Monograph

Efecto de la Suplementación Oral con Monohidrato de Creatina sobre la Velocidad de Carrera

L. B Graham[1], Anthony L Almada[2], Diego R Redondo[1], Elizabeth A Dowling[1] y Melvin H Williams[1]

[1]*Human Performance Laboratory, Department of Exercise Science, Physical Education, and Recreation, Old Dominion University, Norfolk, VA, EEUU.*
[2]*Experimental & Applied Science, Inc., 409 Corporate Circle Dr., Golden, CO, USA.*

RESUMEN

Se ha demostrado que la suplementación con creatina aumenta el contenido muscular de PC y la tasa de resíntesis de ATP. Por lo tanto, en este trabajo se ha formulado la hipótesis de que la suplementación con creatina podría mejorar la performance en los trabajos de velocidad o "sprints". Dieciocho sujetos completaron dos sesiones de evaluación (control y post-suplementación) con una semana de diferencia, en las cuales corrieron tres series de 60 mt. que fueron filmadas en videotape. Seguidamente de la sesión control, durante 7 días, los sujetos en el grupo experimental ingirieron una mezcla de creatina y glucosa, mientras que el grupo placebo consumió glucosa en polvo, seguido de la sesión post-suplementación. A través del videotape se calcularon las velocidades de los sujetos en tres zonas de testeo dentro del "sprint" de 60 mt. Las velocidades resultantes fueron analizadas utilizando una técnica de análisis MANOVA con un diseño 2 x 2 x 3 x 3 (Grupo x Sesión x Serie x Zona). Los resultados indicaron que no hubo efectos principales o de interacción estadísticamente significativos sobre la velocidad entre grupos para la sesión, serie, o zona. Estos datos no respaldan la hipótesis de que la ingesta de creatina suplementaria mejore la velocidad durante los primeros o los últimos tramos de un "sprint" de 60-mt.

Palabras Clave: suplementación con creatina, suplemento alimentario, ergogenicidad, ayudas ergogénicas, fosfocreatin

El mantenimiento de la fuerza muscular pico en ejercicios de corta duración y de alta intensidad podría depender de los niveles endógenos de los fosfágenos de alta energía (adenosín-trifosfato (ATP) y fosfocreatina (PC)), particularmente de la PC, como medio para regenerar rápidamente el aporte intramuscular más limitado de ATP. La cantidad de creatina en la PC podría derivar de la creatina alimentaria, encontrada principalmente en las carnes, o de la síntetis en el riñón, hígado, y páncreas a través de la glicina y la arginina. La creatina es transportada al músculo y combinada con fosfato para formar PC. La reconversión ("turnover") diaria normal de creatina endógena o exógena en un hombre sano con un peso de 70 kg, es de 2 gr, cantidad suficiente para generar niveles normales de PC intramuscular. Un aumento en la ingesta oral de creatina en forma de carnes y pescados, o como suplementos alimentarios, puede aumentar el "pool" de creatina en todo el organismo (6). Teóricamente, niveles elevados de creatina muscular podrían facilitar la producción de PC. Apoyando esta teoría, varios estudios (9,13) han demostrado que la suplementación oral con creatina en cantidades equivalentes a 20-30 gr por día, durante un período de varios días, aumentaba las concentraciones intramusculares de creatina libre y de PC durante el reposo, y durante la recuperación luego de ejercicios intensos.

Hultman y Greenhaff (16) observaron que durante un ejercicio casi máximo de corta duración, la utilización anaeróbica de PC muscular es uno de los sustratos que nutren a la contracción muscular. También indicaron que la incapacidad de las fibras de Tipo II de mantener una alta tasa necesaria de resíntesis de ATP podría ser el resultado de una rápida deplección de las reservas de PC en estas fibras, y de una insuficiencia de la tasa glucogenolítica para compensar la caída en la producción de ATP cuando se depleta la reserva de PC. Greenhaff y cols. (10) postularon que la suplementación oral con

creatina en la dieta podría mantener la tasa necesaria de demanda de ATP durante la contracción muscular, y obtuvieron algunos resultados preliminares que sugieren que la suplementación con creatina atenúa la degradación de ATP durante la contracción muscular intensa, probablemente a través de un mejor mantenimiento de la tasa de resíntesis de ATP (11).

