PubliCE, (PubliCE) 1994

Monograph

Efectos de la Ingesta de Creatina sobre la Capacidad de Performance en Corredores de Media Distancia

Atko Viru[1], M. Viru[1], V. Oopik[1], A. Nurniekivi[2], L. Medijainen[1] y S. Timpmann[1]

[1]*Institute of Exercise Biology, Tartu University, Finlandia.*
[2]*Institute of Coaching, Tartu University, Finlandia.*

RESUMEN

El estudio fue ideado con motivo de comprobar el efecto de la ingesta de creatina en el nivel de performance de los corredores de media distancia, y en los contenidos de creatina y agua en tejidos (experimento en ratas). Diez corredores de media distancia fueron divididos en grupos experimental y placebo. El grupo experimental consumió 30 gr diarios de creatina con glucosa durante un período de 6 días. La capacidad de performance fue testeada con la ejecución de series intervaladas de 4 x 1.000 y 4 x 300 m (velocidad de carrera 85-90 % de la mejor marca individual, pausa de 3-4 min). La administración de creatina resultó en una mejoría tanto del tiempo total para las series intervaladas de 4 x 1.000 y 4 x 300 m, como del mejor tiempo registrado para ambas series de 1.000 y 300m. La ingesta de creatina indujo también a un incremento en el peso corporal de 1.8 +/- 0.51 kg. En el grupo placebo, tomando solo glucosa, los cambios en el nivel de ejecución fueron menos pronunciados. No se encontraron ganancias de peso. Inyecciones subcutáneas de creatina en ratas (400 mg por kg de peso corporal) diariamente por 7 días, incrementaron la concentración de creatina en varios músculos esqueléticos en 10-19 % y en el corazón en 14 %. El contenido de agua en músculos, miocardio y cerebro, tanto como el peso húmedo relativo de los órganos permaneció constante. Los resultados demostraron que el incremento del contenido de creatina en el músculo, debido a la administración de sustratos, está asociada con la mejoría de la resistencia, hecho demostrado en corredores de media distancia.

Palabras Clave: monohidrato de creatina, performance en carrera, corredores de media distancia, potencia muscular, m

INTRODUCCION

El ciclo fosfocreatina-creatina es conocido como el metabolismo rápido para la resíntesis de ATP [14]. Al ciclo fosfocreatina-creatina también le corresponde una función importante en el transporte de energía desde las mitocondrias hacia las miofibrillas (3, 12-14). La pregunta es de que manera la capacidad de ejecución del deportista puede ser influenciada por el enriquecimiento de la dicta con creatina. La suplementación de creatina en la dicta como método para el incremento de la capacidad de trabajo físico ha sido recientemente focalizada. Los estudios en humanos han revelado más de un 50 % de incremento en los contenidos de creatina en músculo esquelético luego de 2-7 días de 20 a 30 gr de consumo diario de creatina (7);56 días de 20 a 30 gr de consumo diario de creatina han demostrado mejorar la capacidad física de ejecución en seres humanos desentrenados (6), como así también en moderada y altamente entrenados. Volkov (15) ha reportado una mejoría significativa en el pico de potencia de los velocistas, y también en los resultados de carreras de 100 y 200 m, como consecuencia de pequeñas dosis de suplementación de creatina en la dieta por el período de 1 año.

Los mecanismos responsables de la mejoría de la ejecución con la suplementación de creatina han sido postulados tanto por el elevado contenido de fosfocreatina, como por el incremento en la capacidad para la resíntesis de fosfocreatina en el músculo esquelético.

Un estudio reciente indica que la suplementación con creatina no incrementa la resistencia ni incrementa el pico de consumo de oxígeno durante el ejercicio continuo prolongado (2). En este estudio, la acción de la ingesta de creatina sobre la capacidad de ejecución fue estudiada en corredores de media distancia. Simultáneamente, el efecto de la suplementación de creatina sobre el contenido de creatina en músculo y el agua en los tejidos fue evaluado con la ayuda de un experimento en ratas.

