

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

El uso de manga de compresión durante 12 horas no es suficiente para mejorar la recuperación muscular de la parte superior del brazo tras el daño inducido por el ejercicio

Mikhail Santos Cerqueira^a, Lucio Santos Borges^a, José Alberto dos Santos Rocha^a, Helder Brito Andrade^a, Uanderson Silva Pirôpo^a, Luis Augusto Lupato Conrado^b, Rafael Pereira^{a,*}

^a Research Group in Neuromuscular Physiology, Department of Biological Sciences, State University of Southwest Bahia (UESB), Jequié 45210-506, BA, Brasil

^b University Camilo Castelo Branco (Unicastelo), Eugênio de Melo 12247-004, São Jose dos Campos, SP, Brasil

Recibido el 3 de junio de 2014; aceptado el 29 de julio de 2014

PALABRAS CLAVE

Daño muscular;
Contracción
excéntrica;
Manga de compresión;
Flexores del codo;
Rehabilitación

Resumen

Objetivo: Evaluar la eficacia de la manga de compresión usada durante un período de tiempo corto (12 h) en la recuperación de los síntomas de daño muscular inducido por el ejercicio de los músculos del brazo.

Métodos: En un estudio aleatorio controlado, 13 hombres jóvenes sanos realizaron un protocolo de ejercicio estandarizado para inducir daño muscular a los flexores del codo y se dividieron en 2 grupos: experimental (n = 7) y control (n = 6). Se tomaron medidas de la fuerza isométrica de flexión del codo, la circunferencia del brazo (CB) y la percepción del dolor muscular antes y 24, 48, 72 y 96 h después del ejercicio, y se utilizaron como criterios de daño muscular inducido por el ejercicio. Se hicieron comparaciones entre grupos para cada variable con un ANOVA de 2 vías (2 grupos × 5 medidas) y con un nivel de significación de $p < 0,05$.

Resultados: Se observó una pérdida importante ($p < 0,001$) de fuerza muscular (~ 43 y ~ 34% para los grupos control y experimental, respectivamente, 24 h después del ejercicio) y un aumento significativo ($p < 0,001$) en la circunferencia del brazo y dolor muscular ($F_{4,55} = 6,49$ para CB y $F_{4,55} = 6,95$ para el dolor muscular) al tomar las medidas después del ejercicio en ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos.

Conclusiones: Nuestros resultados, junto con los hallazgos previos, sugieren que el uso de la manga de compresión durante 12 h no es suficiente para mejorar la recuperación de los síntomas de daño muscular inducido por el ejercicio de los músculos del brazo, y que para lograr resultados positivos son necesarios largos períodos de compresión.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: rafaelpereira@brjb.com.br (R. Pereira).

KEYWORDS

Muscle damage;
Eccentric contraction;
Compression sleeve;
Elbow flexors;
Rehabilitation

Twelve hours of a compression sleeve is not enough to improve the muscle recovery of an exercise-damaged upper arm

Abstract

Objective: To assess the efficacy of a compression sleeve worn for a short-time period (12 h) on the recovery from the symptoms of exercise-induced upper arm muscle damage.

Methods: A randomized controlled study was conducted on thirteen healthy young men using a standardized and exercise-induced upper arm muscle damage protocol, and they were immediately placed into two groups: TREATED (n = 7) and CONTROL (n = 6). Isometric elbow flexion strength, upper arm circumference, and muscle soreness measurements were taken before and at 24, 48, 72 and 96 h after the damaging exercise, and were used as criteria of exercise-induced muscle damage. Group comparisons were made for each variable using a two-way ANOVA design (2 groups × 5 measurements), and with a significance level of $P < .05$.

Results: A significant impairment ($P < .001$) was observed in muscle strength (~ 43% and ~ 34%, for CONTROL and TREATED groups, respectively, 24 h after exercise), as well as a significant increase ($P < .001$) in upper arm circumference (UAC) and muscle soreness ($F_{4,55} = 6.49$ for UAC and $F_{4,55} = 6.95$ for muscle soreness) among the measurements after exercise for both groups, with no significant differences between them.

Conclusions: These results, together with previous findings, suggest that the use of a compression garment for 12 h is not enough to improve the recovery from exercise-induced muscle damage in the upper arm, and longer periods of compression may be necessary to achieve positive outcomes.

