

MODIFICACIONES AGUDAS DE LOS NIVELES SÉRICOS DE CREATINA QUINASA EN ADULTOS JÓVENES SOMETIDOS AL TRABAJO DE FLEXIBILIDAD ESTÁTICA Y DE FUERZA MÁXIMA

Peixoto, E. ¹; Palacio, M. E. ¹; Bara, M. G. ²; Perrout, J. R. ²;
Conte, L. ³; Dantas, E. H. ¹

1. Facultad de Ciencia de la Motricidad Humana. Universidad Castelo Branco. Rio de Janeiro
2. Universidade Federal de Juiz de Fora.
3. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia

RESUMEN

La fuerza y flexibilidad, muy importantes en entrenamiento, obtienen sus valores máximos a través de test específicos. Se sabe poco sobre sus efectos perjudiciales en el aparato músculo tendinoso. El objetivo fue verificar las modificaciones séricas de CK 24h después de estiramientos, flexibilidad estática y test 1-RM. Muestra de 14 individuos, ambos sexos (28 ± 6 años), grupo control (GC N = 7) y grupo experimental (GE N = 7), el GE fue sometido a una rutina de estiramientos (GE-AL), flexibilidad estática (GE-FLEX) y test 1-RM (GE-1-RM). La antropometría con una balanza digital con estadiómetro. Las tomas de sangre, obtenidas con jeringuillas desechables y depositadas en recipientes cerrados y enviados al laboratorio. Se utilizó la técnica De Lorme y Watkins en ejercicios Supino Horizontal y Leg Press para determinar carga de 1-RM. Se realizaron 3 series de 20s de flexibilidad estática y 3 de 6 segundos de estiramiento asistido. La estadística fue el Test de Friedman con post hoc de Tukey. En el análisis intergrupos se encontraron diferencias significativas ($p < .05$) en valores del GE-1RM ($D = 118,7$ U/L, $p = .02$) comparando con GC. Como conclusión, los ejercicios dinámicos de fuerza máxima fueron capaces de aumentar los niveles de CK post-ejercicio.

Palabras clave: Flexibilidad estática, 1-RM, CK, daño muscular

ABSTRACT

Strength and flexibility, important components of a training and their maximal values are obtained through specific tests. However, little information about the damage effect in a skeletal muscle is known. The aim was to verify a serum CK changes 24 h after a lengthening and static flexibilizing routine and a maximal dynamic strength tests. The sample, was by 14 subjects (man and women, 28 ± 6 yr.), control group (CG N = 7) and experimental group (EG N = 4) that was submitted a lengthening routine (EG-LG), a static flexibilizing routine (EG-FLEX) and a 1-RM test (EG-1-RM). The anthropometrics were obtained by digital scale with stadiometer. The blood samples were obtained using the IFCC method with reference values 26-155 U/L. The De Lorme and Watkins technique was used to access maximal dynamic strength through bench press and leg press. The static flexibilizing routine consisted in three 20 seconds sets until the point of maximal discomfort. The lengthening was done in normal movement amplitude during 6 seconds. In analysis inter groups was a significant difference ($p < .05$) in the values of GE-1RM ($D = 118,7$ U/L, $p = .02$) when compared to the GC. We concluded that only maximal strength dynamic test was capable to raise the CK serum levels 24 h after exercise

Key Words: Lengthening, Static Flexibilizing, 1-RM, Creatine Kinase

Correspondencia:

Eurico Peixoto César
Bairu, nº 82 - CEP. 36050-070, Juiz de Fora -MG
euricopcesar@terra.com.br

Fecha de recepción: 23/06/2009

Fecha de aceptación: 03/12/2009

INTRODUCCIÓN

Los entrenamientos de fuerza y flexibilidad son aspectos muy presentes en programas de ejercicios físicos, sin embargo todavía existen controversias sobre cuál es la manera más adecuada de incluir ambos elementos en un programa de entrenamiento. Tal hecho se ampara en las contradictorias investigaciones aportadas sobre los efectos negativos del entrenamiento de la flexibilidad sobre la fuerza (Kokkonen, Nelson, y Cornwell, 1998; Yamaguchi, Ishii, Yamanaka, y Yasuda, 2006) o sobre el supuesto efecto protector de la flexibilidad sobre la incidencia de lesiones (Alter, 1999; Smith, 1994; Weerapong, Hume, y Kolt, 2004).

