

## ORIGINAL

# Efecto de los pantalones compresivos en la amplitud articular y el rendimiento en el salto vertical

Xantal Borràs\*, Xavier Balius, Franchek Drobnic

Grupo de Investigación GIRSANE, Centro de Alto Rendimiento (CAR), Sant Cugat del Vallès, Barcelona, España

Recibido el 25 de marzo de 2011; aceptado el 21 de julio de 2011.

## PALABRAS CLAVE

Biomecánica;  
Videografía 2D;  
Rango de movimiento;  
Valoración funcional

## KEYWORDS

Biomechanics;  
2D analysis;  
Range of movement;  
Functional evaluation

## Resumen

**Objetivo:** Este estudio pretende determinar si la compresión provoca cambios mecánicos en el movimiento y se producen incrementos del rendimiento deportivo.

**Material y métodos:** Participaron en el estudio 8 sujetos de sexo masculino ([mediana  $\pm$  DE] edad: 25,6  $\pm$  10,3 años, talla: 177,9  $\pm$  2,9 cm, peso: 71,9  $\pm$  7,4 kg). Se evaluó la amplitud articular pasiva mediante tres pruebas: Thomas, Ridge y flexión de cadera con la pierna estirada, y la amplitud articular activa durante el salto vertical. Los valores del ROM fueron determinados utilizando un sistema de videografía 2D. La altura del salto y la fuerza máxima realizada durante la impulsión se utilizaron para comparar el rendimiento. Cada una de las pruebas se realizó utilizando pantalones de compresión (tejido indesmaltable por urdimbre, 57% poliamida y 43% elastómero), mallas de lycra convencionales y ropa interior como caso control, mediante un método aleatorio balanceado.

**Resultados:** No se observaron diferencias significativas entre las tres condiciones en los dos parámetros de rendimiento. En cambio, se observó que la compresión limita significativamente la amplitud articular de la cadera, disminuyendo la extensión y la flexión máxima durante la valoración pasiva y la flexión máxima durante la valoración activa.

**Conclusiones:** Los pantalones compresivos actúan en la misma línea que los vendajes funcionales, no varían el rendimiento de la actividad deportiva pero restringen la movilidad de las articulaciones afectadas por la compresión. Esta limitación puede tener efectos profilácticos al prevenir lesiones cuando se excede súbitamente el límite articular individual.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

## Compression shorts effects in the hip range of motion and in vertical jump

### Abstract

**Objective:** The purpose of this study was to assess whether compression affects movement mechanics and increases sport performance.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: xborras@car.edu (X. Borràs).

**Material and methods:** Eight subjects participated in the study ([mean  $\pm$  SD] age:  $25.6 \pm 10.3$  years, height:  $177.9 \pm 2.9$  cm, weight:  $71.9 \pm 7.4$  kg). Passive range of movement was evaluated by means of Thomas, Ridge and hip flexion with straight leg tests. The active range of movement was assessed during vertical jump. Values were determined using 2D analysis. Jump height and peak force applied during impulse phase were used for performance comparison. Tests were performed in three different conditions, using compression shorts (warp knitted fabric 57% Polyamide and 43% Elastan), standard lycra shorts and underwear as a control using a balanced, randomised design.

**Results:** There were no significant differences between the three conditions in the performance parameters, whereas compression significantly limited the hip range of motion (ROM) during either passive or active evaluations.

**Conclusions:** Compression garments act as functional bandages, allowing normal functional movement but restricting ROM. These limitations could have prophylactic effects, preventing injuries when suddenly exceeding the limit of individual joints.

© 2011 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introducción

El uso de mallas compresivas está de moda en el entorno deportivo. Muchos deportistas que utilizan este tipo de pantalón refieren que tienen mayor sensación de protección y confort, así como una reducción del dolor muscular postesfuerzo (DOMS). Desde el punto de vista científico se han observado incrementos de la temperatura de la piel cuando se utilizan tejidos de compresión<sup>1,2</sup>, lo cual puede ser beneficioso para aislar térmicamente el músculo, reducir el tiempo de calentamiento y el riesgo potencial de lesiones especialmente en condiciones de frío<sup>2</sup>. Según Kraemer et al.<sup>3</sup> la compresión también puede tener un efecto profiláctico, puesto que mejora la propiocepción y el reconocimiento de la posición articular. Además, cuando se utilizan tejidos compresivos hay una reducción de la oscilación muscular<sup>1,3,4</sup>. Se ha demostrado, mediante biopsia muscular, que esta disminución del desplazamiento muscular está asociada a una reducción de la inflamación del tejido muscular y a una disminución de la lesión estructural del sarcómero<sup>4</sup>.