© 2014 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

El daño muscular inducido por el ejercicio (DMIE) tras contracciones excéntricas es una condición bien descrita que está clínicamente caracterizada por alteraciones funcionales, como la disminución de la capacidad máxima de producir fuerza, los cambios en la producción de longitud de fuerza óptima, el aumento de la tensión pasiva y el edema muscular¹⁻³. Estos cambios pueden producir una limitación del rendimiento deportivo⁴⁻⁵ y aumentar el riesgo de lesiones⁶.

Recuperar la función muscular tras un episodio de lesión es un tema relevante que ha polarizado la atención de varios investigadores, fisioterapeutas y entrenadores. Con el objetivo de fomentar la recuperación muscular, algunas de las estrategias de recuperación empleadas han consistido en contrastar la terapia con agua, la crioterapia con bolsas de hielo o inmersión en agua fría, ejercicio activo de baja intensidad, fototerapia, masaje y prenda de compresión^{5,7-12}.

El uso de prendas de compresión para mejorar la recuperación muscular ha mostrado resultados prometedores^{10,12-13}. Hay evidencia que esta modalidad de tratamiento puede contribuir a una recuperación de la función muscular más rápida, y reduce el dolor muscular tras el ejercicio y la hinchazón^{12,14} a causa de los potenciales beneficios obtenidos por efectos físicos, fisiológicos o psicológicos, aunque los mecanismos subyacentes no están suficientemente explicados¹⁴.

A pesar de los sugestivos resultados, hay que tener en cuenta que la mayoría de estudios que usan prendas de

compresión involucran el miembro inferior. En un estudio de metaanálisis reciente Hill et al.¹² encontraron 12 estudios que establecían criterios, aunque solo 3 de ellos^{13,15,16} incluían la manga de compresión en el miembro superior tras el daño producido por el ejercicio. Es interesante que en estos estudios la manga de compresión se usó a las 72 o 120 h siguientes al daño causado por el ejercicio, en tanto que otros estudios reportan resultados efectivos con medias de compresión ya a las 12 h siguientes al daño producido en los miembros inferiores^{9,10,17}.

Es importante destacar que las estrategias de recuperación postejercicio no solo deben ser eficaces, sino que también deben promover la adhesión al tratamiento, lo que implica un tiempo necesario para alcanzar resultados eficaces. No obstante, parece que los períodos de tratamiento de 72 h o más son largos, en tanto que los hechos en períodos cortos, unas 12 h, pueden mejorar la adhesión al tratamiento, pero hasta donde sabemos, no existen estudios que hayan investigado la eficacia de la manga de compresión usada en períodos de corta duración, como 12 h, en la recuperación de los síntomas del DMIE de los músculos superiores del brazo. Esta cuestión es importante porque el ejercicio de la parte superior del cuerpo causa un mayor nivel de daño muscular y dolor que el ejercicio de la parte inferior¹⁸⁻²⁰. Por tanto, es posible plantear la hipótesis de que el uso de mangas de compresión por períodos de tiempo cortos puede no ser suficiente para proporcionar una recuperación efectiva, como se observa cuando se aplican prendas de compresión en la parte inferior del cuerpo.

Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo para evaluar la eficacia de la manga de compresión usada durante períodos

de tiempo cortos (12 h), para recuperar los síntomas del DMIE de los músculos superiores del brazo.

Materiales y métodos

Participantes

En un estudio aleatorio controlado, 13 sujetos sin experiencia previa en ejercicios excéntricos y que no habían practicado entrenamiento de resistencia regular durante los últimos 6 meses dieron el consentimiento informado para participar en este estudio, aprobado por el comité de ética de la Universidade Estadual do Sudoeste del Estado da Bahia (protocolo # 06615313.8.0000.0055), de acuerdo con la Declaración de Helsinki.

Los sujetos fueron observados para confirmar que no tenían enfermedades neuromusculares ni problemas musculoesqueléticos en la extremidad superior no dominante, antes de iniciar el estudio. Además, se les pidió que se abstuvieran de practicar ejercicios no habituales o actividad física vigorosa y que no tomaran ningún medicamento antiinflamatorio u otras modalidades terapéuticas durante el período experimental.