Innumerables investigaciones sugieren que, practicar ejercicios de flexibilidad antes de ejercicios de fuerza y potencia, tendrá un efecto contraproducente en el rendimiento (Evetovich, Nauman, Conley, y Todd, 2003; Marek et al., 2005; Rubini, Costa, y Gomes, 2007; Yamaguchi et al., 2006) sin embargo, algunos autores dicen que no hay ningún efecto negativo de la flexibilidad sobre la fuerza (Egan, Cramer, Massey, y Marek, 2006).

De forma semejante, mientras algunos investigadores apuntan el efecto protector de niveles adecuados de flexibilidad en la prevención de lesiones (Fleck y Kraemer, 2004; Jonhagen, Nemeth, y Eriksson, 1994), otros concluyen que la realización de ejercicios de flexibilidad antes o después de las prácticas deportivas no reducirá la incidencia de lesiones (Gleim y McHugh, 1997; Thacker, Gilchrist, Stroup, y Kimsey Jr, 2004).

El entrenamiento contra resistencia es una modalidad de ejercicio que viene creciendo en popularidad en las dos últimas décadas, particularmente debido a su papel en mejorar el movimiento atlético a través del aumento de la fuerza muscular, potencia y velocidad, hipertrofia, resistencia muscular localizada (RML), rendimiento motor, equilibrio y coordinación (Kraemer y Ratamess, 2004).

Sin embargo, el daño muscular inducido por el ejercicio es un fenómeno común que resulta de la práctica de un ejercicio al cual no se está adaptado, un ejercicio con alto volumen (series y repeticiones) o con intensidad elevada (Byrne, Twist, y Eston, 2004). La lesión muscular es uno de los fenómenos más comunes provenientes de prácticas deportivas, con una incidencia de 10% al 55% de todas las lesiones sustentadas (Beiner y Jokl, 2001).

Ejercicios físicos extenuantes, cuando se realizan hasta el agotamiento, pueden promover la formación de radicales libres que están asociados al surgimiento de daños residuales (Gomez-Cabrera, Pallardo, Sastre, y Vina, 2003).

Muchos investigadores asocian la presencia de ciertos marcadores bioquímicos en la orina y en la sangre con los daños en el aparato músculo tendinoso (Bikle y Daniel, 1997; Clarkson y Sayers, Paschalis, Koutedakis, Jamurtas, Mougios, y

Baltzopoulos, 2005; Totsuka, Nakaji, Suzuki, Sugawara, y Sato, 2002). De entre esos marcadores bioquímicos, se destaca la creatina quinasa (CK), enzima encontrada predominantemente en los músculos y liberada en la circulación durante lesiones musculares. Por lo tanto, la actividad sérica de CK está siendo teóricamente supuesta como un marcador indirecto de gran valía en la fisiología del ejercicio y medicina deportiva para detección de daño muscular y sobreentrenamiento (Purge, Jurimae, y Jurimae, 2006; Raastad, Glomsheller, Bjoro, y Hallen, 2003; Totsuka et al., 2002).

Innumerables estudios están encontrando una alta correlación en el aumento de la concentración sérica de CK post-ejercicio (Brancaccio, Limongelli, y Maffulli, 2006; Purge et al., 2006). La mayoría de los datos relativos al incremento de los niveles de CK provienen de estudios con corredores de larga distancia, sin embargo, ejercicios de alta intensidad y corta duración parecen inducir el aumento de los niveles séricos de esa enzima, sobre todo si en los mismos fueron realizadas contracciones excéntricas (Totsuka et al., 2002).

En las actividades deportivas y recreativas tenemos con gran frecuencia la realización de rutinas de test de fuerza máxima y de flexibilidad, que no ofrecen información acerca de los impactos, o sus efectos sobre la estructura muscular, se ha comprobado que la CK aparece como un marcador indirecto fiable para los daños residuales. El presente estudio tuvo como objetivo verificar las modificaciones séricas de CK, 24h después de la realización de una rutina de estiramientos submáximo y de los test máximos de flexibilidad estática y de una repetición máxima (1-RM).

MÉTODO

El presente estudio adoptó un carácter analítico de corte transversal, siendo un estudio casi experimental. La muestra fue elegida de forma intencional, debido a la facilidad de acceso a los individuos. Las rutinas de estiramiento, flexibilidad estática máxima y test de 1-RM habían sido realizadas en el mismo local, bajo supervisión directa de los investigadores. Las tomas de sangre habían sido realizadas por la misma enfermera, adoptándose todos los procedimientos de higiene y cuidados como el uso de guantes y jeringuillas desechables y tubos de vidrio esterilizados.