Algunos datos anecdóticos sugieren que la suplementación con creatina podría mejorar el rendimiento físico. Sipila y cols. (20) estudiaron el efecto de la suplementación con creatina como tratamiento para la atrofia de la coroides y de la retina, pero debido a que la atrofia progresiva morfológicamente marcada de las fibras de Tipo II es un hallazgo clínico consistente con esta enfermedad, ellos también realizaron una biopsia en el vasto lateral. Luego de un año de tratamiento, hubo un aumento significativo en el tamaño de las fibras Tipo II, pero no en las Tipo 1. Anecdóticamente, los pacientes reportaron la impresión de tener más fuerza durante el tratamiento, y un corredor batió en dos segundos su récord anterior en los 100 mt. llanos. Más recientemente, algunos reportes anecdóticos indican que varios atletas británicos, incluyendo uno que obtuvo la medalla de oro en los 100 mt, utilizaron suplementos con creatina durante los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1992 (1).

Varios estudios en laboratorio apoyan estos reportes de una mejoría en la performance. Greenhaff y cols. (10) observaron que la suplementación oral con creatina aumentaba la producción del pico de torque muscular máximo durante varias fases de cinco series de 30 contracciones isoquinéticas máximas de los extensores de la rodilla, mientras que Balsom y cols. (3) observaron que la suplementación con creatina mejoraba la performance en distintas etapas de repeticiones de 10 series de 6 segundos, en ciclismo a alta intensidad.

También se ha investigado, aunque el número de estudios es limitado, el efecto de la suplementación con creatina sobre la performance en carreras que dependen de diferentes sistemas energéticos. Las carreras de fondo dependen principalmente del metabolismo aeróbico, por lo tanto, teóricamente, no se debería esperar un efecto ergogénico con la suplementación con creatina. Balsom y cols. (4) observaron que la suplementación con creatina perjudicaba la performance en carreras de aproximadamente 6 km, resultado que pudo haber sido causado por el significativo aumento de peso en los sujetos que consumieron el suplemento. Las carreras de media distancia dependen principalmente de la glucólisis anaeróbica y, en teoría, tampoco sería de esperar un efecto ergogénico de la suplementación con creatina. Balsom y cols. (4) no observaron ningún beneficio de la suplementación con creatina en una única serie de carrera supramaximal (120 % del VO2 max.) en cinta ergométrica hasta el agotamiento, con un tiempo de ejercicio de aproximadamente 4 minutos. Por el contrario, Harris y cols. (14) reportaron que la suplementación con creatina mejoraba la performance en carreras de medio fondo, particularmente en las últimas series de carreras de 300 y 1000 mt.

En un reciente y muy buen trabajo de revisión, Balsom y cols. (2) indicaron que la suplementación con creatina podría ser útil como ayuda ergogénica, particularmente en las pruebas de "sprint" en atletismo, natación, y ciclismo. Sin embargo, hasta lo que sabemos, no se disponen datos relacionados con el efecto de la suplementación con creatina sobre la performance en carreras de velocidad, en distancias más cortas. Hultman y Greenhaff (16) observaron que la PC es un sustrato importante en los ejercicios de intensidad máxima de 0 a 30 segundos de duración. Wilmore y Costill (21) indicaron que las reservas endógenas de ATP y PC podrían mantener los requerimientos energéticos del músculo, sólo de 3 a 15 segundos, durante un "sprint" máximo; y Hirvonen y cols. (15) evidenciaron que la ruptura de PC es significativa en eventos del atletismo que van de los 40 a los 100 mt. La deplección de PC es más probable en los rangos superiores de estas proyecciones (por ej., a los 10-15 seg. y a los 90-100 mt. en las carreras de "sprint") pero, teóricamente, en base a las proyecciones citadas anteriormente, el vaciamiento de PC podría ser un factor limitante en márgenes más cortos de tiempo o de distancia (por ej., 4-8 seg. y 40-60 mt.). Es lógico pensar que la suplementación con creatina podría aumentar las reservas endógenas de PC, evitando la deplección prematura o, como lo observaron Sipila y cols. (20), podría incrementar el tamaño de la fibra muscular de Tipo II y mejorar la producción de energía.

