Research

Respuestas Fisiológicas al Ejercicio en el Calor luego de la Suplementación con Creatina

Mark Kern[1], Laura J Podewils[2], Matthew Vukovich[3] y Michael J Buono[1]

[1]*Department of Exercise and Nutritional Sciences, San Diego State University.*
[2]*Department of Epidemiology, Johns Hopkins School of Hygiene and Public Health.*
[3]*Dept of HPER, South Dakota State University.*

RESUMEN

La presente investigación evaluó los cambios en el agua corporal e indicadores de tolerancia al calor con 28 días de suplementación con creatina (CR) o placebo (PLC). Veinte hombres de edad universitaria fueron asignados a recibir creatina o placebo en un diseño doble ciego aleatorio. El peso corporal, agua corporal, hematocrito, y composición corporal fueron medidos antes y después del período de tratamiento. Adicionalmente fueron evaluadas las respuestas de frecuencia cardiaca, y temperatura central a 60 minutos de ejercicio en el calor [37 °C, 25% de humedad relativa (RH)]. El grupo (CR) tuvo mayores ganancias en el agua corporal total ($p = 0.050$) y peso corporal ($p = 0.034$) que el grupo placebo. El aumento en la temperatura central durante el ejercicio de ciclismo fue atenuado por la suplementación con creatina en comparación al consumo de placebo. Las ganancias en el agua corporal total durante las cuatro semanas estuvieron relacionadas a la atenuación del incremento de la temperatura durante el ejercicio, después de la suplementación ($n = 9$; $r = 0.569$, $p = 0.011$). No fueron detectadas diferencias significativas en las siguientes variables: porcentaje de grasa corporal, valores de hematocrito, o la respuesta de la frecuencia cardiaca al ejercicio. Estos resultados sugieren que las ganancias de peso con la suplementación con CR pueden reflejar parcialmente cambios en el agua corporal y pueden ayudar a atenuar la carga térmica asocia con el ejercicio en el calor.

Palabras Clave: termorregulación, ergogénico, frecuencia cardíaca, temperatura central

INTRODUCCIÓN

Los trabajos preponderantes en años recientes han sido dedicados a la investigación del rol de la suplementación con creatina como ayuda ergogénica para series repetidas de ejercicio de alta intensidad y corta duración. Sin embargo muchas de las observaciones secundarias de estos estudios permanecen sin resolución, la más notoria de ellas es el marcado incremento de la masa corporal total. Una investigación anterior (1) demostró una marcada ganancia de peso (3.2 y 3.8 kg) en dos sujetos a los que se les administró creatina por 29 y 34 días, respectivamente. Estudios mas recientes han demostrado típicamente ganancias de 1 kg o más (2-10), y los investigadores sugirieron arbitrariamente a la retención de agua como un posible factor causativo (4), además algunos investigadores han manifestado directamente esta conclusión (11).

La ganancia de peso reportada después de la suplementación con creatina esta asociada con una caída en el volumen urinario, sugestivo de un incremento en la retención de fluidos. Hultaman et al. (12) reportaron una caída media de 600 ml

en la secreción urinaria entre 31 sujetos varones luego de 6 días de ingesta de creatina, lo cual fue marcadamente menor que la respuesta a la ingesta de placebo. Además un reciente trabajo de Ziegenfuss et al. (11) demostró ganancias en la masa corporal y una expansión del agua corporal total con tres días de suplementación con creatina. Utilizando análisis de bioimpedancia por multifrecuencia (MBIA), los investigadores destacaron que el incremento en el agua corporal estuvo aislado en el volumen intracelular (IVC) y no fue evidente en el volumen del compartimiento extracelular (ECV) del músculo. Los autores sugieren que la creatina provoca la retención de agua, relacionada a la carga osmótica, accionada por el incremento del consumo celular de creatina a través de la suplementación. Por lo tanto, basándose en la posibilidad que la suplementación con creatina provoque un incremento en la retención de fluidos y en el agua corporal total, la creatina podría proporcionar beneficios en la regulación térmica durante el ejercicio en el calor.

Ha sido bien establecido que la regulación de la temperatura y el rendimiento del ejercicio en el calor son críticamente dependientes del estado de hidratación del cuerpo. Los índices fisiológicos asociados con la hipohidratación han sido extensamente documentados e incluyen una caída en la tasa de sudoración (13, 14) incrementos en la temperatura central y la frecuencia cardiaca (13, 15, 16), y una caída global del rendimiento (16).

El propósito del presente estudio fue evaluar los cambios en el agua corporal en relación a las ganancias en peso corporal, después de la suplementación con creatina y concurrentemente determinar como esto puede beneficiar la capacidad de regulación térmica durante el ejercicio en el calor. Fue hipotetizado que la suplementación con creatina podría tener por resultado un incremento en el agua corporal total y esto podría proporcionar algún beneficio en la regulación térmica durante el ejercicio.