Todos los procedimientos utilizados en ese estudio están en acuerdo con normas institucionales y resolución de octubre 196/96 del Consejo Nacional de Salud, siendo sometido y aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la *Universidade Castelo Branco* – UCB – RJ (no. 0016/2007).

Participantes

Se han seleccionado para participar en el estudio 16 individuos de ambos los sexos (28 ± 6 años), matriculados en el octavo periodo del Curso de Educación Fí-

sica de la *Universidade Presidente Antônio Carlos* – UNIPAC, localizada en la ciudad de Barbacena – MG. Después de las explicaciones suministradas en exposición oral y escrita sobre los procedimientos inherentes al estudio, todos los individuos seleccionados manifestaron formalmente estar de acuerdo en participar en la investigación firmando el documento libremente.

La medición de los datos antropométricos de masa corporal (MC) y estatura (EST) se realizó en conformidad con la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (Norton y Olds, 1996) y obtenidos a través de una balanza digital con estadiómetro (Balanza Digital Filizola, São Paulo, Brasil).

La rutina de test máximos fue realizada en el aula de gimnasia del Curso de Educación Física de la UNIPAC, y se han utilizado colchonetas, aparatos de musculación, anillas y barrotos de hierro (Vitality®).

La rutina de estiramiento (submáximo) fue realizada en tres series de seis segundos de asistencia en cada uno de los movimientos, con la utilización de arcos de movimiento en amplitud normal, sin que los individuos mostrasen incomodidad.

Los ejercicios de *flexibilidad* estática consistieron en tres series de asistencia realizadas en umbral de dolor. De cada secuencia los individuos habían sido llevados, inicialmente, hasta el umbral de *flexibilidad* (punto en el que muestran comienzo de molestia) y se sustentó este arco de movimiento durante seis segundos aproximadamente. A continuación, se forzó el segmento corporal hasta el mayor punto de molestia soportada por el sujeto quedándose en esta amplitud de movimiento entre 10 y 15 segundos, sumando un total de 15 a 20 segundos por asistencia.

Para la obtención de los valores de fuerza máxima fue empleada la técnica de De Lorme y Watkins (1948) donde los ejercicios elegidos fueron el supino horizontal y el *leg press* 45°. La fiabilidad de estos tipos de test están descritos en la literatura con un coeficiente de correlación entre 0,79 hasta 0,99, subordinado al género de los individuos y del tipo de ejercicio utilizado (Pereira y Gomes, 2003)

Las muestras de sangre habían sido obtenidas de la vena antecubital, antes y 24 h después de los test de 1-RM, utilizándose jeringuillas desechables y depositadas en recipientes de vidrio cerrados cedidos por el laboratorio, conteniendo ácido tetraacético etilendiamina, para evitar la coagulación. Las muestras fueron inmediatamente enviadas para análisis en el Instituto Hermes Pardini – Belo Horizonte - MG.

Para determinar los niveles de CK, fue adoptado el método IFCC. El material recogido fue centrifugado (2000g, 15min) y el plasma fue almacenado a una temperatura de – 20°C. La actividad de la CK fue medida utilizándose kits comercialmente disponibles, los cuales están siendo ampliamente descritos y utilizados en estudios de ese tipo.

Procedimiento

Previamente a los test, fue efectuado un cuestionario en los voluntarios de la investigación a fin de certificarse que ninguno de ellos presentaba cuadro de inflamación, dolor o lesión mio-articular.

Los individuos habían sido divididos en dos grupos; grupo experimental (GE = 9; 5 hombres y 4 mujeres) que realizó la serie de estiramientos (GE-AL), la rutina de test máximos de 1-RM (GE-1-RM) y rutina de *flexibilidad* estática (GE-FLEX) en semanas distintas y el grupo control (GC = 7; 4 hombres y 3 mujeres), que no realizó ninguna intervención física durante el periodo de las tomas, siguiendo sólo los patrones para la toma de sangre, estipulados por los presentes investigadores.

Los individuos habían sido orientados a hacer un ayuno de 12 h previamente a las tomas de sangre. La rutina de test máximos y la tomas de sangre se habían efectuado durante la mañana. Los ejercicios de estiramiento, de *flexibilidad* estática y de 1-RM habían sido realizados en momentos distintos, con intervalo mínimo de una semana entre ellos.

El GE efectuó 4 tomas de sangre: una toma basal que se utilizó como línea base para la comparación con las demás medidas y tres tomas además cada 24 h después de la rutina de *flexibilidad* estática, y el test de fuerza máxima para la rutina de estiramientos. El GC realizó dos tomas de sangre: una toma basal y otra 24 h tras la toma basal, sin ninguna intervención física entre ellas.

