Monograph

Suplementación con Creatina durante el Entrenamiento de Sobrecarga en Jugadores de Fútbol Americano Universitarios

Debra A Bemben[1], Michael G Bemben[1], Allen W Knehans[1] y Darren D Floftiss[1]

[1]*Neuromuscular Research Lab, Departmen of Health & Sport Sciences, University of Oklahoma, Norman, OK; and Nutricional Sciences, University of Oklahoma Health Sciences Center, Okahoma City, OK.*

RESUMEN

Propósito: En esta investigación se valoraron los efectos de un régimen de suplementación con monohidrato de creatina (Cr × H_2O) de 9 semanas de duración conjuntamente con el entrenamiento de sobrecarga sobre la composición corporal y el rendimiento neuromuscular en jugadores de fútbol americano de la División I de la NCAA. **Métodos**: Utilizando un diseño doble ciego, veinticinco sujetos fueron asignados aleatoriamente a tres grupos, grupo tratamiento (Cr, n=9), grupo placebo (P, n=8) y grupo control (C, n=8). El grupo Cr recibió 20 g/día de creatina en los primeros 5 días con dosis de 5 g ingeridas cuatro veces por día, luego de lo cual ingirió 5 g/día por el resto del estudio. Cada dosis de 5 g se mezcló con 500 mL de solución de glucosa (Gatorade®). El grupo P recibió placebo (fosfato de sodio monohidratado; NaH_2PO_4 × H_2O) siguiendo exactamente el mismo protocolo que el grupo Cr. Al grupo C no se le administró suplementación alguna. Todos los sujetos realizaron entrenamientos de sobrecarga 4 días a la semana. Las mediciones del rendimiento neuromuscular y de la composición corporal se realizaron pre y post entrenamiento luego de la suplementación monitoreando las ingestas diarias. **Resultados**: el análisis de varianza ANOVA para mediciones repetidas indicó que hubieron diferencias significativas entre el grupo Cr y los otros dos grupos (P y C) respecto del peso corporal total, la masa magra corporal, la hidratación celular, la fuerza, el torque pico a 300º/s durante la flexión de rodillas, el porcentaje de reducción en el torque pico, y en la capacidad y potencia anaeróbica. Sin embargo, el porcentaje de grasa corporal, el torque pico durante la flexión y la extensión de rodillas a 60 y 180º/s, el torque pico a 300º/s durante la extensión de rodillas, la fuerza muscular global (cargadas de potencia), y el fluido extracelular se mantuvieron estadísticamente sin cambios en todos los grupos. **Conclusiones**: Nuestros hallazgos indican que la creatina, consumida concurrentemente con la realización de entrenamientos de sobrecarga y entrenamientos anaeróbicos, puede afectar positivamente el nivel de hidratación celular e incrementar el rendimiento en mayor proporción que lo observado solo con el entrenamiento

Palabras Clave: suplementación, rendimiento muscular, ayudas ergogénicas, hidratación celular

INTRODUCCION

En el deporte competitivo, las técnicas utilizadas para incrementar el rendimiento están siendo continuamente evaluadas e investigadas en búsqueda el método óptimo de entrenamiento. Con la incrementada conciencia respecto de los métodos inseguros e ilegales, tal como el uso de anabólicos esteroides, los atletas se están volcando hacia la suplementación nutricional en un intento de incrementar o maximizar sus capacidades de rendimiento. La suplementación con creatina (Cr × H_2O) es una forma de ayuda ergogénica que ha ganado popularidad como suplemento en los programas para el entrenamiento de sobrecarga.

La creatina es un derivado de aminoácidos [ácido (α– metilguanido) acético] que en el cuerpo humano se produce naturalmente en pequeñas cantidades. Aproximadamente el 2% de la Cr total se sintetiza en el hígado, el páncreas y los riñones y aproximadamente el 60% de la Cr que se halla en el cuerpo se encuentra en la forma de fosfato de creainta (CP) (17). Hallada principalmente en los músculos esqueléticos, la creatina en sus formas libre (Cr) y fosforilada (CP) desempeña un rol crucial en el metabolismo energético de los músculos esqueléticos. La premisa teórica detrás de la suplementación con creatina es triple. En primer lugar, el incremento en las reservas intramusculares de Cr podría ayudar a mantener los índices intracelulares de ATP/ADP (5, 19). Esto se lleva a cabo por la reacción de la creatina quinasa ($CP + ADP + H^+ \leftrightarrow ATP + Cr$) mediante la cual el ADP es refosforilado a ATP (18, 34). En segundo lugar, la CP también actúa para amortiguar los protones acumulados (H^+), lo cual a su vez podría potenciar la continuación de ejercicios máximos (18). Por último, la Cr podría facilitar la translocación de energía desde la mitocondria hasta los diferentes sitios de utilización de ATP por un proceso denominado sistema translocador de fosfato de creatina (18, 34). Parece razonable sugerir que la atenuación de la degradación del ATP mediante la fosforilación del ADP podría permitir que un individuo mantenga la producción de fuerza por un tiempo mayor para una tarea dada durante el entrenamiento, resultando en una mayor sobrecarga del sistema musculoesquelético, y de esta manera maximizando la función adaptativa de los músculos esqueléticos (7).

Numerosos estudios han examinado los efectos de la suplementación con Cr y han demostrado que esta incrementa el rendimiento (4, 7, 12, 14, 15, 21, 23-25. 27) aunque otros no han mostrado efectos significativos de la suplementación sobre el rendimiento (23, 21). Parece razonable esperar que los jugadores de fútbol americano se beneficien de la suplementación con Cr debido a que la mayoría de sus actividades en el campo de juego implican movimientos explosivos, potentes y anaeróbicos que requieren de la libración inmediata de la energía provista por el ATP y de la rápida resíntesis del ATP desde ADP y CP. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue valorar los efectos de un régimen de suplementación con monohidrato de creatina de 9 semanas de duración conjuntamente con la realización de un programa de entrenamiento anaeróbico de sobrecarga y de acondicionamiento sobre la composición corporal y el rendimiento neuromuscular en jugadores de fútbol americano de la División casacas rojas I de la NCAA.