MÉTODOS

Veinte hombres saludables quienes no se habían suplementado con creatina dentro de los seis meses previos a la recolección de los datos participaron voluntariamente de este estudio. Los individuos tenían entre 18 y 40 años de edad, y no tenían conocimiento de sufrir enfermedades cardiovasculares como se determinó a través de un cuestionario PAR-Q. Las medias ± DS de la edad, talla, peso, y VO_2 máx. fueron 22.3 ± 3.6 años, 176.4 ± 5.4 cm, 75.2 ± 8.1 kg, y 52.1 ± 10.5 ml/kg/min, respectivamente. Todos los sujetos fueron de moderada a altamente activos; y participaban en ejercicios regulares (e.g., levantamiento de pesas, actividades aeróbicas), deportes recreativos o deportes competitivos. Los sujetos fueron completamente informados de los riesgos potenciales y beneficios, antes de la participación. Todos los sujetos firmaron un informe de consentimiento que fue aprobado por el Comité de la Universidad Estatal de San Diego para la Protección de Sujetos Humanos.

Diseño del Estudio

Antes de los dos días de evaluación que ocurrieron antes y después de la suplementación con creatina o placebo, los sujetos completaron un registro del régimen de alimentación y actividad física de tres días y se les pidió que beban 690 mL de agua de 8 a 12 horas antes de presentarse en el laboratorio. En el día uno de evaluación, se tomaron mediciones de talla, peso, agua corporal total (impedancia bioeléctrica), composición corporal (hidrostática) y capacidad aeróbica (VO_2 máx.). En el día dos de la evaluación, se midieron el peso corporal, con el sujeto desnudo y el peso específico urinario antes de comenzar con la realización de una serie de 60 minutos de ejercicio al 60% del VO_2 máx. sobre un ciclo ergómetro en un ambiente caluroso (37 °C, 25% de humedad relativa, RH).

Después de la evaluación inicial, los sujetos fueron asignados aleatoriamente, mediante un diseño doble ciego, a un grupo suplementado con placebo o creatina. Se instruyó a todos los sujetos a mantener su nutrición y patrones de actividad corrientes y a evitar comenzar con un nuevo programa de ejercicios. Luego del periodo de 28 días de suplementación, los sujetos realizaron los dos días de evaluación de la misma manera a la evaluación pre-suplementación. Las evaluaciones ocurrieron a la misma hora del día en ambos tratamientos.

Protocolo de Suplementación

Los sujetos en el grupo creatina consumieron 4 dosis de creatina/día (5.25 g por dosis) durante 5 días (21 gramos de creatina y 136 g de carbohidratos/día). En los 23 días restantes, los sujetos consumieron 2 dosis de creatina/día (10 gramos de creatina y 68 gramos de carbohidratos/día) (Phosphagen HP, Experimental and Applied Sciences, Golden, CO). El grupo placebo recibió, en dosis iguales, la matriz Phosphagen HP menos la creatina (34 g de dosis de carbohidratos, savorizante artificial, colorante de comida).

Máximo Consumo de Oxígeno

Todos los sujetos completaron un ejercicio máximo incremental en un ciclo ergómetro frenado electrónicamente Lode Excalibur (Países Bajos) para determinar el VO_2 máx. Luego de 5 minutos de calentamiento con 50 watts de carga, la carga de trabajo fue incrementada en 50 watts cada 60 segundos hasta que el sujeto alcanzó el agotamiento. Una evaluación era considerada válida si eran encontrados al menos dos de los siguientes criterios: fatiga volitiva, frecuencia cardiaca en o cerca del máximo predecido para la edad, tasa de intercambio respiratorio (VCO_2 / VO_2) mayor que 1.0, o un cambio menor al 3% en el consumo de oxígeno, con un incremento en la carga de trabajo. Los gases expirados fueron recolectados en una bolsa de Douglas. La frecuencia cardiaca fue monitoreada con un monitor de frecuencia cardiaca Polar (Polar Electro, Inc. Finland). La frecuencia cardiaca máxima fue considerada como el valor más alto alcanzado. Los gases expirados fueron analizados para oxígeno y dióxido de carbono utilizando analizadores de gas Vacumed (Ventura, CA).

Agua corporal total y hematocrito

Los sujetos fueron pesados y la impedancia bioeléctrica (BIA) (RJL Systems Inc., Detroit, MI) fue usada para medir el agua corporal total. El agua corporal total fue medida antes de la suplementación y a intervalos semanales a lo largo del estudio y al final de periodo de suplementación. Para minimizar el error, se les pidió a los sujetos que se adhieran a la siguiente pauta de procedimientos antes de las evaluaciones: 1) abstenerse de comidas o bebidas dentro de las 4 horas de la medición; 2) evitar actividad física moderada o vigorosa, dentro de las 12 horas de la medición; 3) abstenerse del consumo de alcohol 48 previas a la medición; y 4) evitar el consumo de cualquier agente diurético (i.e., cafeína y medicaciones prescriptas como la furosemida/Lasix) antes de la medición. Todos los sujetos reportaron obediencia a estas pautas. En un estudio de 206 hombres, Kotler et al. reportaron un coeficiente de correlación de 0.91 y un error de estimación estándar (SEE) de 7.78% entre el BIA y una técnica de dilución isotópica de medición de agua corporal (17). La ecuación desarrollada por Kotler et al. fue usada para calcular el agua corporal total (17). El hematocrito fue determinado como el promedio de mediciones triplicadas realizadas al inicio y al final de las semanas 1, 2, 3 y 4 con un microcentrifugador Hemastat II (Separation Technology, Inc. Altamonte Springs, FL):

Composición Corporal

El peso corporal fue evaluado sobre una plataforma con escala Fairbanks-Morse con una precisión de ± 10 g. La masa magra y el porcentaje de grasa fueron evaluados a través del peso hidrostático usando una celda de carga computarizada. Cada sujeto realizó un mínimo de 3 ensayos dentro de ± 0.2 kg. Estos valores fueron promediados juntos para obtener el resultado final. El volumen residual fue medido a través de la técnica de dilución de oxígeno descripta por Wilmore et al. (18). La grasa corporal fue calculada por medio de la ecuación de Siri (19).