Otra línea de estudio en torno a los efectos de la compresión ha sido determinar si el uso de este tipo de tejido es beneficioso para mejorar el rendimiento. Los resultados son contradictorios, ya que algunos estudios indican mejoras en el rendimiento<sup>1,3,5,6</sup>, mientras que otros no han encontrado mejora alguna<sup>2,7-9</sup>.

Existe poca información sobre si el uso de la compresión modifica la mecánica del movimiento. Los pantalones compresivos diseñados, siguiendo los principios de los vendajes funcionales, deberían reducir el rango de movimiento articular (ROM) y, al mismo tiempo, deberían permitir un movimiento funcional normal<sup>10</sup>. Los estudios al respecto han observado que la compresión limita la flexión de la cadera durante la ejecución del salto vertical<sup>1,8</sup> y la carrera<sup>1,11</sup>.

Los objetivos del presente estudio son determinar si las mallas compresivas provocan una disminución del ROM pasivo y activo y si producen un incremento en el rendimiento del salto vertical.

## Material y métodos

Participaron en el estudio 8 sujetos de sexo masculino ([mediana  $\pm$  DE] edad:  $25,6 \pm 10,3$  años, talla:  $177,9 \pm 2,9$  cm; peso:  $71,9 \pm 7,4$  kg). Ningún sujeto padecía alteración musculoesquelética alguna en el momento de realizar el test y todos ellos eran físicamente activos. Previamente a la realización del estudio todos los sujetos fueron debidamente informados y firmaron su consentimiento. El estudio fue aprobado por el Comité Científico del Consell Català de l'Esport i en todo momento se respetaron los principios éticos de la investigación biomecánica con seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki<sup>12</sup>.

Para poder llevar a cabo los objetivos del estudio, los sujetos se sometieron a una valoración de la amplitud articular pasiva seguida de un test de salto vertical. Este ejercicio ha sido utilizado por otros autores para valorar el rendimiento y la mecánica del gesto cuando se usan pantalones compresivos<sup>1,8,9</sup>. Todas las pruebas se repitieron en tres condiciones diferentes: utilizando pantalones de compresión, utilizando pantalones de lycra convencionales y utilizado ropa interior como control. Todas las valoraciones se realizaron en el mismo día con un método aleatorio balanceado.

Los pantalones de compresión utilizados (Colibri®, Puntiblond, España) están compuestos de tejido indesmalleable por urdimbre de 57% (Pa) poliamida y 43% elastómero (fig. 1). Esto les proporciona, a diferencia de las prendas de compresión habituales que utilizan una trama sencilla, controlar la elasticidad en los 360° y hace que las elongaciones en los tres ejes estén amortiguadas y controladas y las recuperaciones sean prácticamente iguales.

El ROM se evaluó de manera pasiva en la articulación de la cadera. Se realizó mediante tres tests de valoración conocidos: los test de Ridge, de Thomas y el de flexión de cadera con la pierna estirada siguiendo el protocolo descrito por Norkin<sup>13</sup>. Los ejercicios se registran desde el plano sagital con una cámara de video (Sony HDR-FX7). Las imágenes fueron procesadas (TCD2010, SportSupport) para poder obtener los ángulos de flexión y la extensión de la cadera (fig. 2).