METODOS

Los experimentos fueron llevados cabo en 10 corredores de media distancia de nivel universitario (edad 24 +/3.0 años, peso 71.6 +/- 5.02 kg, altura 186 +/- 2.1 cm, media +/- DS). Los atletas fueron divididas al azar en grupos experimental y placebo. El grupo experimental consumió 30 gr de creatina (+ 5 gr de glucosa). Durante el mismo período, el grupo placebo recibió la misma cantidad de una dosis similar (6 veces por día, 10 gr de glucosa sin creatina). Las personas no estaban enteradas de las asignaciones del tratamiento. Antes y después del período de administración, los corredores realizaron carreras intervaladas de 4 x 1.000 o 4 x 300 m (3-4 min de pausa entre series) en diferentes sesiones de entrenamiento. Se propuso al deportista correr series a velocidades del 85-90 % de su mejor marca en 1.000 m, y a 90-95 % para series de 300 m, manteniendo la velocidad en todo el recorrido y durante las 4 repeticiones.

El tiempo de cada serie fue registrado con la ayuda de un cronómetro. Con el objeto de evitar perturbaciones al entrenamiento del deportista, se usaron series intervaladas en lugar de carreras competitivas para cada distancia media. Estas fueron las ventajas por el uso de ejercicios intervalados. Primero, los ejercicios intervalados fueron usados en el curso de entrenamientos previos, y es por ello que el «efecto de aprendizaje» durante el experimento fue excluido. Los deportistas, además, estaban experimentados en el uso de velocidades de carrera asignadas. El ejercicio intervalado nos permitió recomendar la posibilidad de mantener la velocidad asignada, la cual depende, más probablemente, también de la eficiencia de los procesos de recuperación entre carreras. Finalmente el uso de carreras a velocidades submáximas en lugar de máximas ayuda a evitar o reducir el error experimental debido a la insuficiente motivación.

Antes del período de administración creatina/placebo la velocidad de carrera actual de las dos primeras repeticiones constituyeron el 87 +/- 3 % (media +/-DS) y 92 +/-3 % del mejor tiempo individual, para carreras de 1.000 y 300 m respectivamente. Por lo tanto el diseño experimental fue el siguiente.

Durante el período experimental el deportista continuó su entrenamiento sin cambio significativo alguno en la elección de los ejercicios ni en el volumen e intensidad del entrenamiento. El régimen de nutrición permaneció sin cambios. En el experimento adicional, ratas Wistar de 260 +/- 4 gr de peso fueron divididas en cuatro grupos de 5 ratas. Las ratas del grupo con creatina fueron inyectadas diariamente por 7 días con 400 mg de creatina por kg de peso corporal; la creatina fue inyectada en solución fisiológica salina dos veces al día por la vía subcutánea. Las ratas del grupo de ejercicio + creatina fueron inyectadas con creatina, y en el 7mo. día de inyección las ratas realizaron 90 min de natación en agua a 33° C.

Las ratas sedentarias placebo fueron inyectadas con solución fisiológica salina con la misma rutina que las ratas del grupo con creatina. Las ratas del grupo de ejercicio + placebo fueron inyectadas con solución salina y en el 7mo. día de inyección realizaron 90 min de natación. Todos los animales fueron sacrificados en el 8vo. día, desangrándolos bajo anestesia con éter. Pasados 2 minutos del comienzo de la inhalación de éter, el corazón e inmediatamente después los músculos gemelos, cuadriceps y sóleo, tanto como el tejido cerebral, fueron separados. El corazón, músculos esqueléticos y el cerebro fueron pesados y separados en dos muestras; una para la determinación del peso seco, y la otra para la determinación del contenido de creatina. El peso seco fue determinado exponiendo la muestra por 14 hs a 80° C, y luego por otras 14 hs a 100° C. El contenido de agua fue determinado por la diferencia entre el peso seco y el húmedo. El contenido de creatina fue determinado por el método de Eggleton (4). Los resultados obtenidos fueron estadísticamente analizados por el test-t para diferencias apareadas, comparando los valores individuales registrados antes y después del período experimental.