Peso Específico Urinario

En los momentos previos a presentarse al laboratorio para el segundo día de evaluación antes y después de la suplementación, los sujetos suministraron una muestra de orina. El peso específico fue medido usando un osmometro de presión de vapor (Wescor Model 5500, Logan UT) para asegurarse que los sujetos estuvieran adecuadamente hidratados antes de participar en la evaluación de ejercicio en el calor. Todos los sujetos se presentaron al laboratorio teniendo un peso específico urinario menor a 1.028, y por ello se consideró que estaban adecuadamente hidratados (20).

Evaluación de ejercicio en el calor

Antes y después de la suplementación, los sujetos pedalearon en un ciclo ergómetro por 60 minutos al 60% del VO_2 máx. dentro de una cámara ambiental. La bicicleta fue electrónicamente calibrada para mantener la carga de trabajo específica a lo largo de la evaluación sin tener en cuenta la cadencia de pedaleo. La temperatura y humedad fueron mantenidas a 37 °C y 25% RH, respectivamente, durante la evaluación. La frecuencia cardiaca y la temperatura central rectal fueron recolectadas cada 15 min durante la serie de ejercicio. La temperatura central fue evaluada con una sonda insertada YSI pasando 10 cm el esfínter anal. Inmediatamente después de la serie de ejercicio, los sujetos fueron nuevamente pesados para determinar la tasa de sudoración total. Durante el ejercicio, los sujetos no ingirieron fluidos, pero fueron apropiadamente rehidratados antes de irse del laboratorio.

Análisis Estadísticos

Los datos son presentados como medias ± DS. Fueron conducidos test-t independientes para establecer una comparación entre los grupos al comienzo del estudio sobre los parámetros descriptivos (i.e., edad, peso, talla, masa magra, porcentaje de grasa, y VO_2 máx.). Fue usado un análisis de varianza (ANOVA) para mediciones repetidas, de factor único 2 (grupo) X 5 (tiempo: minutos 0, 15, 30, 45, 60) para comparar las respuestas fisiológicas (frecuencia cardiaca y temperatura rectal) al ejercicio en el calor al comienzo del estudio.

Los datos también fueron analizados usando un análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas, de factor único 2 (grupo) X 2 (pre-suplementación vs. pos-suplemantación) para evaluar los efectos potenciales más importantes del grupo o

del tiempo y las interacciones grupo por tiempo para las variables medidas antes y después del período de suplementación. Para los propósitos de esta comparación se calculó una variable resumen, representativa de los cambios durante el tiempo de ejercicio (minuto 60-minuto 0) para la frecuencia cardiaca y la temperatura rectal.

Las relaciones entre las alteraciones en el peso corporal, masa magra, y las respuestas de la temperatura durante el ejercicio antes y después del periodo de tratamiento fueron exploradas a través de las correlaciones de Pearson Momento-Producto.

Todos los procedimientos estadísticos fueron realizados utilizando el Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), Versión 7.5 (Chicago IL). Un nivel de alfa de $p<0.05$ fue seleccionado como criterio de significancia.

RESULTADOS

Los veinte sujetos que participaron voluntariamente en el estudio completaron el protocolo de evaluación. Las características físicas, descriptas por grupo, son presentadas en la Tabla 1. No hubo diferencias significativas entre grupos en las medias para la edad (df =17, t =0.15, p =0.887), talla (df =17, t =1.06, p =2.60), peso (df =17, t =0.82, p =0.423), masa magra (df =17, t =1.20, p =0.246), porcentaje de grasa (df =17, t =-1.06, p =0.306), o capacidad aeróbica (df =17, t =-1.51, p =0.150). Durante todo el estudio, se les pidió a los sujetos que reportaran cualquier reacción adversa percibida que estuviera asociada a la suplementación. No fueron reportados tales acontecimientos. Sin embargo uno de los sujetos en el grupo creatina perdió peso (2 kg) durante el periodo de suplementación, mientras todos los otros sujetos lo ganaron. Esta pérdida de peso fue mucho mayor que 2 DS para la media en el cambio de peso; por ello, se determinó que los datos de este sujeto eran extremos y sus datos fueron excluidos del análisis.