Por lo tanto, el propósito de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con creatina sobre la velocidad de carrera durante tramos seleccionados en "sprints" reiterados de 60 mt. (en pista cubierta).

METODOS

Sujetos

Veintidós sujetos fueron reclutados para este estudio (14 mujeres y 8 varones). Doce de las 14 mujeres eran jugadoras hockey sobre césped de la Universidad que estaban realizando entrenamientos fuera de temporada, lo que incluía ejercicios o "drilles" diarios de "sprints". Las otras dos mujeres eran estudiantes universitarias bien entrenadas, una de ellas ex-velocista en la Escuela Secundaria. Siete de los ocho varones eran jugadores universitarios o semi-profesionales de fútbol que estaban realizando entrenamientos fuera de temporada, y quienes también participaban en actividades diarias

de velocidad. El octavo varón era un corredor bien entrenado de velocidad/resistencia. Los sujetos fueron agrupados según el sexo y sobre una combinación de mejor tiempo y tiempo promedio en las tres carreras de 60 mt. (cronometradas), completadas durante la primera sesión; luego, fueron asignados de manera aleatoria (al azar) y en parejas equiparadas, al grupo de creatina o al grupo placebo. Se obtuvieron grupos de datos completos en nueve parejas, un total de 18 sujetos (dos parejas fueron eliminadas del estudio debido a la falta de un apropiado cumplimiento de la suplementación, o del protocolo de evaluación). En la Tabla 1 se presentan los datos estadísticos de los sujetos. El estudio fue aprobado a través de los procedimientos normales de la Universidad para la protección de sujetos humanos, y todos ellos brindaron su consentimiento por escrito.

Consistente con un protocolo previamente utilizado para elevar el contenido de creatina en el músculo en reposo y en ejercicio (13), se les permitió a los sujetos continuar con su ritmo normal de vida sin restricciones, incluyendo el ejercicio diario. Utilizando un modelo de ejercicio con una sola pierna, Harris y cols. (13) estudiaron el efecto del ejercicio diario durante la suplementación con creatina, y observaron un mayor contenido total de creatina en los músculos en ejercicio, en comparación con los músculos en reposo.

Variables	Grupo placebo		Grupo con creatina	
	M	SD	M	SD
Años	20.8	1.4	20.3	1.4
Estatura (cm)	170	9.0	169	7.7
Peso pre-tratam (kg)	69.7	9.1	63.5	7.8
Peso post-tratam (kg)	69.7	9.1	62.7	8.1

Tabla 1. *Características de los Sujetos.*

Procedimientos generales

La variable independiente fue la suplementación con monohidrato de creatina en polvo. Durante 7 días, los sujetos en el grupo con creatina (n = 9) consumieron un total de 25 gr/día de una mezcla de creatina y glucosa (83 % de monohidrato de creatina), en 5 dosis de 5 gr. De acuerdo con el procedimiento seguido por Harris y otros (13), las dosis no estuvieron basadas en el peso corporal, ya que las altas dosis diarias utilizadas elevarían los niveles plasmáticos en forma suficiente como para incrementar el consumo y la reserva muscular. Los sujetos en el grupo placebo (n = 9) ingirieron una cantidad equivalente de glucosa. Se les dio a cada sujeto una botella con el suplemento asignado y una pequeña cuchara plástica; una cucharadita al ras equivalía a 5 gr. Se les indicó a los sujetos que mezclaran la cucharada de suplemento con algún líquido adecuado, preferentemente té o café caliente, y que tomaran todo el líquido y la mezcla, agregando más si fuera necesario para disolver el polvo, antes de la ingesta con las comidas o meriendas, a lo largo del día. Los sujetos completaron un formulario diario de seguimiento y devolvieron su frasco al final de los 7 días de protocolo suplementario. Se midieron los contenidos de los frascos para obtener información acerca del seguimiento. Como se mencionó anteriormente, dos pares fueron eliminados del estudio por falta de una adecuada adherencia al protocolo, dejando así un total de 18 sujetos.