METODOS

Sujetos

Veinticinco jugadores de fútbol pertenecientes a la División casacas rojas I de la NCAA de entre 18-22 años de edad, de la Universidad de Oklahoma (OU) fueron voluntarios para participar en el estudio. La utilización del término “casacas rojas” en este estudio en particular indica que estos sujetos son verdaderos ingresantes a los que se les permitió entrenar y practicar con el equipo, pero no se les permitió competir en los juegos de la temporada regular. Antes de permitir su participación en el estudio, se les preguntó a los sujetos acerca de la utilización previa y/o actual de ayudas ergogénicas. Todos los participantes también estuvieron sujetos a la realización de test aleatorios para la determinación del consumo de drogas durante el período del estudio tanto por la Universidad de Oklahoma como por la NCAA. La aprobación para la utilización de sujetos humanos fue proporcionada por el Comité de Revisión Institucional para la Utilización de Sujetos Humanos, y además antes del período previo a las evaluaciones se obtuvo el consentimiento por escrito de todos los sujetos.

Suplementación con Creatina

El diseño de este estudio fue doble ciego, aleatorio, controlado con placebo, en el cual los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes tres grupos: tratamiento (Cr, n= 9; edad promedio= 19.4±0.1 años; talla media= 179.9±3.3 cm; peso medio= 89.2±6.6 kg), grupo placebo (P, n= 8, edad promedio= 19.3±0.5 años, talla media= 184.1±2.0 cm, peso medio= 91.3±4.4 kg) y grupo control (C, n= 8; edad promedio= 19.0±0.3 años; talla media= 187.9± 2.7 cm; peso medio= 95.7±7.3 kg). El grupo tratamiento (Cr) recibió 5 g de creatina en forma de monohidrato de creatina cuatro veces por día, separadas por 3-4 horas (20 g/día) durante los primeros cinco días del estudio y 5 g un vez al día (dosis de mantenimiento) por el resto del estudio. No se reportaron efectos secundarios con la suplementación con creatina debido a su bajo peso molecular (149.15) lo que permite la eliminación segura y poco exigente de los riñones mediante el proceso de difusión sin gasto energético (10, 20, 23, 25, 26). El grupo de sujetos asignados aleatoriamente al grupo placebo recibió 500 mL de placebo en forma de solución de glucosa (Gatorade®) a la cual se le agregó fosfato de sodio que tiene una apariencia similar al suplemento administrado al grupo tratamiento y fue consumida dentro del primer minuto luego del mezclado. El grupo control no recibió ningún tipo de suplemento.

Programa de Entrenamiento de la Pretemporada

Todos los sujetos realizaron un programa progresivo de entrenamiento de la fuerza y un régimen de acondicionamiento metabólico durante las 9 semanas que duró el estudio. Este programa de entrenamiento de pretemporada fue diseñado utilizando una rutina partida de 4 días a la semana y fue desarrollado específicamente por el programa de fútbol americano. No solo los sujetos que participaron en este estudio sino todos los miembros del equipo de fútbol americano entrenaron con este mismo programa. El programa de entrenamiento de sobrecarga fue diseñado utilizando el concepto de periodización y se concentró principalmente en el desarrollo de la fuerza, la potencia y en el incremento de la masa magra corporal. En cualquiera de los días, las sesiones consistieron de aproximadamente 10 levantamientos con el tren inferior o con el tren superior, entre los cuales se incluyeron ejercicios multiarticulares para grandes grupos musculares tales como prensa de piernas, press de banca y cargadas de potencia, y también se realizaron ejercicios monoarticulares suplementarios tales como curl de bíceps, flexiones de rodilla y extensiones de rodillas.

Específicamente, los días 1 (lunes) y 2 (martes) de una semana dada estaban destinados al desarrollo de la fuerza, mientras que los días 3 (jueves) y 4 (viernes) estaban destinados al desarrollo de la potencia. Los miércoles eran los días de descanso. En el día 1 se incorporaron los levantamientos para el tren inferior (sentadillas, cargadas de potencia, extensiones y flexiones de rodillas, peso muerto, etc.) y para la espalda (dominadas, tirones en polea, remo a un brazo con mancuerna, etc.), mientras que en el día 2 se llevaban a cabo los ejercicios para el tren superior (press de banca, press de banca inclinado, segundo tiempo, remo de pie, vuelos, arrancadas de potencia, etc.). En ambos días se utilizaron tres a cinco series de 8-12 repeticiones con cargas del 75-105% de 1RM. En los días 3 y 4 se ejercitaban los mismos grupos musculares utilizando los mismos ejercicios pero el acento estaba puesto en el desarrollo de la potencia por lo cual se utilizaron tres a cinco series de dos a cuatro repeticiones con cargas del 65-95% de 1RM. Cada sesión de ejercicio duraba aproximadamente 75 min. El programa de acondicionamiento metabólico implicó la realización de entrenamientos fraccionados de aproximadamente 45 min de duración utilizando distancias medias, sprints de 400 metros, y entrenamientos tipo Fartlek los lunes y jueves y entrenamientos pliométricos y de agilidad los jueves y viernes. Se requirió que los sujetos asistieran a todas las sesiones de entrenamiento con pesas para permanecer dentro de la muestra. El cumplimiento con el entrenamiento fue monitoreado diariamente por el equipo de entrenadores y de investigadores, y aquellos individuos que faltaran a más de tres sesiones durante el curso del estudio fueron eliminados de la muestra.

Programa de Evaluaciones

El estudio comenzó cunado los sujetos se presentaron en el laboratorio luego de haberse abstenido de realizar ejercicios vigorosos en las últimas 48 hs y luego de haber ayunado por al menos 5 hors. En ese momento los sujetos procedieron a ser evaluados en todos los parámetros fisiológicos durante los siguientes 5 días. Las mediciones realizadas durante este período fueron utilizadas como los valores iniciales para ser comparados con la subsiguiente visita final 9 meses después.

Registros Dietarios

La ingesta diaria de los sujetos durante el período de 9 semanas de tratamiento fue estimada utilizando los registros dietarios del día anterior a cada período de recolección de datos. Los registros de los alimentos fueron analizados para determinar el contenido de nutrientes y minerales utilizando el programa Nutritionist IV®. El consumo dietario para el período de suplementación fue también monitoreado por un nutricionista registrado que supervisó el menú diario del establecimiento atlético universitario, y cualquier desviación dietaria significativa de cualquiera de los sujetos durante el curso del estudio fue documentada.