Variable	Creatina Pre-supl.	Creatina Pos-supl.	Placebo Pos- supl.	Placebo Pos-supl.
Edad	22.4 ± 4.6		22.2±2.7	
Altura	177.8 ±5.1		175.2±5.6	
Peso	76.8±10.6	78.9±10.6*	73.8±5.1	74.8±5.3
Masa magra	68.6±9.3	70.8±9.3*	64.5±5.2	65.1±6.1*
Porcentaje graso	10.6±4.6	11.3±3.7	12.6±4.0	13.0±4.9
VO_2 máx (ml/kg/min)	48.4±7.9	47.6±9.7	55.4±11.7	51.8±13.6

Tabla 1. *Características de los sujetos y cambios en la composición corporal luego de 28 días de suplementación con creatina (n =9) o placebo (n =10). Los valores son medias ± DS. *p<0.05 comparado con la pre-suplemetación.*

Peso y Composición Corporal

Los análisis del cambio en el peso corporal revelaron una interacción significativa (df =1, F =5.28, p =0.034) entre grupos durante el período de suplementación, sugiriendo que el peso corporal se incrementó más, luego del uso de creatina que luego del consumo de placebo. Las respuestas individuales en el peso corporal al tratamiento con creatina o placebo están descriptas en la Figura 1. La masa magra se incrementó significativamente (df =1, F =7.99, p =0.012) durante los 28 días del tratamiento para ambos grupos (Tabla 1). El porcentaje de grasa fue similar entre grupos y no cambió durante el curso del estudio. Las ganancias en el peso y los cambios en la masa magra estuvieron positivamente correlacionados (r =0.851, p<0.001).

El peso corporal durante la serie de una hora de ejercicio en el calor cayó significativamente antes (Placebo: -1.62 ± 0.50 %; df =1, F =123, p<.001: Creatina –1.50 ± 0.55 %, df =1, F =91.08, p<.001) y después (Placebo: -1.61±0.50 %; df =1, F =94.92, p<.001: Creatina: -1.49±0.55 %; df =1, F =68.17, p<.001) del periodo de suplementación. No fueron detectadas diferencias entre grupos (df =1, F =0.368, p =0.552).

Agua Corporal y Hematocrito

No hubo diferencias significativas (df =17, t =0.715, p =0.484) en el agua corporal total (TBW) antes de la suplementación. Sin embargo, hubo una interacción significativa de grupo por tiempo durante el periodo de suplementación. La magnitud del cambio con 28 días de suplementación con creatina fue mayor que con el placebo (grupo X tiempo; df =1, F =4.45, p =0.050) (Figura 2). Además, los cambios globales en el agua corporal estuvieron relacionados al incremento en la masa corporal (n =19; r =0.596; p =0.007).

El hematocrito permaneció sin cambios durante el periodo de suplementación para los grupos creatina y placebo (Pre: 51.7 ± 2.6%; Post: 51.9 ± 2.6%). Sin embargo fue detectado un efecto mayor entre grupos (df =1, F =7.11, p= 0.016), lo que indicó que el hematocrito fue más alto en el grupo creatina que el grupo placebo.

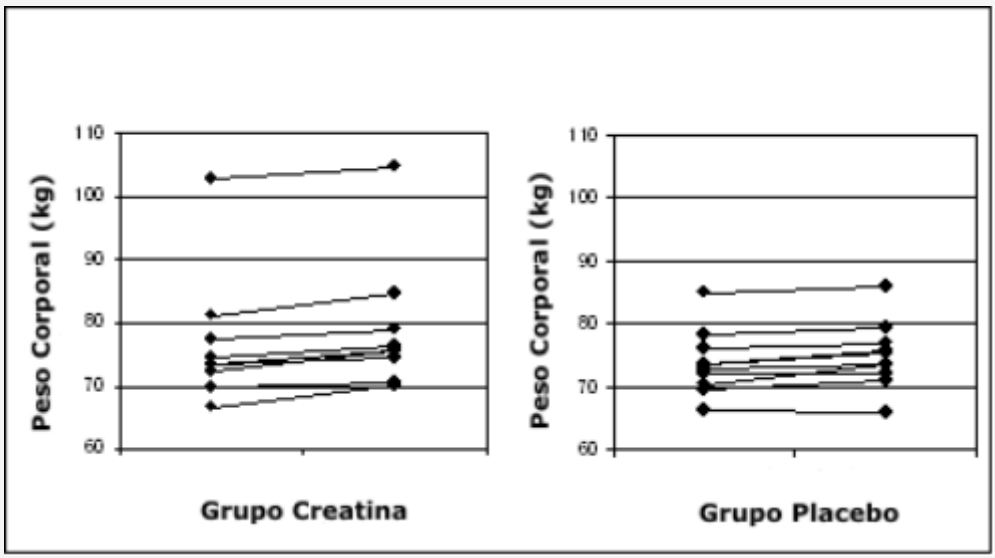

Figura 1. *Respuesta individual en el peso corporal luego de 28 días de suplementación con monohidrato de creatina o placebo.*