Todos los sujetos fueron familiarizados con los procedimientos de recolección de datos. Luego de la sesión de ambientación, todos los sujetos llevaron a cabo tres "sprints" cronometrados de 60 mt., con una pausa de 2 minutos entre piques. Como se dijo previamente, los sujetos fueron luego equiparados de acuerdo al sexo y al tiempo del "sprint", divididos aleatoriamente en parejas por orden de ranking, y posteriormente asignados ya sea al grupo experimental o al grupo placebo. Una semana después los sujetos participaron de una segunda sesión de evaluación, durante la cual realizaron nuevamente tres piques de 60 mt.

Durante ambas sesiones, los sujetos fueron filmados en tres zonas de evaluación de 10 mt. utilizando cámaras que trabajaban a 60 Hz (Panasonic AG450, Panasonic WV D5100, Panasonic WV D5100HF), colocadas en el centro de la zona de evaluación y perpendiculares al plano de movimiento. El espacio de filmación fue calibrado utilizando una medida de calibración de 1.0 mt. Las partes filmadas de los 60 mt fueron: 20-30 m, 40-50 m, y 50-60 m. Las velocidades promedio de los sujetos a través de cada una de las tres zonas fueron calculadas dividiendo la distancia corrida dentro de cada zona por el tiempo utilizado para atravesarla. Los 10 mt. de cada zona fueron verificados digitalizando los puntos de comienzo y de fin de cada una, y calculando luego la distancia entre esos puntos utilizando el sistema Peak5 (Peak Performance

Technologies, Englewood, CO). El tiempo se determinó registrando el número de imágenes de video que le llevó al sujeto atravesar desde la línea inicial a la final de cada zona, multiplicando por el tiempo/imagen de videotape calculado por la velocidad de las cámaras. El mismo investigador digitalizó todas las series y registró el número de imágenes de video que le llevó a cada sujeto atravesar las zonas de testeo, para asegurar la consistencia en determinar cuándo los sujetos atravesaban las líneas iniciales y finales.

Análisis Estadístico

Las velocidades promedio fueron analizadas a través del método MANOVA de 2 x 2 x 3 x 3 (Grupo x Sesión x Serie x Zona), utilizando un software SPSS. De primordial interés fue saber si hubo efectos de interacción significativos relacionados con el agrupamiento de los sujetos. Para ser considerada estadísticamente significativa, la probabilidad de error de Tipo 1 debía ser 0.05 o menor.

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan las medias y los desvíos standard de la velocidad de "sprints" (mt./seg.) de los grupos, sesiones, series, y zonas. El análisis MANOVA factorial de mediciones repetidas no reveló efectos principales o de interacción estadísticamente significativos, incluyendo diferencias de grupo ($p > 0.05$) entre sesiones, series, ozonas. Hubo un efecto de interacción triple estadísticamente significativo ($p < 0.05$) entre las variables de sesión, serie, y zona. No se consideró necesario realizar análisis estadísticos post-hoc para estudiar este efecto significativo de interacción debido a que no hubo efectos en los grupos. En general, los análisis de gráficos del efecto de interacción triple revelaron que las velocidades fueron mayores durante la sesión de pre-evaluación que durante la sesión de post-evaluación, y durante la segunda serie, en comparación con la primera y tercera series. No hubo un modelo consistente en las velocidades entre zonas. Sin embargo, estas observaciones fueron comparables entre grupos, indicando que la suplementación con creatina no influyó en estos efectos de interacción.