Fuerza Neuromuscular

Esta porción de la evaluación fue llevada a cabo en el Complejo de Entrenamiento de Fuerza y Acondicionamiento de la Universidad de Oklahoma bajo la directa supervisión del investigador principal y del staff de entrenadores de la OU. Los

sujetos fueron evaluados para determinar la fuerza en una repetición máxima (1RM) en los ejercicios de press de banca, sentadilla y cargadas de potencia para valorar la fuerza absoluta del tren superior e inferior y la fuerza muscular global, respectivamente. La 1RM en cada ejercicio fue alcanzada dentro de cinco intentos, luego de una breve entrada en calor en la cual se realizaron de cinco a ocho repeticiones con cargas de aproximadamente el 50% de la 1RM estimada. Durante el proceso de determinación de 1RM, cada intento estuvo separado por un período de recuperación de 5 minutos. Todas las evaluaciones de la fuerza siguieron la misma progresión (press de banca, sentadillas, cargada de potencia) tanto en la sesión pre entrenamiento como post entrenamiento, y cada test estuvo separado por un período de recuperación de al menos 10 minutos. Todos los levantamientos se realizaron siguiendo un procedimiento estandarizado que utilizó cada atleta, los cuales fueron monitoreados por el staff de entrenadores.

Potencia y Capacidad Anaeróbica

Los tests para determinar la capacidad anaeróbica proveen información acerca de la capacidad de los sistemas del ATP-PC y glucolítico para resintetizar el ATP.

Grupo	BW^{T,I} (kg)	LBM^{T,I} (kg)	CLBM^{T,I} (kg)	%Grasa	%CGrasa	ICD^{T,I} (L)	ECF (L)	TBW^{T,I} (L)
Creatina								
Pre	89. 2 ± 6.6	77.1 ± 4.2	81.1 ± 5.5	12.6 ± 1.9	11.6 ± 2.1	36.7 ±3.1	23.5 ± 1.8	60.2 ± 4.5
Post	92.3 ± 7.2	80.0 ± 5.0	84.8 ± 6.0	12.2 ± 1.6	11.4 ± 2.5	40.0 ± 3.1	23.5 ± 1.9	63.4 ± 4.7
% Δ	+ 3.5	+ 3.8	+ 4.6	- 3.2	- 1.7	+ 9.0	NC	+ 5.3
Placebo								
Pre	91.3 ± 4.4	78.2 ± 2.2	77.5 ± 2.1	13.9 ± 2.5	14.4 ± 2.7	33.4 ± 1.9	21.8 ± 0.6	56.6 ± 1.5
Post	91.9 ± 42	78.0 ± 2.2	77.0 ± 2.5	14.9 ± 2.5	15.6 ± 2.5	33.1 ± 1.6	21.9 ± 0.8	56.1 ± 1.6
% Δ	NC	NC	NC	+ 7.2	+ 3.8	NC	NC	NC
Control								
Pre	995.7 ± 7.3	77.9 ± 2.5	76.1 ± 3.2	13.3 ± 3.1	9.3 ± 2.5	33.0 ± 2.1	23.8 ± 2.3	57.2 ± 3.7
Post	95.9 ± 6.7	78.6 ± 2.3	76.7 ± 3.6	13.2 ± 2.4	9.2 ± 2.4	33.4 ± 2.2	23.9 ± 2.2	57.3 ± 3.2
% Δ	NC	NC	NC	- 1.1	- 1.1	+ 1.2	NC	NC

Tabla 1. *Efectos de la suplementación con Cr sobre el entrenamiento anaeróbico y la composición corporal. BW, peso corporal; LBM, masa magra corporal; CLBM, LBM corregida; %Grasa, porcentaje de grasa; %CGrasa, porcentaje de grasa corregido; ICF, fluido intracelular, ECF, fluido extracelular; TBW, agua corporal total.* ^{T} *efecto significativo de la prueba (p<0.05),* ^{I} *interacción significativa grupo por prueba (p<0.05). NC, sin cambios (menos del ± 1% de cambio).*

El test anaeróbico de Wingate en cicloergómetro requirió que los sujetos pedalearan lo más rápido posible contra una resistencia igual a 0.075 kg × kg de peso corporal durante 30 s (3). El pico de revoluciones del pedal en cualquier intervalo de 5 segundos fue utilizado para calcular el pico de potencia, mientras que el número total de revoluciones producidas durante los 30 s fue utilizado para calcular la capacidad anaeróbica.

Torque Isocinético Pico

La fuerza isocinética (torque pico) fue determinada para los grupos musculares del cuadriceps y de los isquiotibiales de la pierna derecha a velocidades de 60º, 180º y 360º/s con la ayuda de un Dinamómetro Isocinético Cybex II® (Medway, MA). Además, se valoró el porcentaje de reducción en el torque para el grupo muscular del cuadriceps de la pierna derecha utilizando el test de fatiga estandarizado de Thorstersson y Karlsson (32), el cual consiste en 500 extensiones máximas consecutivas de rodilla a una velocidad de 180º/s.

Composición Corporal

La composición corporal fue valorada para documentar cambios en la masa libre de grasa, en la masa grasa, en el agua corporal total y en el agua intracelular y extracelular que puedan ser atribuidos a la adición de la suplementación con creatina. La valoración de la composición corporal fue llevada a cabo utilizando el método hidodensitométrico antes y después del período de suplementación de 9 semanas. Todos los sujetos fueron pesados hidrostáticamente en horas de la mañana luego de que estos ayunaran durante la noche. Se le pidió a cada sujeto que realice una exhalación completa mientras era sumergido en agua estando este apoyado solo en el soporte de inmersión cuyo peso fue tomado en cuenta y registrado como “tara” antes del test. Se le proporcionó a los sujetos al menos seis pruebas para producir el mayor peso

subacuático posible, el cual fue registrado en libras y convertido a kilogramos para la posterior estimación de la densidad corporal. La capacidad vital pulmonar fue medida utilizando un espirómetro Single Breath Wedge (Vitalograph 122000, Hans Rudolph Inc., Kansas City, MO), y el volumen residual funcional pulmonar (RV) fue estimado multiplicando la capacidad vital por 0.24. Para cada sujeto se registró el mayor valor en tres pruebas separadas. Aunque es preferible la medición directa del volumen residual pulmonar, con la técnica de estimación previamente mencionada se ha documentado un error de solo 0.003 g/cm^3 (28). El porcentaje de grasa fue estimado utilizando la densidad corporal (29).