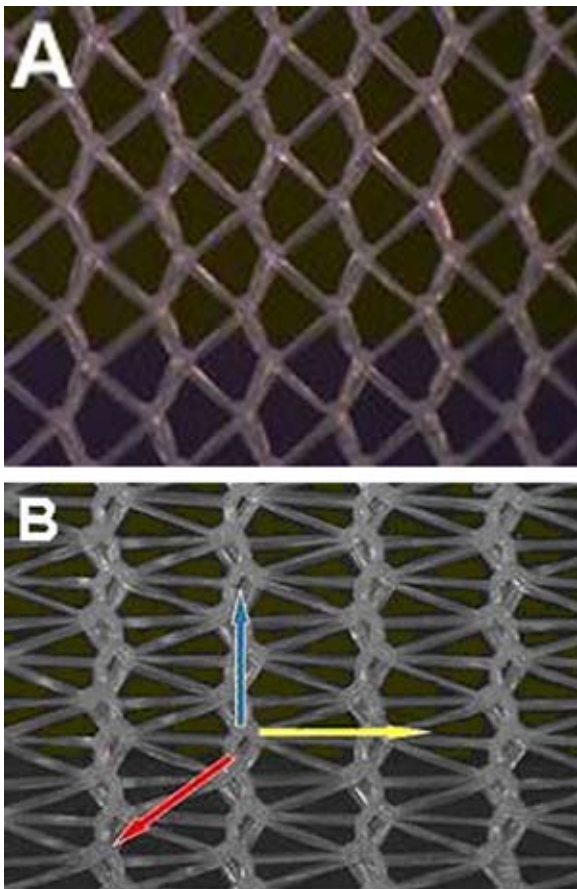


Figura 1 A y B: Tejido.

El salto vertical con contramovimiento y con las manos en la cadera (CMJ) se evaluó sobre una plataforma de fuerzas (Kistler Instrument Corporation, Model 9281B) a una frecuencia de 1.000 Hz y sobre una plataforma de contactos (Ergojump System). Ello permitió determinar la altura del salto y el pico de fuerza realizado durante su ejecución. El salto se repitió tres veces para cada condición. Paralelamente, se registró el movimiento desde el plano sagital con una cámara de vídeo (Sony HDR-FX7) a una frecuencia de 50 Hz. Previamente a la realización del salto, se colocaron 4 marcadores, en el trocánter mayor del fémur, el epicóndilo femoral, la cabeza del peroné y el maléolo lateral externo de la pierna izquierda. Mediante el procesado en 2D de los marcadores (TCD2010, SportSupport) se obtuvo el valor del ángulo de la cadera respecto al plano horizontal y el ángulo de la rodilla en el momento de máxima flexión de piernas (fig. 3).

Para comparar la existencia de diferencias entre las tres condiciones se utilizó un análisis estadístico de la variancia (ANOVA). Para el análisis de la mecánica del movimiento se compararon los ángulos articulares en la prueba de flexibilidad y el salto vertical. Para el análisis del rendimiento se comparó la altura y la fuerza máxima desarrollada en el salto.

## Resultados

Los resultados de los parámetros que indican el rendimiento en el salto vertical se muestran en la figura 4. Podemos

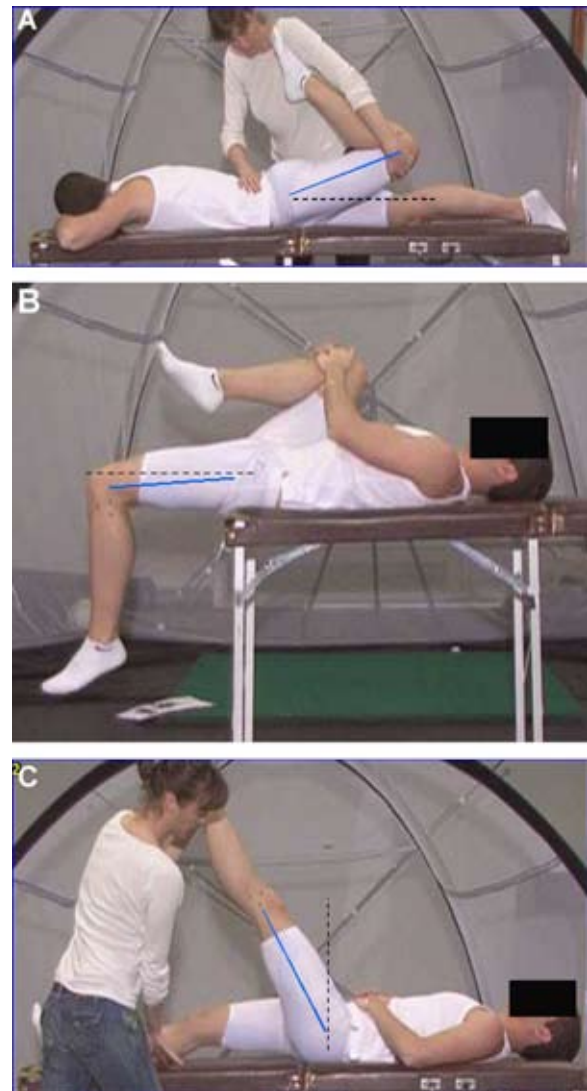


Figura 2 A, B y C: Ejercicios pasivos.