RESULTADOS

El experimento principal en corredores de media distancia.

La administración de creatina resultó en una mejoría del tiempo total para las series de carreras intervaladas de 4 x 1.000 y 4 x 300 m. Los mejores tiempos registrados para ambas series de carreras de 1.000 y 300 m también mejoraron significativamente (Tabla 1).

Luego de la administración de creatina el tiempo de carrera fue mantenido aproximadamente en el mismo nivel durante las carreras intervaladas. Como resultado, los tiempos de las series finales de 4 x 1.000 y 4 x 300 m fueron mejores luego del período de administración. Los resultados individuales, presentados en las Tablas 2 y 3, demostraron que los cambios mencionados fueron comunes para todos los atletas del grupo con creatina.

	Grupo placebo		Grupo con creatina	
	Cambios en la media individual +/- ES	P	Cambios en la media individual +/- ES	P
Serie de 4 x 1.000 m				
Tiempo de la mejor serie de 1.000 m	+0.1+/-0.68 s	> 0.9	-0.2+/-0.66 s	> 0.01
Tiempo total para carrera de 4 x 1.00 m	+1.2+/-2.05 s	> 0.6	-13.0+/-2.70 s	> 0.01
Tiempo de la última serie de 1.000 m	-1.6+/-0.67 s	> 0.5	-5.8+/-1.04 s	> 0.01
Serie de 4 x 300 m				
Tiempo de la mejor serie de 300 m	+0.2+/-0.21 s	> 0.4	-0.3+/-0.09 s	> 0.02
Tiempo total para carreras de 4 x 300 m	-0.6+/-0.19 s	> 0.02	-1.5+/-0.35 s	> 0.01
Tiempo de la última serie de 300 m	-0.3+/-0.15 s	> 0.1	-0.7+/-0.03 s	> 0.01

Tabla 1. *Efectos de la creatina vs. Placebo en el tiempo de series intervaladas de 4 x 1.000 m y 4 x 300 m.*

A pesar del incremento en la velocidad de carrera, la frecuencia cardíaca se redujo de 4 a 14 latidos/minuto durante las sesiones de entrenamiento realizadas luego de la administración de creatina (Fig. 1). Una ganancia en el peso corporal (de 1.8 +/- 0.51 kg) fue típica en las personas del grupo experimental.