El agua corporal total, así como también el agua intra y extracelular, fueron valoradas utilizando Sistema de Análisis Espectral de Bioimpedancia Multifrecuencia (Xitron® Technologies, Inc., San Diego, CA) (1, 6, 22, 33, 37). Los sujetos fueron evaluados en horas de la mañana antes de consumir alimentos o realizar cualquier tipo de actividad física para eliminar factores tales como el estatus de hidratación que pudieran afectar las mediciones.

Análisis Estadísticos

Todos los datos se reportan como medias ± EE. Todos los análisis estadísticos fueron llevados a cabo utilizando el programa SPSS (v 9.0.1). La estadística descriptiva de las variables dependientes se llevó a cabo utilizando los procedimientos de medias del SPSS. Para comparar los valores del agua en las dos pruebas durante las sesiones pre evaluación y nuevamente durante las sesiones post evaluación se utilizó la prueba t para datos dependientes determinando de esta manera la confiabilidad diaria de este procedimiento. Luego de esto se utilizó el análisis de varianza ANOVA (grupo × prueba) para medidas repetidas para determinar si existían diferencias entre los grupos o entre las pruebas y la posible existencia de una interacción grupo por prueba en cada parámetro de interés. Se utilizó el procedimiento del estadístico t de Bonferroni para ajustar el nivel alfa global en base al número de múltiples comparaciones realizadas para minimizar la tasa de error Tipo I. La significancia estadística para todos los datos se estableció a $p \leq 0.05$.

RESULTADOS

Inicialmente, se reclutaron treinta sujetos para participar en el presente estudio, pero el desgaste debido a lesiones o la falta de cumplimiento con el entrenamiento o con los protocolos de evaluación resultó en la pérdida de cinco sujetos. La edad promedio de los participantes fue de 19.2±0.3 años, y no se hallaron diferencias significativas entre los tres grupos respecto de la talla de pie o el peso corporal al comienzo del estudio. Tampoco hubieron diferencias significativas entre los grupos respecto de la ingesta de nutrientes antes o después del entrenamiento. Las ingestas calóricas se incrementaron en los tres grupos luego de las 9 semanas de entrenamiento desde un promedio de 3044 Kcal a 4231 Kcal, pero los porcentajes de nutrientes atribuidos a carbohidratos, proteínas y grasas se mantuvieron constantes (45%, 15% y 36% respectivamente).

Composición Corporal

El análisis de varianza ANOVA para medidas repetidas no indicó efectos grupales significativos para cualquiera de los parámetros de interés, pero se halló un efecto significativo del grupo y una interacción grupo por prueba significativa respecto del peso corporal, la masa libre de grasa determinada por pesaje subacuático, la masa magra corregida por el agua corporal total, el fluido intracelular y el agua corporal total (Tabla 1).

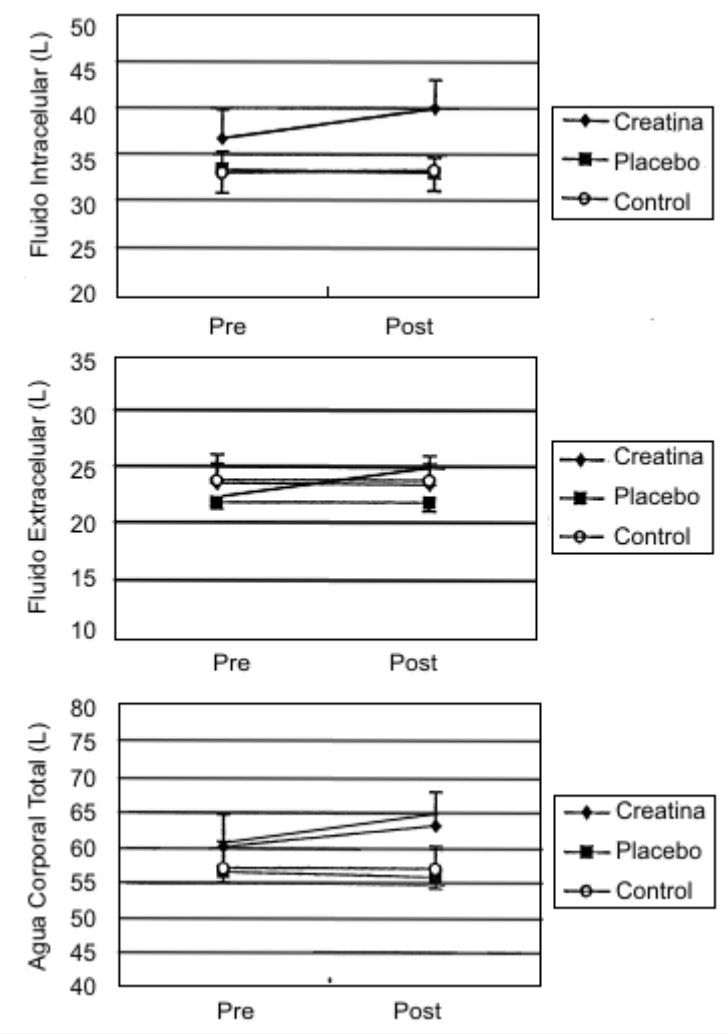

Figura 1. *Cambios en el agua corporal total medida por medio de espectorcopía bioeléctrica multifrecuencia (Xitron®) luego de las 9 semanas de intervención para los grupos tratamiento (Cr), placebo (P) y control (C). El panel superior representa los cambios en el fluido intracelular (L), el del medio los cambios en el fluido extracelular (L), y el inferior, los cambios en el agua corporal total.*

El peso corporal en kilogramos se incrementó en un promedio de 3.5% y la masa magra en un 3.8% (4.6% cuando la LBM se corrigió por el TBW) en el grupo Cr luego de la intervención, mientras que no hubo esencialmente cambios en las mismas tres variables tanto en el grupo P como en el grupo C. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas respecto de las mediciones del porcentaje de grasa corporal estimado a partir del pesaje subacuático o del porcentaje de grasa corregido por el TBW, observándose una pequeña reducción en la grasa en el grupo Cr (-3.2%) y un incremento en el grupo P (+7.2%), mientas que no se observaron cambios en el grupo C.

El TBW se incrementó en un 5.3% promedio en el grupo Cr no observándose cambios en los otros dos grupos (efecto significativo de la prueba e interacción grupo por prueba significativa), mientras que no se hallaron cambios en el EVF en ninguno de los tres grupos (Figura 1). Similarmente a los cambios en el TBW, se observó un efecto significativo de la prueba y una interacción grupo por prueba significativa respecto del ICF, con un incremento del 9% en el grupo Cr, sin cambios en el grupo P y un pequeño incremento del 1.2% en el grupo C.