Diseño experimental

Este estudio fue diseñado para comprobar el efecto en la recuperación muscular de la banda de compresión colocada inmediatamente después de una sesión de ejercicio excéntrico. Los sujetos fueron distribuidos en 2 grupos aleatoriamente: experimental ($n = 7$) y control ($n = 6$), sin diferencias significativas evidentes entre los 2 grupos en cuanto a edad, altura o masa muscular. No se utilizó un diseño experimental longitudinal, debido a los frecuentes informes sobre el efecto protector manifestado en episodios repetidos de ejercicio excéntrico^{3,21}.

Sesión de ejercicios excéntricos

Se adoptó un protocolo de ejercicios excéntricos tomando como referencia estudios previos, usando mancuernas equilibradas^{3,22}. Para determinar el peso de las mancuernas en los ejercicios excéntricos, los sujetos debían sentarse en un banco predicador con el hombro en ángulo a 45° de flexión y 0° de abducción, y tirar de un mango unido a una célula de carga con el brazo no dominante (EMG System, São Jose dos Campos, Sao Paulo, Brasil).

El ángulo del codo se colocó a 90°, y se pidió al sujeto la flexión máxima del codo mientras mantenía el antebrazo en supinación. Esta medida fue tomada 3 veces, inmediatamente antes del ejercicio excéntrico, con 45 s de descanso entre intentos, y se utilizó la mediana de la fuerza máxima de los 3 intentos para determinar el peso de las mancuernas. No se encontraron diferencias significativas en la fuerza de las mancuernas entre los grupos (tabla 1).

Una vez determinada la carga de la mancuerna, se pidió a los sujetos que la bajarán a partir de una flexión del codo de 50° hasta la posición de extensión de 170° en 4-5 s aproximadamente, entonces el investigador retiró la mancuerna del brazo y el sujeto volvió el brazo a la posición

Tabla 1 Mediana \pm SE de las características antropométricas, carga de ejercicio, y los valores basales de dolor muscular y CBS de los grupos experimental y control

	Experimental	Control	p
Edad (años)	22 \pm 1	20 \pm 1	0,104
Altura (cm)	173 \pm 2	174 \pm 3	0,776
Peso (kg)	71 \pm 7	71 \pm 7	0,977
Fuerza isométrica muscular (N)	167 \pm 8	204 \pm 20	0,137
Carga de ejercicio (kg)	17 \pm 1	20 \pm 2	0,137
Dolor muscular (mm)	0 \pm 0	0 \pm 0	–
CBS (cm)	25,9 \pm 1	27,0 \pm 1,6	0,576

inicial para la siguiente contracción excéntrica. Los sujetos fueron verbalmente animados y dirigidos para bajar la mancuerna a una velocidad constante, siguiendo un orden propuesto por el investigador. El movimiento se repitió 30 veces, con 45 s de descanso entre contracciones.

Intervención

Inmediatamente después de los ejercicios de contracciones excéntricas los voluntarios se colocaron una manga de compresión (grupo experimental) o sin intervención (grupo control). Los voluntarios fueron asignados aleatoriamente mediante una simple distribución en 2 grupos (A y B); los asignados al grupo A recibieron una manga de compresión (grupo experimental), mientras que los del grupo B no recibieron ningún tipo de intervención (grupo control).

Los sujetos del grupo experimental llevaron la manga de compresión durante 12 h, siguiendo el protocolo sobre dolor producido por ejercicios excéntricos, y solo se les permitió sacársela para bañarse, para asegurar que el tiempo total sin la prenda de compresión no excediera los 30 min. La manga de compresión contenía fibras: un 90% de poliamida y un 10% lycra (elastano), y se cubrió el brazo no dominante desde la línea axilar hasta la mitad del antebrazo.

Variables dependientes

Las variables dependientes consistieron en flexión del codo con fuerza máxima con el ángulo de la articulación del codo fijado a 90°, circunferencia del brazo superior (CBS) y dolor muscular. La fuerza isométrica del músculo, CBS y las medidas de dolor muscular fueron tomadas antes y a las 24, 48, 72 y 96 h después del ejercicio excéntrico.

Fuerza muscular isométrica

La fuerza muscular isométrica se registró como se ha descrito anteriormente para determinar el peso de la mancuerna. Todas las medidas de fuerza muscular isométrica se tomaron antes, y a las 24, 48, 72 y 96 h sucesivas a los ejercicios excéntricos. El pico de fuerza máxima de los 3 ensayos de cada día se utilizó para comparaciones estadísticas, y la fuerza muscular isométrica registrada entre las 24-96 h posteriores al ejercicio fue normalizada con las me-

didadas registradas antes de la sesión de ejercicio, para permitir comparaciones entre grupos.