Los ejercicios de estiramiento consistieron en: (a) abducción de la articulación del hombro con codo flexionado, (b) flexión de la pierna, (c) flexión horizontal de la articulación del hombro, (d) flexión de la cadera con la pierna flexionada y (e) flexión de la columna lumbar con las piernas extendidas. Todos los ejercicios habían sido realizados dentro de los límites normales de amplitud de movimiento (ADM), en posición ortostática, con tres series de seis segundos de insistencia, con cinco segundos de intervalo entre cada serie.

La rutina de *flexibilidad* se realizó de la siguiente forma: los individuos fueron todos dispuestos en parejas en una misma sala, y bajo la supervisión del evaluador, habían sido orientados a realizar la *flexibilidad* estática máxima en su compañero, utilizándose tres series de 15 - 20 segundos de asistencia, contados solamente tras ser alcanzado el punto de mayor incomodidad manifestado por el testado.

Los ejercicios consistieron en: (a) extensión horizontal de la articulación del hombro con el codo extendido, (b) abducción de la articulación del hombro con codo flexionado, (c) flexión de la columna lumbar en la posición sentado con las piernas extendidas, (d) flexión de la cadera en decúbito dorsal con la pierna extendida. Todos los ejercicios habían sido realizados en amplitud máxima de movimiento (AMDM).

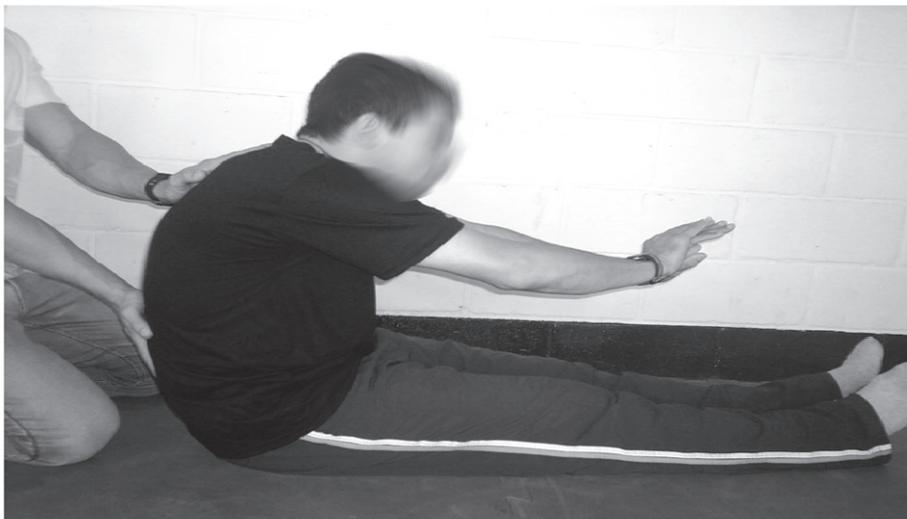


FIGURA 1. Flexión de la columna lumbar; Posición 1



FIGURA 2. Flexión de la columna lumbar; Posición 2

El test de 1-RM siguió el siguiente patrón: los evaluados habían sido orientados a realizar un calentamiento específico en el propio aparato donde se hizo el test, con una carga confortable para la realización de 15 repeticiones. Tras 5 minutos de intervalo se añadió carga al aparato y el evaluado fue instruido a realizar una repeti-

ción máxima. A medida que el individuo conseguía vencer la resistencia ofrecida por el aparato, eran añadidos de 1,8 a 4,5kg a la sobrecarga, y como máximo se hicieron seis intentos, con un intervalo de dos a tres minutos entre ellos (ACSM, 2003; p. 380). Al obtenerse la carga de 1-RM en el ejercicio de supino horizontal, fue realizado el test de 1-RM con el mismo criterio en el ejercicio de *Leg Press* 45°.

En cuanto a la ADM de los ejercicios, en el supino horizontal el sujeto fue instruido para realizar la extensión total de los codos; bajar la barra controladamente hasta que tocase el hueso externo, y retornar la posición inicial. En el *Leg Press* 45°, el individuo fue instruido para iniciar con extensión total de las rodillas, bajar hasta formar un ángulo de 90° entre la pierna y el muslo, y retornar al punto de partida. Para asegurar que el ángulo de 90° en el movimiento fuese alcanzado, se fijó un goniómetro en uno de los miembros inferiores del sujeto y hecho un marcaje en el aparato, indicando hasta donde debería ser realizado el ejercicio.