Fuerza Muscular Dinámica y Potencia Anaeróbica

La Tabla 2 muestra los efectos de la suplementación con Cr y del protocolo de entrenamiento anaeróbico sobre la fuerza en los ejercicios de press de banca, cargadas de potencia y sentadillas, y sobre la capacidad anaeróbica y el porcentaje de reducción en la capacidad anaeróbica. No se hallaron diferencias significativas entre los grupos; sin embargo, se halló una interacción significativa grupo por prueba respecto de la fuerza en sentadillas, de la potencia anaeróbica y de la capacidad anaeróbica. En general, en el grupo Cr se observó un incremento de la fuerza en los tres ejercicios (press de banca, cargadas de potencia y sentadillas), con incrementos del 5.2%, 3.8% y 8.7% respectivamente. El grupo C esencialmente no

mostró cambios luego del entrenamiento en ninguno de los tres ejercicios, mientras que el grupo P mostró un pequeño incremento del 1.9% en el ejercicio de cargadas de potencia y del 5.1% en el ejercicio de sentadillas (Figura 2).

La potencia anaeróbica y la capacidad anaeróbica, ambas determinadas con el test de Wingate en cicloergómetro, mejoraron dramáticamente en el grupo Cr (19.6% y 18.4%, respectivamente), mientras que se observó poco o ningún cambio en los otros dos grupos al finalizar el programa de entrenamiento. Por último, el grupo Cr tuvo una mejora del 15.9% en el test isocinético de Thorstensson y Karlsson, el cual expresa la reducción en el torque que se produce luego de 50 extensiones máximas de rodilla a una velocidad de 180º/s, mientras que, al finalizar el programa de entrenamiento, los grupos P y C tuvieron mayores déficits de torque en este test, con valores de 7.1% y 11.0% respectivamente.

Rendimiento Muscular Isocinético

La Tabla 3 muestra los cambios en el torque pico para los grupos musculares del cuadriceps y de los isquiotibiales a velocidades lentas (60º/s), moderadas (180º/s) y rápidas (300º/s). No se halló un efecto significativo del grupo para ninguno de los grupos musculares ni para ninguna de las velocidades y tampoco se halló un efecto significativo de la prueba o una interacción significativa grupo por prueba para ninguno de los grupos musculares o para ninguna de las velocidades con la excepción del torque pico en los isquiotibiales a 300º/s. El grupo Cr tuvo un incremento promedio en el torque pico a 300º/s de 17.6%, mientras que el grupo P mostró una reducción promedio del 5.5% y el grupo C no exhibió cambio alguno.

DISCUSION

El propósito de este estudio fue valorar los efectos de 9 semanas de suplementación con monohidrato de creatina en concomitancia con un programa de entrenamiento anaeróbico en jugadores de fútbol pertenecientes a la División casacas rojas I de la NCAA. Esta población deportiva específica fue seleccionada debido al rol integral que desempeña la Cr para incrementar la capacidad del sistema del ATP-PC para proveer energía en contracciones musculares intensas necesarias en movimientos explosivos de corta duración tan comunes en el fútbol americano.

Nuestros datos indican que el grupo tratamiento (Cr) mostró incrementos significativos en el peso corporal y en la masa magra en comparación con los otros dos grupos, luego del entrenamiento, con pocos o ningún cambio en el porcentaje de grasa corporal. Estos hallazgos son consistentes con los registrados en muchos otros estudios (2, 4, 8, 12, 14, 20, 21, 30, 35, 36). Sin embargo, un aspecto único del presente estudio fue la capacidad para tratar de determinar y de definir el mecanismo responsable del incremento en la masa magra corporal a través de la medición del agua corporal.

Grupo	Press de Banca^{I} (kg)	Cargadas de Potencia (kg)	Sentadillas^{T,I} (kg)	Potencia Anaeróbica^{T,I} (W)	Capacidad Anaeróbica^{T,I} (W)	%Dec^{T,I} (N·m)
Creatina						
Pre	131.8 ± 9.6	110.1 ± 4.4	210.1 ± 11.0	1021.3 ± 75.6	727.6 ± 35.3	94.4 ± 4.1
Post	138.6 ± 10.5	114.3 ± 4.9	228.3 ± 12.1	1221.5 ± 52.2	861.6 ± 39.3	79.4 ± 7.3
% Δ	+ 5.2	+ 3.8	+ 8.7	+ 19.6	+ 18.4	- 15.9
Placebo						
Pre	132.1 ± 7.6	104.4 ± 3.4	190.1 ± 11.2	1135.7 ± 46.7	797.8 ± 33.3	80.2 ± 6.7
Post	132.4 ± 8.5	106.4 ± 3.4	199.7 ± 10.6	1152.4 ± 37.6	804.5 ± 36.0	85.4 ± 5.3
% Δ	NC	+ 1.9	+ 5.1	+ 1.5	NC	+ 7.1
Control						
Pre	126.7 ± 5.8	105.6 ± 4.6	202.8 ± 10.2	1160.4 ± 80.5	783.4 ± 34.8	80.9 ± 9.2
Post	125.3 ± 4.6	105.6 ± 4.5	204.0 ± 10.1	1168.1 ± 80.2	803.3 ± 29.4	89.8 ± 2.6
% Δ	- 1.1	NC	NC	NC	+ 2.5	+ 11.0

Tabla 2. *Efectos de la suplementación con Cr y del entrenamiento anaeróbico sobre la fuerza, la potencia anaeróbica, la capacidad anaeróbica y el porcentaje de reducción en la capacidad anaeróbica. .* ^{T} *efecto significativo de la prueba (p<0.05),* ^{I} *interacción significativa grupo por prueba (p<0.05). NC, sin cambios (menos del ± 1% de cambio).*

El incremento en el peso corporal y en la masa magra hallado en este estudio puede ser explicado por la hipertrofia

muscular y por el incremento en el agua corporal total, compartimentalizada como fluido intracelular. Este incremento en el fluido intracelular, con poco o ningún cambio en el fluido extracelular es respaldado por los hallazgos de recientes estudios (20, 21, 24, 37). Se podría especular que la creatina arrastra el agua por ósmosis hacia el compartimento intracelular potenciando de esta manera la síntesis de proteínas y de glucógeno (16).