	Placebo (n = 9)						Creatina (n = 9)					
	S 1	Pre-testS 2	S 3	S 1	Post-testS 2	S 3	S 1	Pre-testS 2	S 3	S 1	Post-testS 2	S 3
Z1	7.880.69	7.770.66	7.730.72	7.200.63	7.310.54	7.350.42	7.680.83	7.640.81	7.740.70	7.230.82	7.440.79	7.240.63
Z2	7.860.93	7.990.89	7.920.78	7.450.68	7.460.65	7.400.52	7.630.91	7.750.84	7.730.94	7.420.69	7.570.78	7.400.64
Z3	7.580.74	7.700.64	7.450.70	7.641.02	7.710.98	7.690.97	7.450.78	7.540.71	7.400.68	7.640.28	7.740.01	7.520.85

Tabla 2. *Medias y desvíos standard de las velocidades de carrera (mt./seg.) entre Grupos (Placebo y Creatina), Sesiones (Pre-test y Post-test), Series (S1, S2, y S3), y Zonas (Z1, Z2, y Z3).*

DISCUSION

La concentración de fosfatos de "alta energía" en el tejido muscular es similar a la concentración de ATP más PC y, a pesar de que hay reservas algo más elevadas de PC en el músculo, aún son demasiado pequeñas para sostener más de unas pocas contracciones musculares (22). Varios equipos de investigadores (12,18,19), usando diferentes protocolos experimentales para inducir fatiga a través de ejercicios breves y de alta intensidad, han reportado disminuciones significativas y rápidas de la PC muscular. En teoría, un mayor nivel inicial de PC o una tasa más rápida de resíntesis de PC durante los períodos de pausa, en series de ejercicios intervalados, podría mejorar el rendimiento.

Una adecuada estrategia nutricional puede ser uno de los elementos claves subyacentes a una exitosa performance deportiva. Por ejemplo, los atletas de resistencia aeróbica característicamente están mejor dotados de fibras musculares de Tipo I, las que pueden contener relativamente mayores niveles de glucógeno muscular. No obstante, antes de eventos tales como una maratón, estos deportistas intentarán aprovechar al máximo las reservas de glucógeno muscular a través de técnicas comúnmente conocidas como "sobrecarga de carbohidratos". Se sabe que los velocistas tienen mayores porcentajes de fibras de Tipo II que son ricas en PC (5,12,13), y de manera similar, podrían querer aumentar el contenido

de PC en sus músculos antes de competiciones importantes a través de una "sobrecarga de creatina". Esta podría ser una consideración importante para los velocistas, debido a que aparentemente experimentan una resíntesis más lenta de la PC muscular luego de un ejercicio diseñado para depletar el 50-60 % de las reservas de PC, al menos en comparación con los deportistas de fondo (17).

Como se observó anteriormente, la suplementación oral con monohidrato de creatina aumentaría las concentraciones musculares tanto de creatina libre como de PC (13), y algunos datos científicos (3,10,14) han mostrado que tales regímenes de suplementación pueden, además, mejorar la performance en ejercicios intervalados cortos y de alta intensidad, como los que duran entre 4 y 30 segundos, y posiblemente más. Sin embargo, los resultados de este estudio no respaldan la hipótesis de que la suplementación oral con creatina mejore el rendimiento en carreras de velocidad en el límite inferior de este rango, o sea, de 4 a 8 segundos, o hasta 60 mt. de distancia.

Estos resultados concuerdan con varios otros estudios que han examinado el efecto de la suplementación con creatina en ejercicios de alta intensidad, de similar duración. Realizando tres tests de Wingate de 30 segundos, con una pausa de 5 minutos, Earnest y cols. (8) no observaron un efecto significativo de la ingesta de monohidrato de creatina (20 gr/día, durante 14 días) sobre la potencia anaeróbica máxima (esto es, la mayor potencia en un período de 5 segundos), lo cual es comparable a los resultados de nuestro estudio. Además, a pesar de haber utilizado un ejercicio algo más prolongado (15 seg.), Cooke y cols. (7) no observaron un efecto significativo de la suplementación con creatina (20 gr/día, durante 5 días) sobre la potencia pico, o el tiempo hasta alcanzar la potencia pico, en dos tests de potencia máxima (alta intensidad y corta duración) en bicicleta, espaciados por un período de recuperación de 20 minutos.