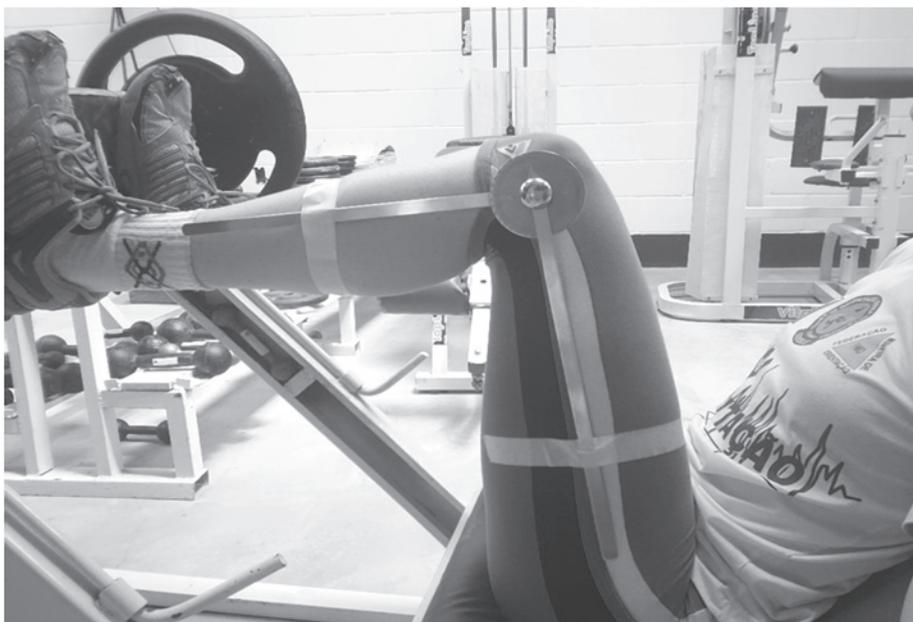


FIGURA 3. Imagen del ángulo estipulado en el test de 1-RM en el leg press.

Las muestras de sangre habían sido enviadas al laboratorio en un plazo máximo de dos horas para análisis de CK.

Análisis estadístico

Se utilizó la estadística descriptiva para analizar los individuos de la muestra. Se empleó el test de Shapiro Wilk para verificar la homogeneidad de la muestra.

Para la comparación de las medias de CK basal y tras 24h a las rutinas de *flexibilidad* estática, test de 1-RM y ejercicios de estiramiento, se empleó el test no paramétrico conocido como Test de Friedman, debido al pequeño N de la muestra, y el *post hoc* de Tukey para identificar las posibles diferencias, se usó un nivel de significación estadística de $\alpha = .05$

Todos los análisis se han efectuado con el paquete estadístico *Statistica 6.0* (Statsoft. Inc., Tulsa, USA, 2001).

RESULTADOS

Tras realizar los test y la toma de sangre, y al hacerse el análisis de los datos, los presentes investigadores decidieron en consenso excluir de la muestra dos individuos del GE, pues los mismos habían sido identificados como *oct liers*, quedando de esa forma, una N válido de siete individuos para GE y siete individuos para el GC.

En la Tabla 1 se muestrean los valores de CK basal y 24h referentes a los Grupos Experimental y Control.

TABLA 1
Datos descriptivos del Grupo Experimental
y Grupo Control referentes a los valores de CK basal y 24h

	CK basal (U/L,)	CK 24h (U/L,)
GE 1-RM	213,3 ± 133,2	*275,9 ± 157,2
GE FLEX	213,3 ± 133,2	226,6 ± 126,7
GE AL	213,3 ± 133,2	174,7 ± 115,8
GC	195,0 ± 129,5	202,1 ± 124,2

* valor significativo ($p = .02 < .05$)

La figura 4 se refiere a los valores de CK basal y tras 24h en GE (1-RM, FLEX y AL), identificados por la siguiente leyenda: GE-1-RM basal y 24 h (azul); GE-FLEX basal y 24 h (verde) y GE-AL basal y 24 h (rojo).