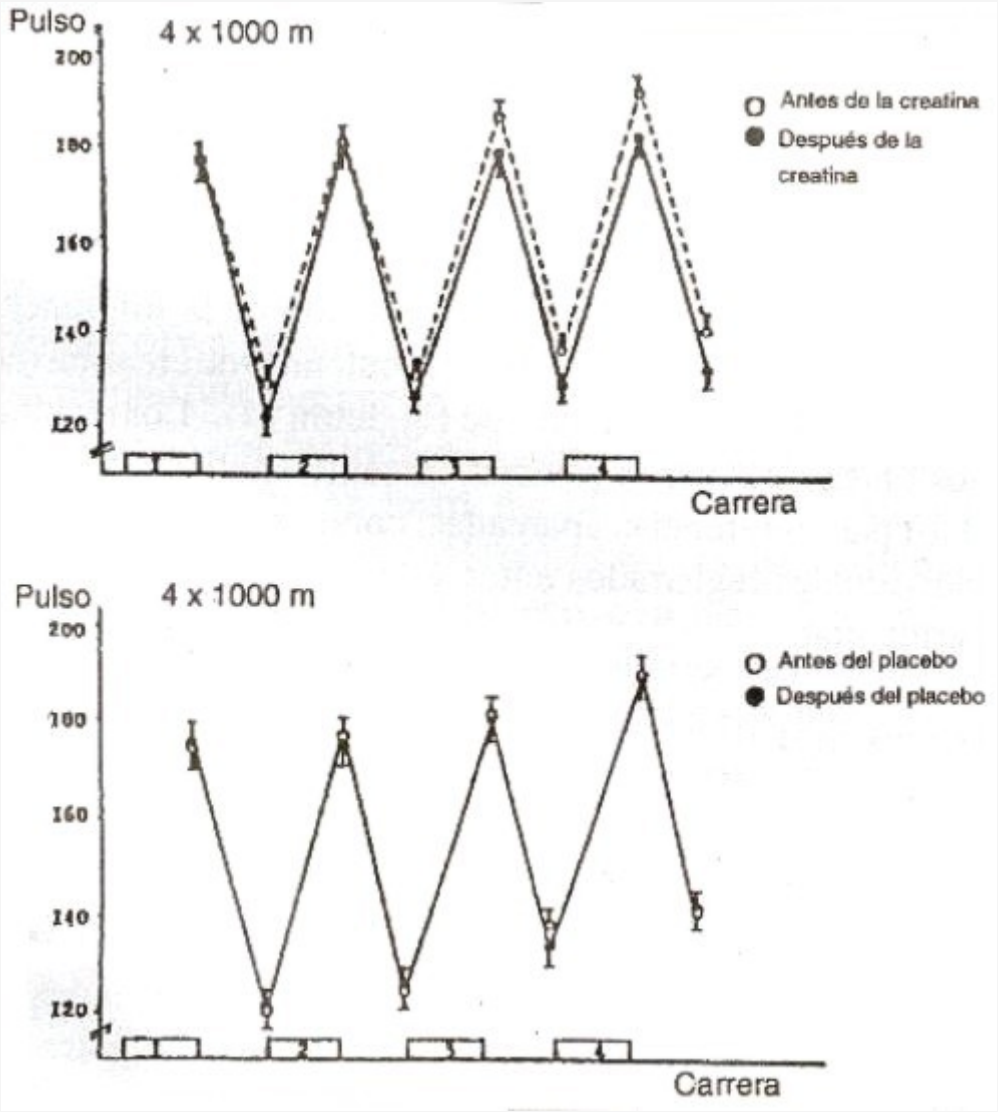


Figura 1. *Dinámica de la frecuencia cardíaca durante las series intervaladas de 4 x 1.000 m. Panel superior: antes y después de la suplementación con creatina; panel inferior. Antes y después de la suplementación placebo, por 6 días.*

Los cambios obtenidos en el grupo experimental no fueron encontrados en el grupo de placebo, en los valores medios excepto una pequeña mejoría en el tiempo de la última carrera de 1.000 m y en el tiempo total de la serie de 4 x 300m.

Sin embargo, en estos casos, los cambios positivos fueron menos pronunciados que en el grupo experimental (Tabla 1). La variabilidad de los cambios individuales se puede evidenciar en el grupo placebo (Tablas 2 y 3).

EXPERIMENTOS ADICIONALES EN RATAS

El período de 7 días de administración de creatina resultó en un incremento de creatina en los músculos esqueléticos estudiados (del 10 al 19 %). Un incremento del 13,5 % fue encontrado en el miocardio y del 6 % en el tejido cerebral (Tabla 4). El contenido de agua permaneció constante, a lo largo de todo el estudio, en el músculo gemelo, porción blanca del músculo cuadriceps, porción roja del cuadriceps, corazón y tejido cerebral (Tabla 5).

El peso húmedo relativo del corazón y músculos esqueléticos no cambió. La combinación de la administración de creatina y los ejercicios de natación en el último día, no alteró sustancialmente los resultados encontrados en el grupo con creatina. Solo el incremento en los contenidos de creatina fue más pronunciado en el só1eo (en 28 % vs. 19 % en el grupo de

creatina), la porción blanca del cuadriceps (en 15 % vs. 10 %), y en el corazón (en 21 % vs. 14 %), pero no en la porción roja del cuadriceps (en 9 % vs. 10 %) y en el gemelo (en 7 % vs. 10 %). En el tejido cerebral, la adición de ejercicio eliminó la elevación del contenido de creatina debido a su administración (Tabla 4).