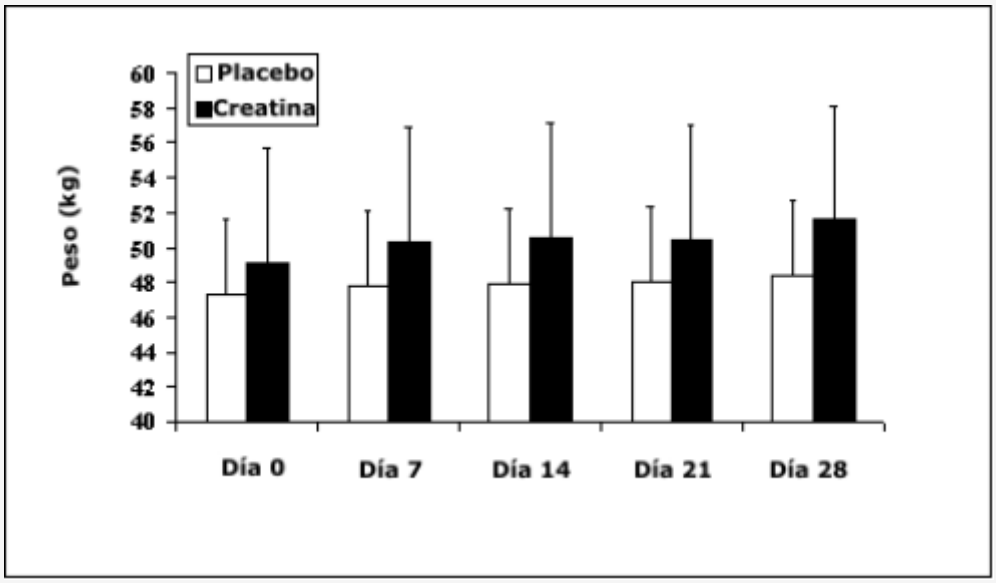

Figura 2. *Agua corporal total durante 28 días de suplementación con monohidrato de creatina o placebo. Una medición repetida de ANOVA reveló una interacción significativa de grupo X tiempo (p =0.050).*

Temperatura Central

Ambos grupos tenían respuestas similares en la temperatura central a 60 minutos de ejercicio durante el protocolo pre-suplementación (df =1, F =1.13. p =0.303). La temperatura rectal se incrementó significativamente durante el ejercicio en el calor para todos los sujetos. Sin embargo, fue detectada una interacción significativa en las diferencias de grupo por tiempo (df =1, F =6.375, p =0.022) (en las evaluaciones pre y pos-suplementación) en el incremento en la temperatura rectal durante el ejercicio (temperatura minuto 60-minuto 0) (Figura 4). Durante la evaluación pos-suplementación el grupo creatina elevó la temperatura promedio 0.37 °C menos que en la pre-suplementación y 0.20 °C menos que el incremento de la temperatura pos-suplementación durante el ejercicio para el grupo placebo.

Otros análisis de estos hallazgos revelaron una correlación significativamente positiva (r =0.569, p =0.001) entre la atenuación del incremento total de la temperatura central durante el ejercicio (pre-suplementación vs. pos-suplementación) y la ganancia global en el agua corporal durante el periodo de suplementación (semana 4 – semana 0) para todos los sujetos. La evaluación de esta relación separadamente en el grupo Cr sugirió una similar, pero aún no significativa correlación (n =9; r =0.652, p =0.057).

Frecuencia cardiaca

Las respuestas de la frecuencia cardiaca a 60 minutos de ejercicio en el calor fueron similares (df =17, t =1.67, p =0.113) entre los dos grupos. Adicionalmente, no hubo diferencias significativas en la respuesta de la frecuencia cardiaca al ejercicio comparando la pre y pos-suplementación para cada grupo (efecto tiempo, df =1, F =3.17, p = 0.093) o entre grupos (efecto grupo, df =1, F =0.16, p =0.161) (Figura 3).

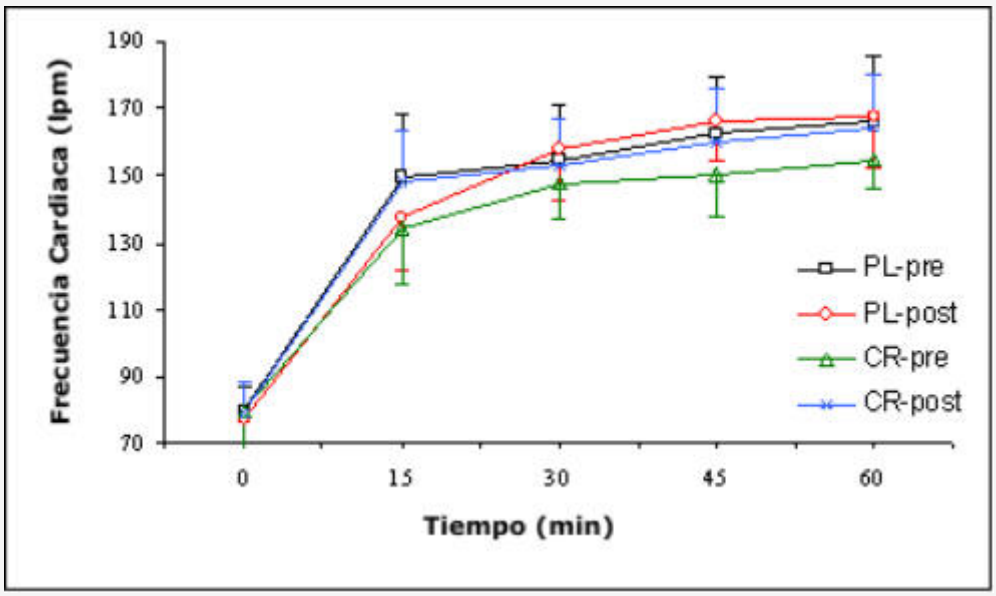

Figura 3. *Respuesta de la frecuencia cardiaca a 60 minutos de ejercicio en cicloergómetro antes y después de 28 días de suplementación con monohidrato de creatina o placebo. (PL =placebo; CR =creatina).*