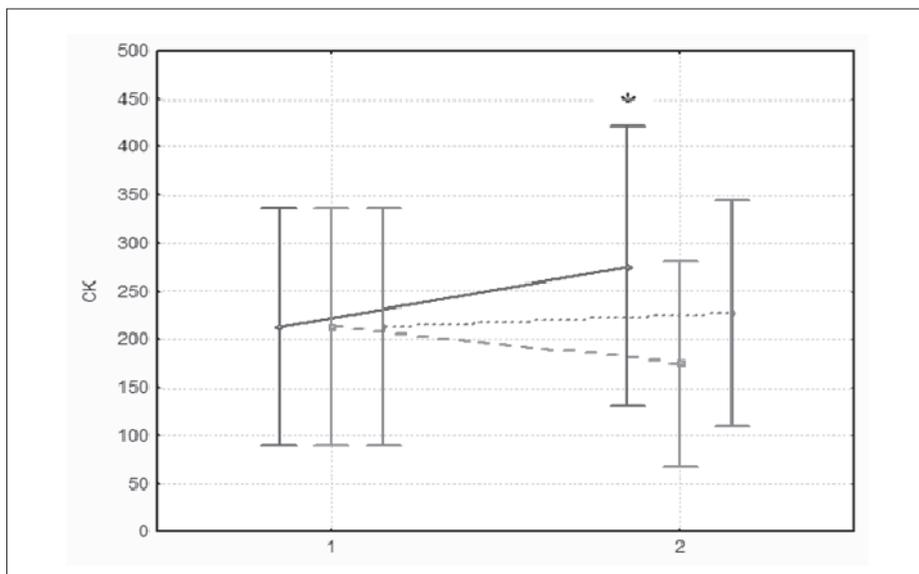


FIGURA 4: Valores de CK basal y 24 h referentes al GE.

* aumento significativo ($p < 0,02$)

DISCUSIÓN

El presente estudio buscó identificar, a través del marcador bioquímico indirecto creatina quinasa (CK), si la práctica de estiramientos (submáximos) y test máximos de fuerza (1-RM) y Flexibilidad (*flexibilización* estática), son lesivos para el aparato músculo tendinoso. Se pretende con la interpretación de los resultados obtenidos, sugerir o no la realización de tales procedimientos, ampliamente difundidos tanto en ámbito profesional como en el recreacional, y así propiciar informaciones acerca de los test y prácticas más adecuadas a ser realizadas.

Las cualidades físicas de fuerza y flexibilidad son componentes comúnmente revisados en un programa de entrenamiento (Rubini et al., 2007). De la misma forma, el estiramiento, en su forma submáxima, es usualmente recomendado y adoptado por técnicos, atletas, fisioterapeutas y educadores físicos como forma de calentamiento (Cornwell, Nelson, Heise, y Sidaway, 2001), prevención de lesiones (Thacker et al., 2004) e incremento en la *performance* (Totsuka et al., 2002), a pesar de todavía existan controversias sobre esos temas (Rubini et al., 2007; Stone et al., 2006).

La prescripción de la intensidad en el entrenamiento contra resistencia (TCR) tanto en academias como en centros especializados de entrenamiento se ha basado normalmente en el número de repeticiones máximas (RM) o en el porcentaje del valor referente a una repetición máxima (1-RM) (Fleck y Kraemer, 2004).

De forma semejante, numerosas modalidades deportivas requieren niveles excepcionales de flexibilidad, que son conseguidos a través de diversos tipos de entrenamientos, entre ellos el método estático máximo (Chan, Hong, y Robinson, 2001). En el presente estudio, no habían sido encontrados aumentos significativos ($p > .05$) en los valores de CK 24 h tras los ejercicios de estiramiento (submáximo) y tras rutina de *flexibilidad* estática. Sin embargo se observó un aumento significativo ($p = .02$) de este marcador 24h posttest de 1-RM en relación a todos los grupos en estado basal (GE 1-RM, FLEX, AL y GC). Tal hecho sugiere que la CK es un marcador sensible a las grandes manifestaciones de fuerza, los cuales son observados en los test de 1-RM.

Numerosos investigadores muestran el aumento de los niveles séricos de CK post-ejercicios físicos (Brancaccio et al., 2006; Totsuka et al., 2002). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones realizadas sobre esa condición se amparan en ejercicios excéntricos (Byrne, Eston, y Edwards, 2001; Paschalis et al., 2005; Sorichter et al., 2001) o ejercicios de resistencia (Clarkson y Sayers, ; Totsuka et al., 2002), siendo escasas las publicaciones sobre el comportamiento de ese enzima frente a test máximos de fuerza dinámica y de flexibilidad.

Uno de los posibles motivos por el cual la CK no apareció aumentada tras la flexibilidad estática, se ampara en el hecho de ese tipo de trabajo incide prioritariamente sobre las articulaciones y no sobre el tejido muscular, como sugiere Dantas (Dantas, 1999).