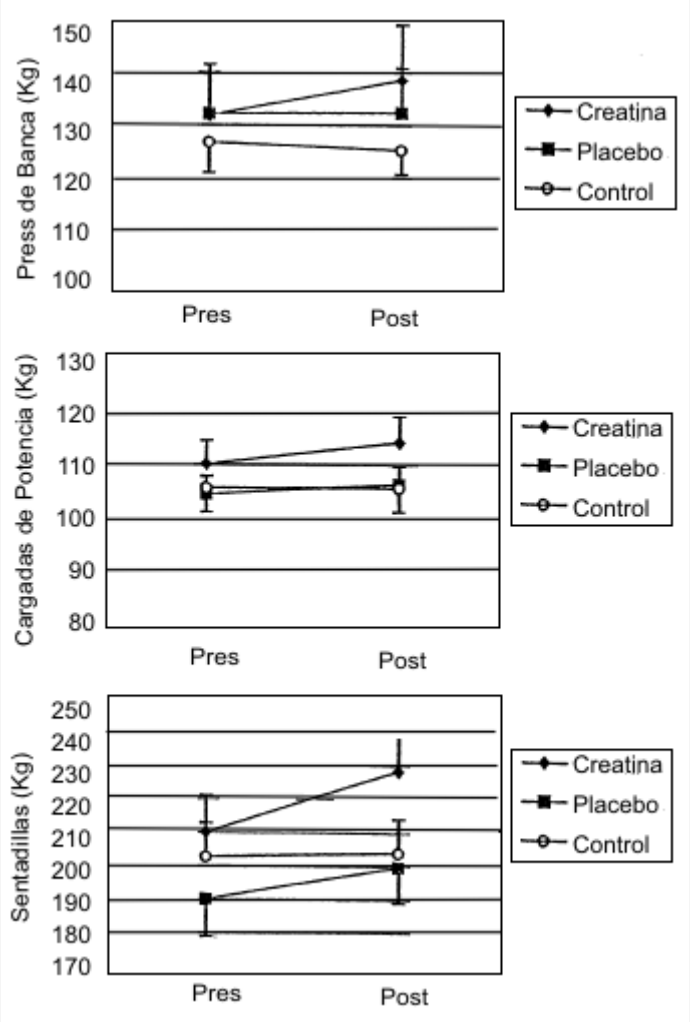

Figura 2. *Cambios en la fuerza y en la potencia medidos en los ejercicios de press de banca, cargadas de potencia y sentadillas luego de la intervención de 9 semanas para los grupos tratamiento (Cr), placebo (P) y control (C). El panel superior representa los cambios en la fuerza en el ejercicio de press de banca (kg), el panel central los cambios en el ejercicio de cargadas de potencia (kg) y el inferior los cambios en la fuerza en el ejercicio de sentadillas (kg)*

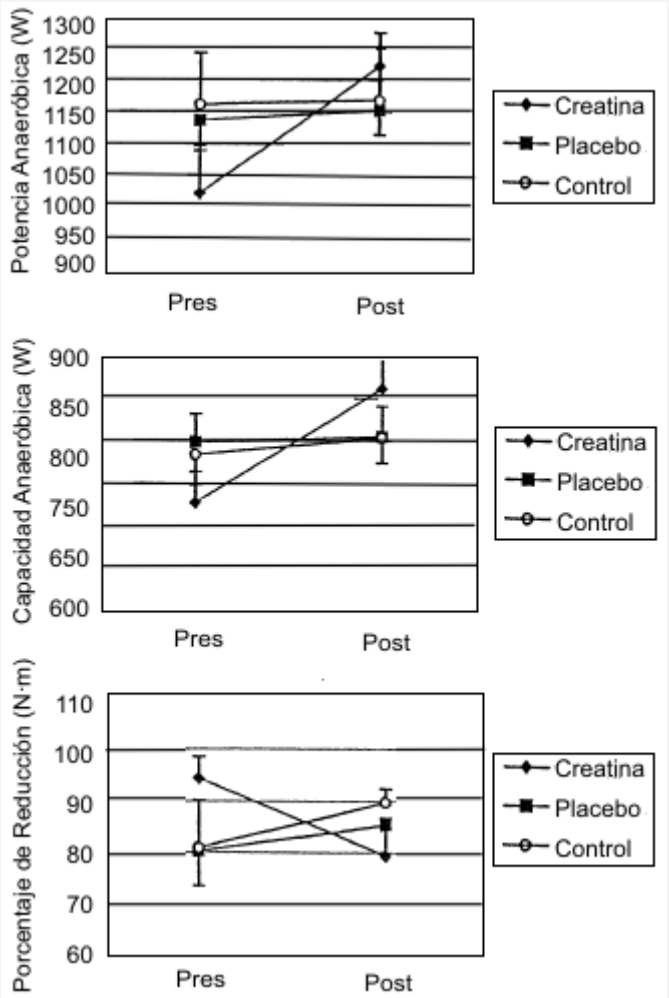

Figura 3. *Cambios en la la potencia y en la capacidad anaeróbica medidas con el test de Wingate en cicloergómetro y en el porcentaje de reducción medido con el dinamómetro isocinético Cybex® II luego de la intervención de 9 semanas para los grupos tratamiento (Cr), placebo (P) y control (C). El panel superior representa los cambios en la potencia anaeróbica (W), el panel central los cambios la capacidad anaeróbica (W) y el inferior los cambios en el porcentaje de reducción del torque (N•m)*

Grupo	Torque Pico Cuadricpes 60°/s	Torque Pico Cuadricpes 180°/s	Torque Pico Cuadricpes 300°/s	Torque Pico Isquiotib. 60°/s	Torque Pico Isquiotib 180°/s	Torque Pico Isquiotib 300°/s
Creatina						
Pre	227.8 ± 14.8	150.3 ± 14.1	100.3 ± 6.1	147.1 ± 11.3	106.3 ± 8.3	74.6 ± 6.0
Post	221.9 ± 15.8	159.5 ± 13.0	113.9 ± 12.2	140.9 ± 10.0	105.2 ± 6.5	87.7 ± 7.7
% Δ	- 2.6	+ 6.1	+ 13.6	- 4.2	- 1.0	+ 17.6
Placebo						
Pre	250.1 ± 12.8	157.3 ± 8.9	101.7 ± 6.2	145.2 ± 9.3	105.2 ± 7.1	79.7 ± 4.8
Post	251.6 ± 14.2	162.9 ± 6.6	105.6 ± 6.3	145.2 ± 7.8	105.7 ± 5.7	75.3 ± 3.9
% Δ	NC	+ 3.6	+ 3.8	NC	NC	- 5.5
Control						
Pre	275.7 ± 14.0	158.3 ± 8.9	102.2 ± 5.8	172.4 ± 7.9	132.4 ± 5.6	91.0 ± 5.5
Post	272.9 ± 7.9	167.1 ± 8.4	103.7 ± 6.2	153.9 ± 8.4	120.2 ± 8.2	91.8 ± 4.8
% Δ	- 1.0	+ 5.7	+ 1.5	- 10.7	- 9.2	NC