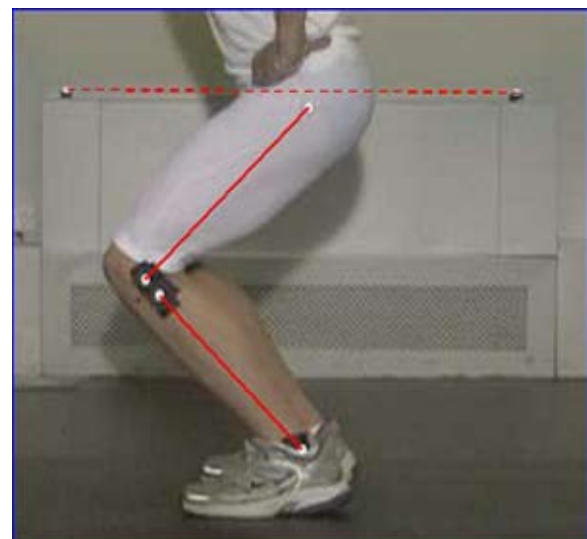


Figura 3 Salto vertical.

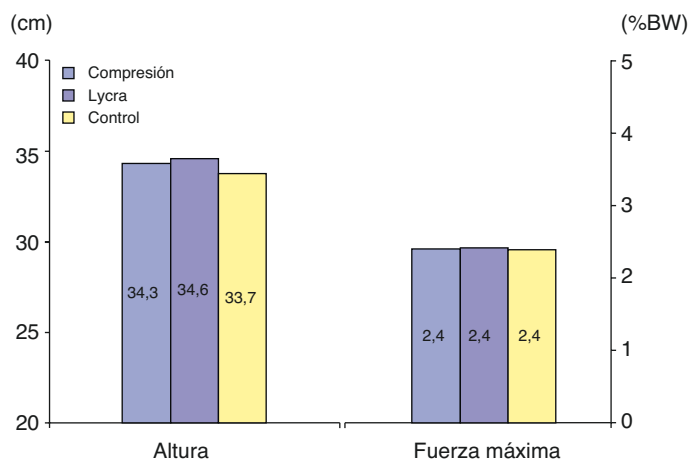


Figura 4 Resultados de rendimiento.

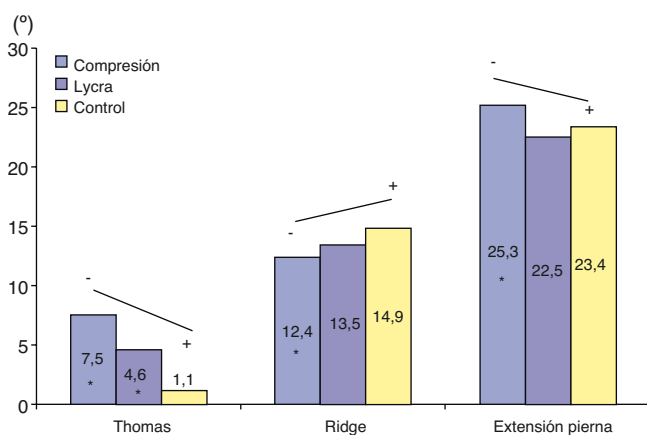


Figura 5 Resultados ROM pasivos.

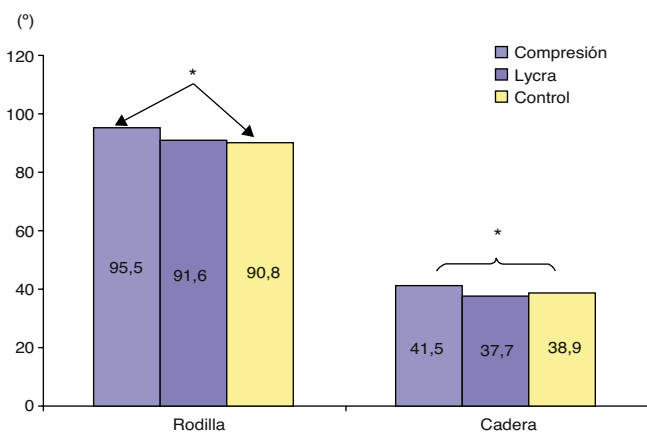


Figura 6 Resultados ROM activo.

observar diferencias de menos de un centímetro entre las tres condiciones, pero estas variaciones no son significativamente diferentes. La fuerza máxima desarrollada durante la ejecución del salto tampoco es significativamente diferente entre los tres tipos de pantalones utilizados.