Una cuestión a tratar se refiere a la predominancia del tipo de fibra muscular y la diferencia entre los géneros. De acuerdo con Totsuka et al. (2002), el contenido y la composición de tejido conjuntivo se diferencian entre los tipos de fibras musculares, donde las fibras del tipo I presentan una estructura de tejido conjuntivo más robusta que las fibras del tipo II, sugiriendo de esa forma una mayor susceptibilidad de lesión por estiramiento y tensión excesiva de esta última.

Según ese hecho, Stupka et al. (2002) sugieren que hay respuestas diferentes entre los géneros, por lo que respecta al daño muscular generado por ejercicios, siendo los individuos del sexo femenino los que presentan menor inflamación muscular en relación a los hombres.

En el presente estudio, los individuos no habían sido divididos en relación a la predominancia de fibras musculares o en relación al sexo. Sin embargo se observó una tendencia de los individuos del sexo masculino en mayores respuestas al test de 1-RM, presentando mayores variaciones de CK post-ejercicio, coincidiendo con el estudio de Stupka et al. (2000).

Otro factor que merece atención es el hecho de que la respuesta de CK a los ejercicios depende de las características físicas y de composición corporal, además

del histórico de entrenamiento de cada individuo. Tal hecho es apreciado en un estudio de Totsuka et al. (2002), donde los individuos más sensibles a los ejercicios físicos, es decir, aquellos que presentaron mayores valores de CK post-ejercicio, fueron aquellos dotados de menor masa muscular y fuerza. Este dato sugiere que individuos más débiles o de menor complexión física tienden a presentar daños acentuados en el tejido muscular tras práctica de ejercicios extenuantes o máximos.

En el presente estudio los individuos no habían sido separados de acuerdo con sus características antropométricas y composición corporal, ni en relación al *status* de entrenamiento, lo que probablemente puede tener influencia en los resultados encontrados. Además, el *n* de la muestra, relativamente pequeño, dificulta cualquier inferencia más exacta sobre los resultados encontrados en el presente estudio.

Sin embargo, el hecho de los valores de CK presenten un aumento significativo 24h tras el test de 1-RM en GE 1-RM, en relación a los otros grupos en estado basal, viene a contribuir de forma categórica en el entendimiento del papel del test de fuerza dinámica máxima en la presencia de daños o sobrecarga en el tejido muscular.

CONCLUSIONES

Según los datos obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que los ejercicios submáximos de estiramiento y los ejercicios de flexibilidad estática no presentaron diferencias significativas ($p > .05$) en los valores de CK basal y tras 24 h, lo que sugiere una ineficacia de esos procedimientos en causar daños importantes en el tejido muscular. Sin embargo, se observó un aumento significativo ($p = .02$) en los niveles de CK postest de 1-RM, sugiriendo así, que ejercicios dinámicos realizados con intensidad próxima a los 100 % de la fuerza máxima, pueden generar daños o sobrecarga al aparato músculo esquelético.

En el presente estudio no hubo una distinción de la muestra en relación al sexo, nivel de entrenamiento o variables morfológicas, lo que puede haber influido en los resultados encontrados, se sugiere para nuevas investigaciones, que sean adoptados esos procedimientos, además de otras formas de flexibilidad máxima, como la dinámica, por ejemplo.

REFERENCIAS

- Alter, M. J. (1999). *Ciência da flexibilidade. Porto Alegre: Artmed*, 20.
- Beiner, J. M., y Jokl, P. (2001). Muscle contusion injuries: current treatment options. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 9(4), 227.
- Bikle, M. D., y Daniel, D. (1997). Biochemical markers in the assessment of bone disease. *The American journal of medicine*, 103(5), 427-436.