Por el contrario, nuestros resultados difieren de .otros estudios con suplementación con monohidrato de creatina que utilizaron ya sea períodos más largos de ejercicio, mayor número de repeticiones, o pausas más cortas entre series. Earnest y col s. (8) observaron que la suplementación con monohidrato de creatina provocaba una mejoría en la capacidad anaeróbica (esfuerzo total en 30 seg.) en las tres series de un test de Wingate de 30 seg. Greenhaff y cols. (10) reportaron que la suplementación oral con creatina (20 gr/ día) incrementó significativamente el pico de torque muscular durante varias fases de cinco series de 30 contracciones isoquinéticas máximas voluntarias, espaciadas entre series por una pausa de 1 minuto.

Balsom y cols. (3) observaron que 6 días de suplementación con creatina (25 gr/día) mejoró significativamente la performance en dos protocolos de ejercicios intervalados de alta intensidad. El ejercicio consistió en 10 series de 6 seg. de ciclismo de alta intensidad, espaciados por una recuperación pasiva de 30 seg. Uno de los protocolos fue diseñado para inducir fatiga, para que los sujetos no pudieran mantener la generación de fuerza a través de cada período de 6 seg., durante las 10 series. Los investigadores dividieron la producción de trabajo en cada serie de 6 seg. en tres intervalos: 0-2 seg., 2-4 seg., y 4-6 s. Teóricamente, la suplementación con creatina sería más beneficiosa en los últimos intervalos (de 4 a 6 seg.), y desde luego los autores observaron que las diferencias significativas en este período comenzaron después de la séptima serie, experimentando el grupo con creatina una disminución significativamente menor en la performance, en comparación con el grupo placebo. El examen de los gráficos de datos también indicó que el rendimiento del grupo placebo disminuyó de la serie 1 a la 3, mientras que el del grupo experimental, en realidad, aumentó durante estas tres primeras series. Sin embargo, las diferencias se volvieron progresivamente mayores luego de la Serie 4, y fueron significativas luego de la serie 7. Debido a que en las primeras tres series comenzaron a aparecer algunas diferencias entre los dos grupos durante los 4 y los 6 seg., nosotros utilizamos esta información en el diseño del estudio para evaluar los efectos de la suplementación con creatina sobre el último tramo en un "sprint" de 60 mt. A pesar de que no observamos un efecto significativo de la suplementación con creatina sobre la performance, nuestros sujetos sólo realizaron tres repeticiones de 60 mt. en cada serie. Si los resultados de Balsom y cols. (3) pudieran ser extrapolados a la carrera, es posible que la suplementación con creatina pudiese mejorar la performance en piques de 60 mt.

Si la resíntesis de PC es uno de los factores claves subyacentes al potencial ergogénico de la suplementación con creatina, entonces posiblemente sea de importancia la consideración de la duración del período de recuperación. Sin embargo, se han reportado resultados significativos con tiempos variados en las pausas. Por ejemplo, Balsom y cols. (3) utilizaron 30 seg. de recuperación entre ejercicios (14), Grenhaff y cols. (10) usaron 1 min; Harris y cols. 3-4 min; y Earnest y cols. (8), 5 min. En base a algunos datos recogidos por Greenhaff y cols. (9), nosotros decidimos instrumentar una, recuperación de 2 min entre series. Sus datos sugieren que el incremento inducido por la dieta en la concentración total de creatina en el músculo puede aumentar la resíntesis de PC durante el segundo minuto de la pausa, en contracciones musculares intensas; esto sugiere, además, que las primeras fases de resíntesis de PC (por ejemplo, en el primer minuto) podrían no depender de los niveles de creatina libre en el músculo, pero sí las últimas fases (segundo minuto). Sin embargo, su protocolo de ejercicio fue diseñado para depletar completamente la reserva de PC muscular, mientras que en el nuestro probablemente no ocurrió lo mismo.