Tabla 3. *Efectos de la suplementación con Cr y del entrenamiento anaeróbico sobre el torque isocinético (N•m) producido a 60, 180 y 300º/s. [T] efecto significativo de la prueba (p<0.05), [I] interacción significativa grupo por prueba (p<0.05). NC, sin cambios (menos del*

±1% de cambio).

Las mejoras en la fuerza y en la potencia documentadas en el grupo tratamiento (Cr) pueden deberse al mayor volumen de entrenamiento realizado a lo largo de las 9 semanas de intervención en comparación con los otros dos grupos. Como lo han sugerido otros autores, la suplementación con Cr puede permitir una resíntesis más rápida de ATP a partir de ADP luego de ejercicios intensos de corta duración, lo cual podría entonces permitir una mayor calidad individual en las series repetidas de ejercicio con una menor reducción en el rendimiento (2, 8, 11, 13, 23, 30, 35). Esto podría explicar los mayores incrementos en la fuerza (press de banca, cargadas de potencia y sentadillas) y en la potencia, observados en el grupo Cr. Sin embargo, algunos estudios han reportado que la suplementación con Cr no tiene beneficios adicionales cuando se la compara con el entrenamiento por si solo, pero esto puede deberse a las diferencias en los ejercicios utilizados para evaluar el rendimiento muscular, la utilización de sujetos desentrenados, un potencial efecto placebo o análisis estadísticos débiles debido a la utilización de muestras reducidas (9, 23, 31). Es importante recordar que el presente estudio incorporó un grupo placebo, así como también un grupo control, para explicar la posibilidad de un "efecto placebo" y los tamaños de las muestras de los tres grupos fueron consistentes con la mayoría de los estudios que han utilizado programas de entrenamiento. También se debería señalar que otra posibilidad para la mejora del rendimiento neuromuscular, i.e., incremento en la fuerza y en la potencia, es la mayor liberación de alta energía lo cual pude ayudar a generar mayores niveles de fuerza e incrementar la velocidad de los ciclos de puentes cruzados lo que mejoraría la potencia. Por último, otro factor a considerar cuando se examinan estos datos es el hecho de que los sujetos utilizados en el presente estudio ya estaban bien entrenados y estaban acostumbrados a realizar entrenamientos de alta intensidad; por lo tanto, cualquier incremento en el volumen de entrenamiento debido a la suplementación con creatina podría reflejar una mejora substancial en el rendimiento neuromuscular.

La falta de mejora en el rendimiento muscular isocinético no ha sido muy documentada. En uno de los pocos estudios que han utilizado la producción de torque isocinético como el parámetro resultante de la suplementación con creatina, Gilliam et al. (9) reportaron que no se hallaron efectos ergogénicos con la suplementación con creatina. Desafortunadamente, este estudio falló en incluir un grupo control y los sujetos no realizaron ningún tipo de entrenamiento entre las sesiones pre y post entrenamiento. Es difícil explicar la falta de mejora en la producción de torque en el presente estudio aparte de la pérdida de especificidad respecto de los diferentes tipos de contracción entre el entrenamiento y los procedimientos de evaluación.

En conclusión, nuestros datos sugieren que la suplementación con creatina es una ayuda ergogénica viable que probablemente mejora la capacidad del sistema del ATP-PC y permite alcanzar una recuperación más rápida luego de la realización de ejercicios agotadores y permite que un individuo realice más ejercicio en un determinado período de tiempo. Además, la Cr podría actuar indirectamente incrementando el nivel de hidratación de las células musculares provocando el arrastre de agua por ósmosis hacia las células y estimulando la síntesis proteica.

Agradecimientos

Este estudio fue parcialmente patrocinado por la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento y por el Colegio de Graduados de la Universidad de Oklahoma. Los autores quisieran agradecer al entrenador Joe Juraszek y a su personal de entrenadores de fuerza y acondicionamiento por su pericia y por su participación durante el programa de entrenamiento. También se agradece al Dr. Larry Toothaker por su colaboración en las interpretaciones estadísticas.

Dirección para el Envío de Correspondencia

Michael G. Bemben, PhD., F.A.C.SM., University of Oklahoma, Department of Health and Sport Sciences, Room 120, Huston Huffman Center, Norman, OK 73019; correo electrónico: mgbemben@ou.edu

REFERENCIAS

1. Armstrong,L. E, R. W. Kenefick, J. W. Castellani, Et al. (1997). Bioimpedance spectroscopy technique: intra, extracellular, and total bodywater.. *Med. Sci. Sports Exerc.29:1657-1663*
2. Balsom, P. D., S. D. R. Harridge, K. Soderlund, B. Sjodin, and B. Ekblom (1993). Creatine supplementation per se does not enhance exercise performance. *Acta Physiol. Scand. 149:521-523*
3. Bar OR, O., R. Dotan, and O. Inbar. (1977). A 30-Second all-out ergometer test: its reliability and vality for anerobic capacity. *Isr. J. Med. Sci. 13:326*