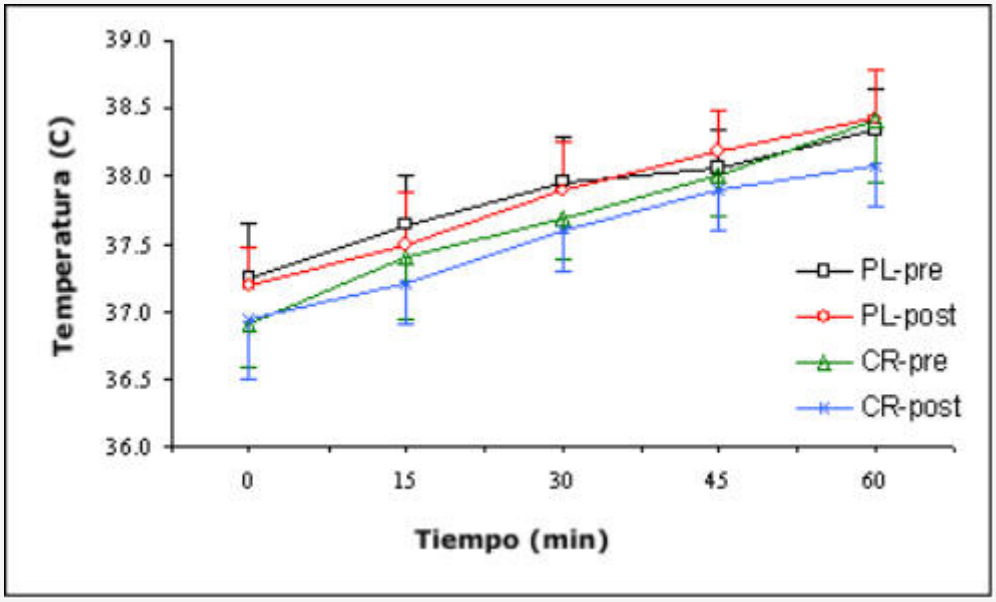

Figura 4. *Respuesta de la temperatura rectal a 60 minutos de ejercicio en ciclo ergómetro antes y después de 28 días de suplementación con monohidrato de creatina o placebo. (PL =placebo; CR =creatina).*

DISCUSIÓN

El peso corporal se incrementó para todos los sujetos en el grupo creatina [rango =(0.79 a 3.62) kg]. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas sugiriendo que la ganancia de peso producida por la suplementación con creatina tiene un rango de 0.9 a 1.7 kg (2, 3, 5, 7, 10). Como se anticipó, los incrementos en el peso excedieron a los incrementos observados en varios regímenes comunes de hiperhidratación. Por ejemplo, Greenleaf y Castle (6) hicieron que un grupo de sujetos ingieran 40 ml/kg de agua, una hora antes de realizar ejercicio. Este protocolo produjo un aumento en el peso de 1.45 kg. Adicionalmente individuos suplementados con glicerol han incrementado en promedio de 1.11 a 1.55 kg en el peso corporal (21, 22).

Los resultados obtenidos a través del peso hidrostático indican que la ganancia de peso es debida a un incremento en la masa magra. Tanto Earnest et al. (5) como Kreider et al. (23) reportaron hallazgos similares después de evaluar la composición corporal a través de peso hidrostático y DEXA, respectivamente. Earnest et al. (5) detectaron un incremento en el peso (+1.7 kg, $p<0.05$) y la masa magra (+1.5 kg, $p =0.054$) en sujetos entrenados en fuerza que recibieron 20 g de creatina cada día por un período de 28 días. Kreider et al. (23) reportaron hallazgos similares para la ganancia de peso (+2.2 kg, $p<0.001$) y la masa magra (+2.4 kg, $p<0.001$) en jugadores de fútbol americano que consumieron 15.75 g/día de creatina por 28 días durante el entrenamiento de fuerza/fútbol americano fuera de temporada.

Kreider y et al. (23) evaluaron el agua corporal total a través de impedancia bioeléctrica y fallaron en detectar un incremento “desproporcionado” en el contenido de agua corporal total, después de la suplementación con creatina. En la presente investigación, el agua corporal se incrementó en ambos grupos, exhibiendo el grupo creatina un mayor aumento. Hultman et al. (12) detectaron una caída (0.6 L) en el volumen urinario durante los primeros días de ingesta de creatina y explicaron el incremento en la masa corporal, como una atribución a la retención de agua. Además, los datos utilizando MBIA sugirieron un incremento en el volumen de líquido intracelular del músculo y elevaciones correspondientes en el agua corporal total y agua intracelular después de 3 días de suplementación (11). El aumento en el volumen fue atribuido a la retención de agua causada por la carga osmótica, como resultado de un incremento en la acumulación de creatina dentro de la célula. Adicionalmente otros investigadores han sugerido que la creatina aumenta los compartimentos de agua intracelular (24). Aunque nuestros resultados no revelaron la localización del incremento, los mismos coinciden con los estudios anteriormente mencionados que suministran evidencia acerca de que la creatina incrementa el agua corporal total e influencia el peso corporal global. Esto proporciona una explicación convincente de la capacidad de la suplementación con creatina para mejorar la respuesta termorregulatoria al ejercicio en el calor.