Una posible limitación en nuestro estudio es el hecho que no medimos los niveles de creatina en el músculo. En una investigación previa en Gran Breta/a (13), se observó que un régimen de suplementación similar al que nosotros

utilizamos, incrementó la concentración de creatina muscular y de fosfato de creatina. Sin embargo, un estudio reciente llevado a cabo por el mismo equipo británico (9) reveló que no todos los sujetos responden a la suplementación con creatina (20 gr. durante 5 días); sólo 5 de los 8 sujetos en su estudio mostraron aumentos sustanciales en los niveles en reposo de la creatina total, y un aumento significativo en la resíntesis de PC, luego del ejercicio. Sin embargo, Greenhaff y cols. (9) observaron que los resultados de su estudio demuestran que la "sobrecarga de creatina" es alcanzable en individuos normales y sanos. De cualquier manera, existe la posibilidad que deportistas en entrenamiento, como se utilizó en este estudio, puedan no beneficiarse con la suplementación si sus reservas de PC ya están en un nivel óptimo. La suplementación con creatina no aumentó el peso corporal de nuestros sujetos (resultado que contrasta con algunos estudios previos, aunque no con todos), lo que posiblemente sugiere que nuestros participantes no hayan respondido a la misma.

En conclusión, dentro de las limitaciones de este estudio, la suplementación con creatina no parece mejorar el rendimiento en "sprint" en carreras repetidas de 60 mt. La falta de efectos positivos en nuestro estudio pueden deberse a varios factores. El tiempo de ejercicio quizás no ha sido suficiente para vaciar completamente las reservas de PC. A pesar de que algunas proyecciones (15,16,21) sugieren que el aporte de PC podría ser un factor limitante en ejercicios máximos de menos de 10 seg., Balsom y cols. (2) indicaron recientemente que podría llevar 10 seg. depletar totalmente las reservas de PC en el músculo. Por otro lado, el número de repeticiones en nuestro trabajo puede haber sido demasiado escaso para llevar a un vaciamiento acumulativo de PC. Los 2 minutos de pausa pudieron haber sido suficientes para completar la regeneración de PC, aún sin una suplementación oral con creatina. Finalmente, nuestros sujetos podrían haber "no reaccionado" al tratamiento. Es necesaria una mayor investigación en laboratorio y en campo para ayudar a clarificar estos datos conflictivos relacionados con la eficacia ergogénica de la suplementación con creatina.

Agradecimientos

Queremos agradecer a los miembros del equipo femenino de hockey sobre césped y al equipo masculino de fútbol de la Universidad Old Dominion por su participación como sujetos de este estudio. También apreciamos la ayuda de Charles W. Jackson en los análisis estadísticos. Además, queremos agradecer a aquellos estudiantes que ayudaron en la recolección de datos: Dennis Burke, Heather Jewett, Sharon Jones, y Sherri Kunkle.

El monohidrato de creatina puro HPLC (Phosphagen TM) fue suministrado por Experimental and Applied Sciences, Pacific Grove, CA, EEUU.