Circunferencia del brazo superior

La circunferencia del brazo superior se evaluó a 8 cm por encima de la articulación del codo con una cinta métrica Gulick, con el sujeto en pie y con el brazo colgando hacia abajo junto a la cadera. Se marcó el punto de medición en el brazo del sujeto para asegurar la colocación regular de la cinta métrica, y se utilizó el valor de la mediana de 3 mediciones para el análisis adicional, tal como indican Chen et al.³. El mismo investigador experimentado valoró la circunferencia del brazo superior de los sujetos en todas las ocasiones, para garantizar la fiabilidad de las medidas.

Dolor muscular

El nivel de dolor muscular del brazo entrenado se evaluó mediante una escala analógica visual (EAV) que consistía en una línea de 100 mm que indica «sin dolor» en un extremo (0 mm), y «mucho, mucho dolor» en el otro extremo (100 mm). Se pidió a los sujetos que indicaran el nivel de dolor en la línea al investigador cuando extendiera la articulación del codo al máximo. Siempre el mismo investigador evaluó el dolor muscular a todos los sujetos, y se siguió un protocolo estandarizado como describen estudios anteriores^{3,22}.

Análisis estadístico

Las características antropométricas y carga de ejercicio (es decir, peso de la mancuerna para la sesión de ejercicios), así como las medidas de referencia de la fuerza muscular isométrica, dolor muscular y la circunferencia de la parte superior del brazo de los grupos se compararon con el test *t* de Student no apareado. La fuerza máxima de flexión del codo y CBS medidas después de la sesión de ejercicio y la intervención se normalizaron usando la propia línea basal de cada sujeto (es decir, medición antes de la serie de ejercicios y de la intervención) como medida de referencia. Las variables dependientes fueron evaluadas con un análisis del modelo de varianza de dos vías (2 grupos × 5 veces) con medidas repetidas en puntos temporales y grupo como factores intersujeto para comparar la fuerza normalizada, CBS y EAV normalizados para los grupos (experimental y control) siguiendo series de ejercicios. Se realizaron múltiples comparaciones siguiendo el método de Bonferroni (0,05/número de comparaciones). Se utilizó un nivel de significación de $p < 0,05$ para todos los procedimientos estadísticos. Los resultados se presentan como mediana ± SE. Se completó el análisis estadístico utilizando el paquete estadístico PASW 18 (SPSS Inc., Chicago, IL).

Resultados

Las características antropométricas y la carga de ejercicio (es decir, peso de la mancuerna para la serie de ejercicios) de los grupos experimental y control no fueron diferentes. También se observaron valores de referencia similares para el dolor muscular y CBS (tabla 1).

Para la fuerza normalizada, se observó un efecto significativo principal de las medidas ($F_{4,55} = 5,51$; $p = 0,001$). La fuerza normalizada disminuyó significativamente después de la sesión de ejercicio excéntrico para ambos grupos, llegando a la discapacidad de ~ 43 y ~ 34%, para el grupo control y experimental, respectivamente, 24 h después del ejercicio. A pesar de esto, no se observó un efecto principal significativo para grupos o medidas de interacción de grupo (fig. 1A).

La circunferencia del brazo superior y el dolor muscular mostraron un efecto significativo importante para las medidas ($F_{4,55} = 6,49$; $p < 0,001$ de BCS y $F_{4,55} = 6,95$; $p < 0,001$ para el dolor muscular), con un aumento tras la sesión de ejercicio en ambos grupos. Además, no se observó ningún efecto principal significativo para grupos o interacciones grupo × medida (fig. 1B,C).

Discusión

El principal hallazgo de esta investigación fue que el uso de una manga de compresión en un periodo de tiempo corto (12 h) no resultó eficaz para mejorar la recuperación de los síntomas de DMIE de los músculos superiores del brazo. Este resultado está en línea con nuestra hipótesis de que la manga de compresión usada durante un periodo corto puede que no sea suficiente para contribuir a una recuperación efectiva de DMIE, cosa muy distinta si se aplican las prendas de compresión en las extremidades inferiores.