Corredor	Antes				Después			
	Mejor carrera min:s	Total 4 carreras min:s	Ultima carrera min:s	Dif. Entre primera y última, s	Mejor carrera min:s	Total 4 carreras min:s	Ultima carrera min:s	Dif. Entre primera y última, s
Grupo con creatina								
1	2:58.7	12:13.7	3:00.3	+1.6	2:58.6	11:55.5	2:58.2	-0.2
2	3:18.0	13:24.6	3:23.7	+5.7	3:16.5	13:09.3	3:18.2	+1.7
3	3:19.8	13:26.5	3:22.6	+2.8	3:18.3	13:15.3	3:19.6	+1.3
4	3:00.8	12:02.8	3:00.8	0	2:57.6	11:58.5	2:57.6	0
5	3:12.5	13:02.3	3:20.7	+7.7	3:08.7	12:45.4	3:05.4	-3.3
Grupo placebo								
1	3:17.0	13:21.6	3:25.7	+8.7	3:18.0	13:19.8	3:23.4	+5.4
2	3:20.1	13:22.9	3:32.7	+10.7	3:18.7	3:32.2#	3:28.7	+10.0
3	3:07.4	12:37.1	3:10.2	+2.8	3:09.5	12:37.5	3:09.5	0
4	3:01.8	12:09.8	3:02.2	+0.4	3:00.8	12:08.2	3:01.9	+1.1
5	3:13.5	12:59.0	3:15.0	+1.5	3:13.6	12:58.8	3:14.5	+0.9

Tabla 2. *Tiempos de carrera individual en serie de 4 x 1.000 m antes y después del período experimental.*

DISCUSION

De acuerdo con los resultados de estudios previos (l, 6), los datos obtenidos indican acerca de la mejoría de la resistencia en corredores de media distancia luego de un período a corto plazo de ingesta de creatina. Esto ocurrió en un nivel de frecuencia cardíaca reducida durante la serie intervalada. Este hecho elimina la posibilidad de que en el grupo de creatina la mejoría en la performance no esté relacionada a un incremento de la resistencia, sino a una movilización más pronunciada del potencial motor existente. El acrecentamiento de la performance seguida de la suplementación con creatina ha sido descripta en ejercicios intermitentes cortos y de alta intensidad (1, 6), pero no en ejercicios continuos y más prolongados (2). Por nuestros resultados se encontró un incremento en la capacidad de resistencia en ejercicios intermitentes de larga duración, preferentemente. Es por ello que los efectos positivos de la suplementación con creatina no están restringidos a los ejercicios de alta intensidad y corta duración (2), sino que, pueden observarse aún si dichos ejercicios continúan durante un periodo de 21 a 25 min. Sin embargo subsiste la pregunta acerca de la significancia del tipo de ejercicio.

El experimento en ratas confirmó el incremento de los contenidos de creatina en el músculo como resultado de la administración de creatina. Sin embargo, los resultados obtenidos demostraron que los niveles de incremento fueron solo del 10 al 19 %, y no de un 50 %, tal como fue reportado por Harris et. al. (7). La diferencia en los resultados puede explicarse al uso de varias especies, rutinas diferentes en la administración de creatina y/o varios niveles de actividad muscular previa. Nuestros resultados indican que el ejercicio puede alterar el incremento del contenido de creatina luego de la administración del sustrato. De acuerdo a los resultados obtenidos, los efectos del ejercicio sobre el metabolismo de la creatina pueden ser diferentes en varios tipos de fibras musculares. Es razonable sugerir que el contenido incrementado de creatina en el músculo, debido al enriquecimiento de la dieta con creatina (7) o administración subcutánea del sustrato, promovieron la resíntesis de fosfocreatina en las miofibrillas y mitocondrias. Como resultado, se garantizó un rápido aporte de energía para las miofibrillas, tanto por el incremento del depósito de fosfocreatina local como por la facilitación del transporte intracelular de energía oxidativa (3, 12-14) en el músculo esquelético y en el corazón. Esta facilitación del transporte intracelular de energía de oxidación ha sido considerado como un factor de mejoría de la resistencia.