En cuanto a la mecánica del movimiento, los valores angulares en la prueba de flexibilidad y el salto vertical se representan en las figuras 5 y 6, respectivamente.

Se puede observar que en la valoración del ROM existe una pérdida de la anchura del movimiento cuando se utilizan pantalones de compresión. Las diferencias entre la compresión y el grupo control son significativamente diferentes en los tres ejercicios. El ROM en los pantalones de lycra es significativamente diferente al grupo control del test de Thomas y significativamente diferente a los pantalones de compresión de los test de Ridge y extensión de cadera.

Referente al salto vertical, observamos que existe menor flexión en la cadera y en la rodilla y que es significativa en todos los casos entre los pantalones de compresión y el caso control.

## Discusión

Uno de los objetivos de este estudio fue determinar si la utilización de tejidos compresivos tiene efectos en el rendimiento deportivo, y por ello se evaluó la altura y el pico de fuerza máxima conseguida durante la ejecución de un salto vertical. No se observaron diferencias significativas entre las tres condiciones en los dos parámetros de rendimiento. Se encontraron varias referencias bibliográficas que analizan si la utilización del tejido compresivo es beneficiosa para la mejora del rendimiento. Los resultados de estos estudios son contradictorios, puesto que algunos observan mejoras en el rendimiento<sup>1,3,5,6</sup>, mientras que otros no observan ninguna<sup>2,7-9,11</sup>. Tres de las referencias evalúan el rendimiento del salto vertical y dos de ellas concuerdan con los resultados obtenidos en este estudio. Bernhardt<sup>8</sup> y Anderson<sup>8</sup> no observan diferencias entre la compresión y la no compresión por lo que se refiere a la potencia desarrollada durante el salto. Tampoco Ross<sup>9</sup> observa mejora alguna en la velocidad de salida del salto, el impulso o la potencia en un test de 10 saltos repetidos. En cambio, Doan et al.<sup>1</sup> obtienen una mejora significativa en la altura del salto cuando se utilizan pantalones con un sistema de compresión. Los pantalones compresivos utiliza-



dos en este estudio concreto estaban compuestos por un 25% de caucho butilo, un material elástico que, según los autores, puede incrementar la fuerza propulsiva realizada durante el salto.

El otro objetivo del estudio fue determinar si las mallas compresivas provocan una disminución del ROM, tanto pasivo como activo. El ROM pasivo se analizó mediante tres pruebas de valoración de la máxima amplitud articular. Se sabe que los test de valoración de la anchura articular pasivos son más difíciles de reproducir que los tests de valoración activos<sup>14</sup>, y para facilitar esta tarea se recomienda que los tests sigan un protocolo. Para realizar este estudio se utilizaron tres pruebas de valoración descritas y normalizadas en la literatura científica<sup>13</sup>. Todos los resultados pasivos fueron realizados por el mismo examinador experimentado, de esta manera se evitaron errores debidos a la falta de fiabilidad inter-evaluador. Varios estudios han observado una alta fiabilidad intra-evaluador para medir la anchura articular de la extremidad inferior<sup>15,16</sup>, sobre todo cuando las valoraciones se realizan en un corto espacio de tiempo<sup>14</sup>. Con el fin de evaluar la fiabilidad intra-evaluador de este proyecto, se procesaron dos veces los datos. La correlación obtenida en la repetición del procesamiento de los valores angulares es elevada (entre 0,953 y 0,995), hecho que indica que existe una buena fiabilidad intra-evaluador del estudio.

La aplicación de los tests de anchura articular permitió observar que la compresión limita significativamente la extensión y la flexión pasiva máxima de cadera. Estos resultados no pueden ser contrastados con otros estudios, puesto que no hemos encontrado ninguna referencia que evalúe el ROM máximo con tests pasivos durante la aplicación de compresión.