El provecho que se obtiene de la prenda de compresión puede obedecer a que crea una caída de la presión externa, lo que compensa parcialmente cambios en la presión osmótica y reduce el espacio disponible para la hinchazón^{12,23-25}. A pesar del aspecto especulativo de esta hipótesis, ello podría explicar los resultados positivos de las prendas de compresión, la disminución de la exudación y el grado de la quimiotaxis, atenuando así la respuesta inflamatoria y el dolor percibido^{12,23}.

Aunque los mecanismos subyacentes no han sido suficientemente aclarados, se ha reconocido el uso de prendas de compresión para mejorar la recuperación del daño muscular¹², pero los resultados positivos se observan principalmente cuando se emplean las prendas de compresión en el miembro inferior¹², mientras que para la parte superior del brazo hay solo 2 estudios con resultados positivos^{13,16}.

Kraemer et al.¹⁶ sometieron a un grupo de mujeres sanas jóvenes a ejercicios que causan dolor en el brazo superior (flexores del codo) y las distribuyeron en 2 grupos, un grupo control (es decir, sin intervención) y un grupo de intervención, que utiliza un manguito de compresión a lo largo de un periodo de recuperación de 5 días (es decir, 120 h). Estos autores observaron una recuperación significativa de los síntomas de DMIE (evitó la pérdida de movimiento del codo, disminuyó el dolor percibido, se redujo la hinchazón y contribuyó a la recuperación de la producción de fuerza), lo que sugiere un efecto beneficioso de la manga de compresión. Sin embargo, es importante señalar que en el estudio citado se observaron diferencias significativas entre los grupos en la producción de fuerza y dolor percibido predominantemente después del tercer día de periodo de recuperación, que corresponden a ~ 72 h de uso continuado de la manga de compresión.