4. Becque,M. D., J. D. Lochmann, and D. R. Melrose (2000). Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Med. Sci. Sports Exerc. 32:654-658*
5. Davies, R. F (1965). On the mechanism of muscle contraction. *Essays Biochem. 1:29-55*
6. Deuremberg, P., A. Ancreoli, and a. De Lorenzo (1995). Multi-frequency impedance for the prediction of extracellular water and total body water. *Br. J. Nutr. 73:349-358*
7. Earnest, C. P., P. G. Sinell, T. L. Mitchell, R. Rodriguez, and A. L. Almada (1994). Effect of creatine monohydrate ingestion on peak anaerobic power, capacity, and fatigue index.. *Med. Sci. Sports exerc. 26:S39*
8. Earnest, C. P., P. G. Snell, R. Rodriguez. A. L. Almada. (1995). Effect of creatine monohydrate ingestion on peak anaerobic power indeces, muscular strength and body composition.. *Acta Physiol. Scand. 153:207-209*
9. Gilliam, J. D., C. Hohzorn, D. Martin, and M. H. Trimble (2000). Effect of oral creatine supplementation on isokinectic torque production. *Med. Sci. Sports exerc. 32:973-976*
10. Greenhaff, P. L (1995). Creatine and its application as an ergogenic aid. *Intern. J. Sports. Nutr. 5. S110-S110*
11. Greenhaff, P. L., K. Bodin, R. C. Harris, et al (1993). The influence of oral creatine supplementation on muscle phosphocreatine resynthesis following intense contraction in man.. *J. Physiol. 467:75P*
12. Greenhaff, P. L., K. Bodin, K. Soderlund, and E. Hultman (1994). Effect of oral creatine supplementation on muscle phosphocreatine resynthesis. *Am. J. Physiol. 266:E725-E730*
13. Greenhaff, P. L., K. Bodin, R. C. Harris K. Soderlund, and E. Hultman (1993). Influence ofskeletal creatine supplementation on muscle phosphocreatine resynthesis. *Clin, Sci. 84:565-571*
14. Greenhaff, P. L., D. Constantini-Teodosiu a- Asey and E. Hultman (1994). Effect of oral creatine supplementation on Skeletal muscle ATP degradation during repeated bout of maximal voluntary exercise in man. *J. Physiol. 476:84P*
15. Harris, R. C., M. Viru, P. L. Greenhaff, and E. Hultman. (1993). he Effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short term exercise in man. *J. Physiol. 476:74P*
16. Haussinger, D., E. Roth, F. Lang, and W. Gerok (1993). Cellular hydration state animportanat determination of proteincatabolism in health and disease. *Lancet 341:1330-1332*
17. Heymsfield, S. B., C. Arteaga, C. Mcmanus, J. Smith, and S. Moffitt. (1983). Measyrement of muscle mass in humans validity of the 24-hous urinary creatine method. *Am. J. Clin. Nutr. 37: 478-494*
18. Hultman, E., J. Bergstom, and N. M. Anderson (1967). Breakdown and resynthesis of phosphocreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular wok in man. *Scan. J. Clin. Lab Invest. 19 (Suppl. 94): 56-66*
19. Kammermeier, H (1987). ¿Why do cell need phophocreatine and the phophocreatine shuttle?. *J. Mol. Cell Cardiol. 19:115-118*
20. Kreider, R., M. Ferreira, M. Wilson, and A. Almada (1997). Effects of creatine supplementation with and without glucose on body composition in trained and untrained men and women. *J. Strength Cond. Res. 11:283*
21. Kreider, R., M. Ferreira, M. Wilson, et al (1998). Effects of creatine supplementation body composition strength, and sprint performance.. *Med. Sci. Sports exerc. 30:73-82*
22. Lukaski, H. c., P. E. Johnson, W. W. Bolonchuck, and G. I. Lykken (1985). Assessment of fat free mass using bioelectric impedance measurement of the human body. *Am. J. Clin. Nutr. 41: 810-817*
23. Medicine and Sciencie in Sports and Exercise Round Table (2000). The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med. Sci. Sports. Exerc. 32:706-717*
24. Mihic, S., J. R. Mcdonald, S. Mckenzie, and M A. Tarnopolosky (2000). Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not effect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women . *Med. Sci. Sports. Exerc. 32:291-296*
25. Mujika, I., S. Padilla, J. Ibanez, M. Izquierdo, and E. Gorostiaga (2000). Creatine supplementation and spring performance in soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc. 32:518-525*
26. Plisk, S. S., and R. B. Kreider (1999). Creatine controversy?. *Natl. strength Cond. Assoc. 21:14-23*
27. Rico-Sanz, J., and T. M. Marco (1999). Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. *Med. Sci. Sports Cond. Assoc. 21:14-23*
28. Sinning, W. E (1974). Body composition assessment of college wrestlers. *Med. Sci. Sports exerc. 4:139-145*
29. Sirin W. E (1961). Body composition from fluid spaces and density : analysis of methods In: Techiniques For Measuring Body composition. *J. Brozek and A. Herschel (Eds.). Washington, DC: National Academy of sciences, National research Coucil, pp. 223-244*
30. Soderlund, K., P. D. Balsom, and B. Ekblom (1994). Creatine supplementation and hight intensity exercise:Influence on performance and muscle metabolism. *Clin. Sci. 87: 120-121*
31. Syrotuik, D. G., G. J. Bell, R. Burnham, L. L. Sim, R. A. Calvert, and I. M. Maclean (2000). Absolute and relative strength. *Cond. Res. 14: 182-190*
32. Thorstensson, a., and J. Karlsson (1976). Fatigualbility and fiber composition of human skeletalmuscle muscle. *Acta Physiol. Scand. 98:318-322*
33. Vanloan, M. D., and P. L. Magdin (1992). Use of multifrequency bioelectric impedance analysis for the estimation of extracellular fluid. *Eur. J. Clin. Nutr. 46:117-124*
34. Volek, J. S., and W. J. Kraemer (1996). Creatine supplementation: its effect on human muscular performance and body composition. *J. Strength Cond. Res. 10:200-210*
35. Volek, J. S., and W. J. Kraemer. Et al (1997). Creatine supplementation enhances muscular performance during higth- intensity resistance exercise. *J. Am. Diet. Assoc. 97: 765-770*
36. Volek, J. S., N. D. Ducan, S. A. Mazzetti, et al (1999). Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc. 31:1147-1156*
37. Ziegenfuss, T. N., P. W. R. Lemon, M. R. Rogers, R. Ross, and K. E. Yarassheski (1997). Acute creatine ingestion: effect on muscle volumen, anerobic power, fluid volumes, and protein turnover. *Med. Sci.Sports Exerc. 29:S127*

Cita Original

Bemben Michael G., Debra A. Bemben, Darren D. FLoftiss and Allen W. Knehans. Creatine Suplementation during Resistance Training in Collage Football Athletes. Med Sci Sports Exerc, Vol. 33 No. 10, pp. 1667-1673, 2001