El incremento de la performance esta asociado con una ganancia en el peso corporal. Los experimentos en ratas no han demostrado ninguna acumulación de agua debido a la administración de creatina. Experimentos "in vitro" indicaron la posibilidad de inducción de la síntesis de proteína miofibrilar por parte de la ingesta de creatina (8-10). Sin embargo este fenómeno no fue confirmado cuando la creatina fue administrada tanto en tejido muscular (5), como en experimentos en vivo en ratas (11). No obstante, un incremento en la síntesis de proteínas o una degradación proteína inhibida en algunos

tejidos humanos, no debe excluirse. De todos modos, la razón del incremento del peso corporal en atletas que han consumido creatina sigue aun sin respuesta.

Corredor	Antes				Después			
	Mejor carreras	Total 4 carreras	Última carreras	Dif. Entre primera y última s	Mejor carreras	Total 4 carreras	Última carreras	Dif. Entre primera y última s
Grupo con creatina								
1	37.4	150.4	37.8	+0.4	37.1	148.7	37.1	0
2	38.4	154.9	39.0	+0.6	38.0	152.9	38.3	+0.3
3	38.9	156.7	39.3	+0.4	38.5	154.8	38.7	+0.2
4	36.8	148.5	37.5	+0.7	36.8	148.0	36.8	+0.4
5								
Grupo placebo								
1	38.5	155.7	39.7	+1.2	38.3	155.1	39.5	+1.2
2	39.1	159.7	40.8	+1.7	39.3	159.3	40.4	+1.1
3	41.2	166.4	41.8	+0.6	40.8	165.8	41.4	+0.6
4	41.6	167.4	41.8	+0.2	41.5	167.4	42.1	+0.6
5	43.2	175.8	44.6	+1.4	43.1	174.6	44.0	+0.9

Tabla 3. *Tiempos de carrera individual en serie 4 x 300 m antes y después del período experimental*

MUSCULO	Grupo con creatina	Grupo placebo sedentario	Grupo de ejercicio-creatina	Grupo de ejercicio-placebo
Sóleo	104.6+-2.7*	87.2+-5.1	108.6+-5.2**	82.0+-7.7
Porción roja del cuadriceps	169.3+-1.8*	153.3+-5.2	162.1+-3.3**	188.8+-3.9
Porción blanca del cuadriceps	204.1+-4.6*	185.0+-5.9	199.8+-2.8**	173+-6.4
Gemelo	189.3+-6.1*	171.5+-2.5	180.7+-1.4**	169.1+-2.8
Corazón	57.6+-1.0*	50.7+-2.5	61.6+-0.8**	50.7+-1.9
Tejido cerebral	38.0+-0.8*	35.9+-0.8	36.6+-0.5	35.1+-0.8

Tabla 4. *Contenido de creatina en varios tejidos (umol por gr. De peso seco) durante un período de 7 días de administración de creatina/placebo (media +- ES, n = 5)*
(*) diferencia estadísticamente significa (P < 0.05), comparando con valores del grupo sedentario placebo.
(**) diferencia estadísticamente significativa (P < 0.05), comparado con valores del grupo placebo-ejercicio

MUSCULO	Grupo con creatina	Grupo placebo sedentario	Grupo de Ejercicio-creatina	Grupo de Ejercicio-placebo
Sóleo	77.2+-0.6	77.0+-0.7	76.7+-0.5	75.3+-1.2
Porción roja del Cuadriceps	78.2+-0.2	77.8+-0.5	77.6+-0.2	76.5+-0.4
Porción blanca del cuadriceps	77.3+-0.4	77.7+-0.4	77.1+-0.3	76.9+-0.3
Gemelo	77.5+-0.4	77.4+-0.6	77.2+-0.2	77.0+-0.3
Corazón	80.1+-0.4	79.3+-0.5	79.4+-0.3	78.7+-0.2

Tabla 5. *Contenido de agua de varios tejidos (en %), durante un periodo de 7 días de administración de creatina/placebo (media +-ES n = 5).*