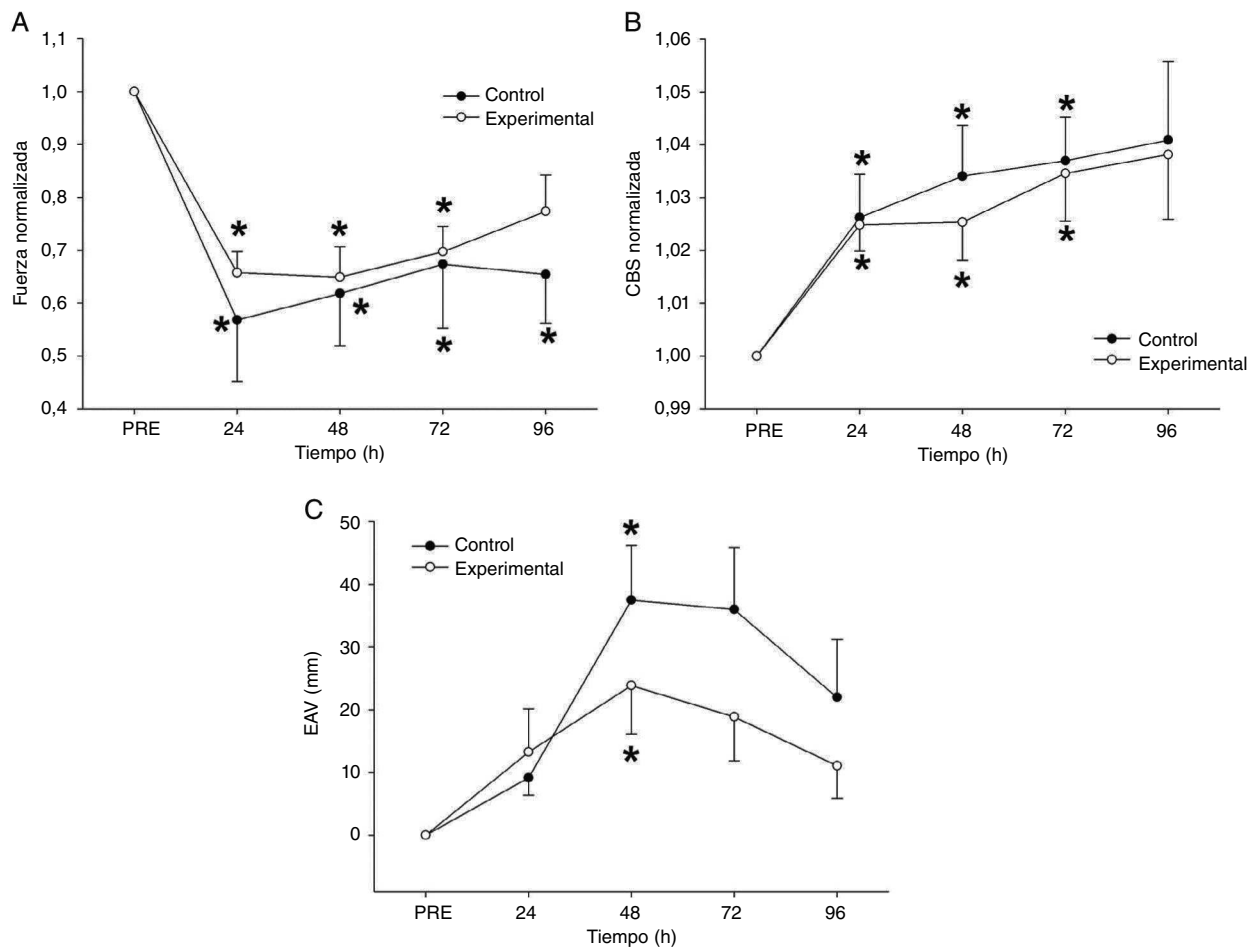


Figura 1 Mediana \pm SE de fuerza normalizada (A), circunferencia normalizada de la parte superior del brazo (B) y dolor muscular (C) en grupo experimental y grupo control antes (PRE), y a las 24, 48, 72 y 96 h después de un ejercicio excéntrico.

* Significativamente diferente de las medidas PRE ($p < 0,05$).

Resultados similares fueron encontrados por Kraemer et al.¹³ pero referidos a hombres jóvenes sanos y con un uso de la manga de compresión de 72 h. Es interesante que Carling et al.¹⁵ no encontraran diferencias en la recuperación del DMIE (dolor percibido, amplitud de movimiento [ROM], circunferencia del brazo, producción de fuerza) en la parte superior del brazo (flexores del codo) entre el grupo control y la manga de compresión utilizada durante 72 h.

Estos resultados sugieren un beneficio potencial del uso de la manga de compresión en la recuperación de DMIE, pero se ha probado solo con mangas de compresión usadas durante largos periodos de tiempo (es decir, 72 h o más), mientras que muchos estudios mostraron resultados positivos cuando las medias de compresión su utilizaban las 12 h siguientes en el miembro inferior dañado por el ejercicio^{9,10,17}.

En este contexto, se evaluó la eficacia de las mangas de compresión usadas en periodos de tiempo cortos (12 h) para la recuperación de los síntomas del DMIE de los músculos superiores del brazo, y encontramos que no fue eficaz para mejorar la recuperación. Nuestros resultados confirman la

hipótesis sugerida que los periodos de tiempo cortos de uso de la manga de compresión no pueden dar lugar a resultados efectivos, como se observa cuando se aplican las prendas de compresión a los miembros inferiores del cuerpo.

Es sabido que los ejercicios de la parte superior del cuerpo producen mayores niveles de daño muscular y dolor que los ejercicios en la extremidad inferior¹⁸⁻²⁰, y la diferente susceptibilidad muscular al DMIE (principalmente con acciones excéntricas) puede ser resultado de la diferente arquitectura de los músculos de brazos y piernas²⁴, de tal manera que la tensión mecánica por unidad de músculo difiere entre estos 2 grupos de músculos al realizar ejercicios con la misma intensidad (es decir, un porcentaje del máximo).

Además, Jamurtas et al.¹⁸ propusieron que las acciones excéntricas submáximas de los músculos inferiores del cuerpo, como caminar cuesta abajo y bajar escaleras, se realizan rutinariamente durante las actividades diarias y está bien documentado que, tras los episodios repetidos de ejercicio excéntrico, los músculos se adaptan para protegerse contra nuevos daños²⁶. Esta diferencia en la susceptibilidad al DMIE de músculos de las extremidades superiores

e inferiores puede explicar nuestros resultados, de manera que la misma intervención, como el uso de prendas de compresión, aplicada con los mismos parámetros, puede no producir resultados similares. Al igual que en otras intervenciones terapéuticas, el tiempo de exposición o tratamiento pueden influir en el resultado, y en las mangas de compresión el período de intervención mínimo parece ser mayor que 12 h. Nuevos estudios deberían centrarse en esta cuestión: ¿Cuál es el tiempo mínimo de intervención con las mangas de compresión para contribuir a la recuperación muscular después de lesionarse por el ejercicio?