En investigaciones que detectaron elevaciones en el fluido corporal a través de la hiperhidratación con glicerol, el incremento usual en la frecuencia cardiaca durante el ejercicio en el calor, frecuentemente referido como “desplazamiento

cardiovascular" ha sido atenuado por un aumento del volumen de eyección, posibilitando mantener la frecuencia cardiaca (21). En el presente estudio, la frecuencia cardiaca durante el ejercicio en el calor bajo las mismas condiciones y carga de trabajo, aparentemente no pareció estar influenciada por la suplementación con creatina. Están garantizadas investigaciones futuras que midan las fluctuaciones globales del volumen plasmático y que utilicen tecnología para medir la compartimentalización de los fluidos, durante la suplementación con creatina.

Una clara atenuación en el incremento de la temperatura central fue detectada durante el ejercicio luego de la suplementación con creatina en comparación con el grupo placebo. La medición de la evaluación pos-suplementación reveló una ventaja de 0.20 °C versus al tratamiento placebo y 0.37 °C de ventaja por encima de su propia evaluación antes de la suplementación, para el incremento de la temperatura rectal durante 60 minutos de ejercicio en el calor. Del mismo modo, Greenleaf y Caslte (6) encontraron que un tratamiento de hiperhidratación tubo una ventaja de 0.25 °C sobre una ingesta normal de fluidos y una ventaja de 0.87 °C sobre condiciones de hipohidratación durante una serie de ejercicio de dos horas de duración en condiciones termo-neutras (23.6 °C, 50% de humedad relativa). Similarmente el glicerol indujo a una hiperhidratación conduciendo a una menor temperatura central (0.7-0.8°C) durante los 60 minutos finales de una serie de 90 minutos de ejercicio en el calor (21).

El concepto de calor específico de un individuo suministra una explicación razonable fpara la atenuación de la temperatura central observada en estos estudios previos así como en el presente estudio. Ya que se necesita la producción de 0.83 kcalorías /kg de masa corporal para incrementar la temperatura central 1°C, una expansión del agua corporal, resultando en un incremento en la masa corporal, podría llevar a una mayor distribución del calor dentro del cuerpo. Por ello el incremento de la temperatura global puede ser atenuado por un incremento del agua corporal.

Se detectó una correlación significativa entre la ganancia del agua corporal total y la atenuación del incremento de la temperatura central, para todos los sujetos combinados. Esta tendencia implica que a mayor capacidad para incrementar el agua corporal, mayor atenuación del incremento en la temperatura central. Nosotros esperábamos detectar esta relación separadamente para el grupo creatina; sin embargo, en el presente estudio sentimos que no teníamos un poder suficiente para realizar eso, debido al bajo número de sujetos. El tamaño de la muestra fue moldeado después del estudio de Lyons et al. (21) con solo 6 sujetos; sin embargo, este tipo de relación no fue explorada en esa investigación. Nosotros creímos que incrementando el número de sujetos en cada grupo podríamos descubrir una relación estadísticamente significativa.

CONCLUSIÓN

El propósito de este estudio fue doble: 1) evaluar los cambios en el peso corporal total y agua corporal en respuesta a la suplementación con monohidrato de creatina, y 2) si la hipótesis del incremento ocurría, determinar si este fue suficiente para alterar la regulación térmica medida a través de la temperatura rectal durante 60 minutos de pedaleo a 37 °C. Los resultados de este estudio indicaron que la suplementación con creatina elevó la masa corporal. Este aumento puede reflejar parcialmente cambios en los almacenamientos de agua corporal y pueden ser suficientes para mejorar la regulación térmica durante el ejercicio en el calor, como se evidenció por un atenuado incremento en la temperatura rectal durante un periodo de 60 minutos de ejercicio pos-suplementación. Además, en medio de reportes anecdóticos acerca de que la creatina causa deshidratación, calambres musculares, y agotamiento por calor, los sujetos en este estudio no reportaron efectos adversos de la suplementación con creatina. De hecho la frecuencia cardiaca, hematocrito, pérdida de agua corporal, e incremento de la temperatura, claramente no fueron afectadas en forma adversa por la suplementación con creatina, como pudo ser esperado si estos reportes testimoniales fueran verdaderos. Este estudio suministra otro apoyo a la declaración de consenso del American Collage of Sport Medicine (Colegio Americano de Medicina del Deporte) (ACSM) acerca de la inexistencia de evidencia directa que atribuya a la suplementación con creatina la responsabilidad de estos disturbios (25).

Agradecimientos: Este estudio fue financiado en parte por Experimental and Applied Sciences, Golden, CO y la Fundación de la Universidad Estatal de San Diego. Quisiéramos expresar nuestro aprecio a la Dr. Patricia Patterson por su apoyo, en los análisis estadísticos y por todo lo demás, a lo largo del curso de este proyecto. Se extienden agradecimientos adicionales a Wendy Glover, Tisha Long, Cherilyn Hultquist, y Cindy King por asistir en la recolección de los datos.