- Brancaccio, P., Limongelli, F. M., y Maffulli, N. (2006). Monitoring of serum enzymes in sport. *British Medical Journal*, 40(2), 96.
- Byrne, C., Eston, R. G., y Edwards, R. H. T. (2001). Characteristics of isometric and dynamic strength loss following eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 11(3), 134-140.
- Byrne, C., Twist, C., y Eston, R. (2004). Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports medicine*, 34(1), 49-69.
- Chan, S. P., Hong, Y., y Robinson, P. D. (2001). Flexibility and passive resistance of the hamstrings of young adults using two different static stretching protocols. *Scandinavian Journal of Medicine y# 38; Science in Sports*, 11(2), 81-86.
- Clarkson, P. M., y Sayers, S. P. Gender differences in exercise-induced muscle damage. *Gender Differences in Metabolism: Practical and Nutritional Implications*, 283-299.
- Cornwell, A., Nelson, A. G., Heise, G. D., y Sidaway, B. (2001). Acute effects of passive muscle stretching on vertical jump performance. *Journal of Human Movement Studies*, 40(4), 307.
- Dantas, E. H. M. (1999). Flexibilidade: alongamento e flexibilización. *Rio de Janeiro: Shape*.
- Egan, A. D., Cramer, J. T., Massey, L. L., y Marek, S. M. (2006). Acute effects of static stretching on peak torque and mean power output in National Collegiate Athletic Association Division I women's basketball players. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 20(4), 778.
- Evetovich, T. K., Nauman, N. J., Conley, D. S., y Todd, J. B. (2003). Effect of static stretching of the biceps brachii on torque, electromyography, and mechanomyography during concentric isokinetic muscle actions. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 484-488.
- Fleck, S. J., y Kraemer, W. J. (2004). *Designing resistance training programs*: Human Kinetics Publishers.
- Gleim, G. W., y McHugh, M. P. (1997). Flexibility and its effects on sports injury and performance. *Sports medicine (Auckland, NZ)*, 24(5), 289.
- Gomez-Cabrera, M. C., Pallardo, F. V., Sastre, J., y Vina, J. (2003). Allopurinol and markers of muscle damage among participants in the Tour de France. *Jama*, 289(19), 2503.
- Jonhagen, S., Nemeth, G., y Eriksson, E. (1994). Hamstring injuries in sprinters. *The American Journal of Sports Medicine*, 22(2), 262.
- Kokkonen, J., Nelson, A. G., y Cornwell, A. (1998). Acute muscle stretching inhibits maximal strength performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69(4), 411-415.
- Kraemer, W. J., y Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 36(4), 674.
- Marek, S. M., Cramer, J. T., Fincher, A. L., Massey, L. L., Dangelmaier, S. M., Purkayastha, S., et al. (2005). Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle strength and power output. *Journal of Athletic Training*, 40(2), 94.
- Norton, K., y Olds, T. I. M. (1996). *Anthropometrica*: Univ. of NSW Pr.
- Paschalis, V., Koutedakis, Y., Jamurtas, A. Z., Mougios, V., y Baltzopoulos, V. (2005). Equal

- volumes of high and low intensity of eccentric exercise in relation to muscle damage and performance. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 19(1), 184.
- Pereira, M. I. R., y Gomes, P. S. C. (2003). Muscular strength and endurance tests: reliability and prediction of one repetition maximum-Review and new evidences. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 9, 325-335.
- Purge, P., Jurimae, J., y Jurimae, T. (2006). Hormonal and psychological adaptation in elite male rowers during prolonged training. *Journal of Sports Sciences*, 24(10), 1075-1082.
- Raastad, T., Glomsdeller, T., Bjoro, T., y Hallen, J. (2003). Recovery of skeletal muscle contractility and hormonal responses to strength exercise after two weeks of high-volume strength training. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 13(3), 159-168.
- Rubini, E. C., Costa, A. L. L., y Gomes, P. S. C. (2007). The effects of stretching on strength performance. *Sports medicine*, 37(3), 213-224.
- Smith, C. A. (1994). The warm-up procedure: to stretch or not to stretch. A brief review. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 19(1), 12.
- Sorichter, S., Mair, J., Koller, A., Muller, E., Kremser, C., Judmaier, W., et al. (2001). Creatine kinase, myosin heavy chains and magnetic resonance imaging after eccentric exercise. *Journal of Sports Sciences*, 19(9), 687-691.
- Stone, M., Ramsey, M. W., Kinsler, A. M., O'Bryant, H. S., Ayers, C., y Sands, W. A. (2006). Stretching: acute and chronic? The potential consequences. *Strength y Conditioning Journal*, 28(6), 66.
- Stupka, N., Lowther, S., Chorneyko, K., Bourgeois, J. M., Hogben, C., y Tarnopolsky, M. A. (2000). Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology*, 89(6), 2325.
- Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., y Kimsey Jr, C. D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Medicine y Science in Sports y Exercise*, 36(3), 371.
- Totsuka, M., Nakaji, S., Suzuki, K., Sugawara, K., y Sato, K. (2002). Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1280.
- Weerapong, P., Hume, P. A., y Kolt, G. S. (2004). Stretching: Mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*, 9(4), 189-206.
- Yamaguchi, T., Ishii, K., Yamanaka, M., y Yasuda, K. (2006). Acute effect of static stretching on power output during concentric dynamic constant external resistance leg extension. *The Journal of Strength y Conditioning Research*, 20(4), 804.