CONCLUSIONES

En conclusión, los resultados confirmaron que el enriquecimiento de la dieta con creatina por 6 días, mejora la capacidad de trabajo en los deportistas. En el experimento en ratas, el incremento del contenido de creatina por la administración del sustrato también fue confirmado. Sin embargo, son necesarios estudios más amplios para establecer el mecanismo del efecto de la creatina en la capacidad de trabajo. Los resultados de estos estudios tampoco han resuelto si el efecto positivo de la creatina es mantenido sólo durante el período en que el contenido de creatina está incrementado en el músculo, o de qué manera este efecto ayuda a lograr un incremento en el músculo, o de qué manera este efecto ayuda a lograr un incremento en el nivel de performance del deportista.

REFERENCIAS

1. Balsom PD, Ekblom B, Hultman E (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand J Med Sci Sports. 3: 143 - 149*
2. Balsom Pd, Harridge SDR, Soderlund K, Sjodin B, Ekblom B (1993). Creatine supplementation per se does not enhance endurance exercise performance. *Acta Physiol Scand. 149: 521-523*
3. Bessman SP, Geiger PJ (1981). Transport of energy in muscle: The phosphocrearine shuttle. *Science. 448-452*
4. Eggleton P (1943). The estimation of creatine and diacetyle. *Biochem J. 37: 526-529*
5. Fry MD, Morales MF (1980). A reexamination of the effects of creatine in muscle protein synthesis in tissue culture. *J Cell Bin. 84:294-297*
6. Greenhaff PL, Casey A, Short AH, Harris R, Soderlund K, Hultman E (1993). Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. *Clin Sci. 84: 565-571*
7. Harris RC, Soderlund K, Hultman E (1992). Elevation of creatine in resting and exerciced muscle for normal subjects by creatine supplementation. *CIinSci. 83: 367-374*
8. Ingwall JS, Morales F, Stockdale FE (1972). Creatine and the control of myosin synthesis in differentiating skeletal muscle. *Proc Nat Acad Sci USA. 83: 367-374*
9. Ingwall JS, Weiner CD, Morales F, Davis E, Stockdale PE (1974). Speciftty .of creatine in the control of muscle protein synthesis. *J Cell Biol. 63: 145-151*
10. Ingwall JS, Wildenthal K (1976). Role of creatine in the regulation of cardiac protein synthesis. *J Cell Bio. 68: 159-163*
11. Oopik V, Medijainen L, Timpmann S, Viru M, Viru A (1992). No effect of in vivo creatine administration on protein synthesis in skeletal muscles of rat. *Acta Physiol Scand. (Suppl 608): 105*
12. Saks VA, Rosenstraukh LV, Smimov VN, Chazov El (1978). Role of creatine phosphokinase en cellular function and metabolism. *Can J Physiol Pharmacol. 691-706*
13. Saks VA, Kurpiyanov VV, Elizarova G, Jacobus WE (1980). Studies of energy transport in heart cells. The importance of cratine kinase localization for the coupling of mythocondrial phosphory1creatine production to oxidative phosphorylation. *J Biol Chem. 255: 755-763*
14. Urisada JM, Moreland TS, Kusmerik MJ (1988). ATP supply and demands duringexercise. *In: Horton ES, Tedung RL (eds).*

Exercise, Nutrition and Energy Metabolism. Macmillan Publ Co. 27-44
15. Volkov NJ (1991). Use of creatine and amino acid mixtures in order to potentiate the training efect of exercise. *In: Nut. & Physi. Perform.e Capacity. Proc. of the Sci. Conference. Leningrad, Research Inst. of Physical Culture of Leningrad. 126-134 (in Russian)*

Cita Original

M. Viru, V. Oopik, A. Nurniekivi, L. Medijainen, S. Timpmann, A. Viru. Efectos de la Ingesta de Creatina sobre la Capacidad de Performance en Corredores de Media Distancia. Revista de Actualización en Ciencias del Deporte Vol. 5 Nº14. 1997.