REFERENCIAS

1. Anderson. O (1993). Creatine propeis British athletes to Olympic gold medals: Is creatine the one true ergogenic aid?. *Rulinin Research News 9(I):1-5*
2. Baisom, P.D- K, Soderlund, asid B. Ekblom. (1994). Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med. 18:268-280*
3. Balsorn, P.D., B. Ekblom. K. Soderiund, B. Sjodin, and E. Huitman (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand. J. Med. Sci. Sports 3:143-149*
4. Boicelli, C.A.A.M. Baldassarri, C. Borsetto, and F. Conconi (1989). Anapproach to noninvasive fiber type determination by NMR. *Int. J. Sports Med. 10:53-54*
5. Chanutin, A (1926). Thefateofereatine when administered toman. *J. Biol. Chem. 67:29-34*
6. Cooke. W.H., P.W. Grandjean, and W.S. Barres (1995). Effectof oraJ creatine supplementation on power output and fatigue during bicycle ergometry. *J. Appl. Physiol. 78:670-673*
7. Earriest, C.P., P,G. Snefl, T.L. Mitchell, R. Rodriauez. and A.L. Almada (1994). Effect of creatine monobydrate ingestion on peak anaerobic power, capacity, and fatigue index [Abstract]. *Med. Sci. Sports Exerc. 26:S39*
8. Greenhaff, P.L., K. Bodin, K. Soderiund. and E. Hultman (1994). Effect of oral creatine stipplementation on skeletal musele pliospliocreatine resynthesis. *Aln. J. PhYsiol. 266:E725-E730*
9. Greenhaff, P.L.. A. Casey, A.H. Short, R. Harris, K. Soderlund, and E. Hultman (1993). Influence of oral creatine supplementation of [.Yicj muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exereise in man. *C/in. Sci. 84:565-571*
10. reenhaff, P.L., D. Constantin-Teodosiu, A. Casey, and E. Hultman (1994). The effect of oral creatine supplementation on skeictal muscle ATP degradation during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *J. PísYsiol. 476:84P*
11. Greenhaff, P.L., M.E. Nevill, K. Soderlund. L. Boobis. C. Williams, and E. Huitman (1992). Energy metabolism in single muscle fibres during maximal sprint excreise in mali. *J. Mm,siol. 446:528P*
12. Harris, R.C.K. Soderiund. and E. Huitman (1991). Elevation of creatine in resting and exereised muscle of normal subjeets by creatine stipplenientation. *Gin. Sci. 83:367-374*
13. Harris, R.C., M. Viru. PL. Greenhaff, and E. Huitman (1993). The effect of oral creatine supplementation on running performance during inaxiiiial short term exercise in man. *J. PhYsiol. 467:74P*

14. Hirvonen, J., S. Rehunen, H. Rusko, and M. Harkonen (1987). akdown of high-energy phosphate compounds and lactate aceumulation during short supramaximal exercise. *Eur. J. Appl. Physiol. 56:253-259*
15. Huttman, E.. asid P.L. Greenhaff (1991). Skeletal muscle eneray metabolism and fatigue during intense exercise in inan. *Sci. Prog. 75:361-370*
16. McCully, K.K., K. Vandesiborne, K. DeMeirleir, J.D. Posner, asid J.S. Leiah (1992). Muscle metabolismo in track athletes using 31P magnetic resonance spectroscopy. *Cari. J. Physiol.Pharniacol. 70:1353-1359*
17. Maler, R.G., M.D. Boska. R.S. Moussavi. P.J. Carson, and M.W. Weiner (1988). Nuclear magnetic resonance studies of high eneroy phospliates asid pH in human snuscle fatigue. Comparison of aerobic and anaerobie exercise. *J. Clin. Invest. 81:1190-1196*
18. Miller, R., D. Giannini, H.S. Milner-Brown. R.B. Layzer, A.P. Koretsky, D. Hooper, and M.W. Weiner (1987). Effects offatiguing exereise on hi2h-energy phosphates. force, and ENIG: Evidence for tliree phases of recovery. *Muscle Nerve 10:8 10-821*
19. Sipila, L J. Rapola, O. Simell, and A. Vannas (1981). Supplementary creatine as a treatment for gyrate atrophy of the choroid and retina. *N. Engl. J. Yled. 304:867-870*
20. Wilmore, J.H., and DL. Costill (1994). Physiology of sport and Exercise. *Cliampaign, IL: Human Kinetics, p. 98*
21. Wilson, D.F (1994). Factors affectins! the rate and enerectics of mitochondrial oxidative phosphorylation. *Med. Sci. Sports Exerc. 26:37-43*

Cita Original

Diego R. Redondo, Elizabeth A. Dowling, Bryan L. Graham, Anthony L. Almada, y Melvin H. Williams. Efecto de la suplementación oral con monohidratos de cratina sobre la velocidad de carrera. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Nº17. 1998.