El Dr. Mathew Vucovich fue empleado al momento de la investigación por Experimental and Applied Sciences. Los datos y resultados presentados aquí son completamente independientes de cualquier afiliación o influencia de la Experimental and Applied Sciences, el Dr. Vukovich o cualquier otro representante de la Experimental and Applied Sciences.

REFERENCIAS

1. Chanutin, A., and L.P. Guy (1926). The fate of creatine when administered to man. *J Biol Chem; 67: 29-41*
2. Balsom, P.D., B. Ekblom, K. Soderlund, B. Sjodin, and E. Hultman (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand J Med Sci Sport; 3: 143-149*
3. Balsom, P.D., S.D.R. Harridge, K. Soderlund, B. Sjodin, and B. Ekblom (1993). Creatine supplementation per se does not enhance endurance exercise performance. *Acta Physiol Scand; 149: 521-523*
4. Balsom, P.D., K. Soderlund, and B. Ekblom (1994). Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Med; 18(4): 268-280*
5. Earnest, C.P., P.G. Snell, R. Rodriguez, A.L. Almada, and T.L. Mitchell (1995). The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength, and body composition. *Acta Physiol Scand; 153: 207-209*
6. Greenleaf, J.E., and B.L. Castle (1971). Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J Appl Physiol; 30(6): 847-853*
7. Mujika, I., J.C. Chatard, L. Lacoste, F. Barale, and A. Geyssant (1996). Creatine supplementation does not improve sprint performance in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc; 28(11): 1435-1441*
8. Soderlund, K., P.D. Balsom, and B. Ekblom (1994). Creatine supplementation and high-intensity exercise: influence on performance and muscle metabolism. *Clin Sci; 87 (suppl): 120-121*
9. Stroud, M.A., D. Holliman, D. Bell, A.L. Green, I.A. MacDonald, and P.L. Greenhaff (1994). Effect of oral creatine supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental treadmill exercise and recovery in man. *Clin Sci; 87: 707-710*
10. Volek, J.S., W.J. Kraemer, J.A. Bush, M. Boetes, T. Incledon, K.L. Clark, et. al (1997). Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. *J Amer Diet Assoc; 97(7): 765-770*
11. Ziegenfuss, T.N., L.M. Lowery, and P.W. Lemon (1998). Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *JEPonline; 1(3), (www.css.edu/asep)*
12. Hultman, E., K. Soderlund, J.A. Timmons, G. Cederblad, and P.L. Greenhaff (1996). Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol; 81(1): 232-237*
13. Sawka, M.N (1992). Physiological consequences of hypohydration: exercise performance and thermoregulation. *Med Sci Sports Exerc; 24(6): 657-670*
14. Sawka, M.N., M.M. Toner, R.P. Francesconi, and K.B. Pandolf (1983). Hypohydration and exercise: effects of heat acclimation, gender, and environment. *J Appl Physiol: Resp Env Exerc Physiol; 55: 1147-1153*
15. Grucza, R., M. Szczypaczewska, and S. Kozlowski (1987). Thermoregulation in hyperhydrated men during physical exercise. *Eur J Appl Physiol; 56: 603-607*
16. Nadel, E.R., S.M. Fortney, and C.B. Wagner (1980). Effect of hydration state on circulatory and thermal regulations. *J Appl Physiol: Resp Env Exerc Physiol; 49(4): 715-721*
17. Kotler, D.P., S. Burastero, J. Wang, and R.N. Pierson (1996). Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr; 64: 489S-497S*
18. Wilmore, J.H., P.A. Vodak, R.B. Parr, R.N. Girandola, and J.E. Billing (1980). Further simplification of a method for determination of residual lung volume. *Med Sci Sports Exerc; 12(3): 216-218*
19. Siri WE (1961). Body composition from fluid spaces and density analysis of methods. *In J. Brozeck, and A. Henschel (Eds.). Techniques for Measuring Body Composition, pp., 223-244*
20. Buono M.J., J.H. Heaney, and K.M. Canine (1998). Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. *Am J Physiol; 274(5 Pt 2): R1295-R1299*
21. Lyons, T.P., M.L. Riedesel, L.E. Meuli, and T.W. Chick (1990). Effects of glycerol-induced hyperhydration prior to exercise in the heat on sweating and core temperature. *Med Sci Sports Exerc; 22(4):477-483*
22. Monter, P., T. Chick, M. Riedesel, M. Timms, D. Stark, and G. Murata (1995). Glycerol hyperhydration and endurance exercise. *Med Sci Sports Exerc; 24(5 Suppl.): S157*
23. Kreider, R.B., M. Ferreira, P. Wilson, S. Grindstaff, J. Plisk, E. Reinardy, et al (1998). Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc; 30(1): 73-82*
24. Fitch, C.D., R.P. Shields, W.F. Payne, and J.M. Dacus (1968). Creatine metabolism in skeletal muscle. *J Biol Chem; 243(8): 2024-2027*
25. Terjung, R.L., Clarkson, P., Eichner, E.R., Greenhaff, P.L., Hespel, P.J., Israel, R.G., et al (2000). The American College of Sports Medicine Roundtable on the physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc; 32(2): 706-617*

Cita Original

Mark Kern, Laura Jean Podewils, Matthew Vukovich, and Michael J. Buono. Physiological Response to Exercise in the Heat following Creatine Supplementation. JEPonline; 2001; 4(2): 18-27.