Conclusión

Nuestros resultados, junto con hallazgos previos, sugieren que 12 h de uso de una prenda de compresión no son suficientes para mejorar la recuperación del DMIE en los músculos superiores del brazo, y sería necesario el uso de la prenda de compresión durante periodos más largos para lograr resultados positivos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

Mikhail Santos Cerqueira, Lucio Santos Borges y José Alberto dos Santos Rocha agradecen al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) y a la Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), respectivamente, la beca concedida (# 046/2012).

Bibliografía

- Morgan DL, Allen DG. Early events in stretch-induced muscle damage. *J Appl Physiol.* 1999;87:2007-15.
- Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001;537:333-45.
- Chen TC, Chen HL, Lin MJ, Wu CJ, Nosaka K. Potent protective effect conferred by four bouts of low-intensity eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:1004-12.
- Byrne C, Eston R. The effect of exercise-induced muscle damage on isometric and dynamic knee extensor strength and vertical jump performance. *J Sports Sci.* 2002;20:417-25.
- Gill ND, Beaven CM, Cook C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med.* 2006;40:260-3.
- Cheung K, Hume PA, Maxwell LL. Delayed onset muscle soreness treatment strategies and performance factors. *Sports Med.* 2003;33:145-64.
- Liu XG, Zhou YJ, Liu TC, Yuan JQ. Effects of low-level laser irradiation on rat skeletal muscle injury after eccentric exercise. *Photomed Laser Surg.* 2009;27:863-9.
- Barnett A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: Does it help? *Sports Med.* 2006;36:781-96.
- Jakeman JR, Byrne C, Eston RG. Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109:1137-44.
- Jakeman JR, Byrne C, Eston RG. Efficacy of lower limb compression and combined treatment of manual massage and lower limb compression on symptoms of exercise induced muscle damage in women. *J Strength Cond Res.* 2010;24:3157-65.
- Leeder J, Gissane C, Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: A meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2012;46:233-40.
- Hill J, Howatson G, Someren K, Leeder J, Pedlar C. Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: A meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48:1340-6.
- Kraemer WJ, Bush JA, Wickham RB, Denegar CR, Gomez AL, Duncan NB, et al. Continuous compression as an effective therapeutic intervention in treating eccentric-exercise induced muscle soreness. *J Sport Rehabil.* 2001;10:11-23.
- MacRae BA, Cotter JD, Laing RM. Compression garments and exercise: garment considerations, physiology and performance. *Sports Med.* 2011;41:815-43.
- Carling J, Francis K, Lorish C. The effects of continuous external compression on delayed-onset muscle soreness (DOMS). *Int J Rehabil Health.* 1995;1:223-35.
- Kraemer WJ, Bush JA, Wickham RB, Denegar CR, Gomez AL, Gotshalk LA, et al. Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2001;31:282-90.
- French DN, Thompson KG, Garland SW, Barnes CA, Portas MD, Hood PE, et al. The effects of contrast bathing and compression therapy of muscular performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40:1297-306.
- Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, et al. Comparison between leg and arm eccentric exercises of the same relative intensity on indices of muscle damage. *Eur J Appl Physiol.* 2005;95:179-85.
- Chen TC, Lin KY, Chen HL, Lin MJ, Nosaka K. Comparison in eccentric exercise-induced muscle damage among four limb muscles. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:211-23.
- Machado M, Brown LE, Augusto-Silva P, Pereira R. Is exercise-induced muscle damage susceptibility body segment dependent? Evidence for whole body susceptibility. *J Musculoskeletal Neuronal Interact.* 2013;13:105-10.
- Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33:1490-5.
- Chen TC, Nosaka K, Sacco P. Intensity of eccentric exercise, shift of optimum angle and the magnitude of repeated bout effect. *J Appl Physiol.* 2007;102:992-9.
- Kraemer WJ, French DN, Spiering BA. Compression in the treatment of acute muscle injuries in sport. *Int Sport Med J.* 2004;5:200-8.
- Lieber RL, Friden J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve.* 2000;23:1647-66.
- Davies V, Thompson KG, Cooper SM. The effects of compression garments on recovery. *J Strength Cond Res.* 2009;23:1786-94.
- Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil.* 2002;81:552-69.