction. *Sports Medicine*, 30(3), 155-170.
- Preen, D., Dawson, B., Goodman, C., Lawrence, S., Beilby, J., & Ching, S. (2001). Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 814-821.
- Prevost, M. C., Nelson, A. G., & Morris, G. S. (1997). Creatine supplementation enhances intermittent work performance. *Research Quarterly for Exercise and Sports*, 68(3), 233-240.
- Redondo, D. R., Dowling, E. A., Graham, B. L., Almada, A. L., & Williams, M. H. (1996). The effect of oral creatine monohydrate supplementation on running velocity. *International Journal of Sport Nutrition*, 6, 213-221.
- Rico-Sanz, J., y Mendez, M. M. (2000). Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 379-385.
- Rockwell, J. A., Walberg-Rankin, J., & Toderico, B. (2001). Creatine supplementation affects muscle creatine energy restriction. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 61-68.
- Rossiter, H. B., Cannell, E. R., & Jakeman, P. M. (1996). The effect of oral creatine supplementation on the 1000-m performance of competitive rowers. *Journal of Sports Sciences*, 14, 175-179.
- Salazar, W., Petruzzello, S. J., Landers, D. M., Etnier, J. L., & Kubitz, K. A. (1992). Meta-analytic techniques in exercise psychology. En Seraganian, P. (Ed). *Advances in Exercise Psychology*. John Wiley & Sons.
- Smith, S. A., Montain, S. J., Matott, R. P., Zientara, G. P., Jolesz, F. A., & Fielding, R. A. (1998). Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *Journal of Applied Physiology*, 85(4), 1349-1356.
- Statistical Package for Social Sciences. (1998). *SPSS advanced statistics 8.0*. Chicago, IL: SPSS.
- Terrillion, K. A., Kolkhorst, F. W., Dolgener, F. A., & Joslyn, S. J. (1997). The effect of creatine supplementation on two 700-m máximo running bouts. *International Journal of Sport Nutrition*, 7, 138-143.