Cuando se evaluó el ROM activo mediante la ejecución del salto vertical, los resultados de nuestro estudio determinaron que la compresión disminuye significativamente el ángulo de flexión de cadera y de rodilla del contramovimiento. Estos resultados son similares a los observados por Doan et al.<sup>1</sup> y Bernhardt y Anderson<sup>8</sup>, que obtienen una reducción de la anchura de la sentadilla previa al salto. Los resultados son similares en el caso de la carrera, puesto que se ha observado una reducción en la flexión de la cadera durante la fase de recuperación de la pierna libre cuando se utiliza la compresión<sup>1,11</sup>. Como hemos podido observar, esta reducción del ROM no afecta al rendimiento del salto vertical. Cabe suponer que la compresión y la rigidez del material proporcionan un mayor momento de fuerza de flexión y extensión final del rango de movimiento que podría favorecer el salto<sup>1</sup>, y que su composición elástica también podría optimizar la fuerza propulsiva durante el contramovimiento<sup>1</sup>.

Según Verhagen et al.<sup>10</sup>, si los pantalones compresivos están diseñados siguiendo los principios de los vendajes funcionales, deberían reducir el ROM y, al mismo tiempo, deberían permitir una funcionalidad normal. Como hemos visto, distintos estudios, entre ellos el nuestro, han determinado que la compresión modifica la mecánica de la carrera y el salto vertical<sup>1,8,11</sup>. El rango de movimiento está limitado, tal como sucede cuando se utiliza un vendaje. Por tanto, cabe pensar que la limitación del ROM puede tener un efecto preventivo, protegiendo los impactos femoroacetabulares y las elongaciones máximas de la musculatura

isquiotibial. Por otro lado, ningún estudio ha encontrado que empeore el rendimiento cuando se utilizan pantalones compresivos. Es decir, los pantalones actúan como vendaje que limita la anchura máxima de movimiento, pero no limitan la funcionalidad del gesto, hecho que supone una ventaja ya que no se depende de nadie que coloque el vendaje y, además, se evitan posibles problemas cutáneos.

Habida cuenta que se ha observado que la compresión tiene otros efectos preventivos, como el incremento de la temperatura muscular<sup>1,2</sup> y la mejora de la propiocepción<sup>3</sup>, y que provoca una reducción de la inflamación del tejido muscular y una disminución de la lesión estructural del sarcómero<sup>4</sup>, relacionada con el dolor muscular agudo (DOMS), como consecuencia de la reducción de la oscilación muscular<sup>1,3,4</sup>, se comprende que se esté generalizando el uso de este tipo de tejido en el mundo deportivo.

## Conclusiones

Los resultados de este estudio han permitido observar que los pantalones compresivos actúan en la misma línea que los vendajes funcionales. Por un lado no limitan el rendimiento de la actividad deportiva, y por otro restringen la movilidad de las articulaciones afectadas por la compresión. Esta limitación puede tener efectos profilácticos al prevenir lesiones cuando se excede repentinamente el límite articular individual.

## Financiación

Este estudio ha recibido financiación de la empresa Puntiblon.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Doan BK, Kwon Y-H, Newton RU, Shim J, Popper EM, Rogers RA, et al. Evaluation of a lower-body compression garment. *J Sports Sci.* 2003;21:601-10.
2. Duffield R, Portus M. Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *Br J Sports Med.* 2007;41:409-14.
3. Kraemer WJ, Brush JA, Newton RU, Duncan ND, Volek JS, Denegar CR, et al. Influence of a compressive garment on repetitive power output production before and after different types of muscle fatigue. *Sports Med Training Rehab.* 1998;8:163-84.
4. Borràs X, Balias X, Drobnic F, Til L, Turmo A, Valle J. Effects of lower body compression garment in muscle oscillation and tissue injury during intense exercise. *Rev Port Cien Desp.* 2011;11 Suppl 2:685-8.
5. Kraemer WJ, Brush JA, Bauer JA, Triplett-McBride N, Paxton NJ, Clemson A, et al. Influence of compressive garments on vertical jump performance in NCAA Division I Volleyball Players. *J Strength and Cond Res.* 1996;10:180-3.

6. Higgins T, Naughton GA, Burgess D. Effects of wearing compression garments on physiological and performance measures in a simulated game-specific circuit for netball. *J Sci Med Sport*. 2009;12:223-6.
7. Duffield R, Edge J, Merrells R, Hawake E, Barnes M, Simcock D, et al. The effects of compression garments on intermittent exercise performance and recovery on consecutive days. *Int J Sports Physiol Perform*. 2008;454-68.
8. Bernhardt T, Anderson GS. Influence of moderate prophylactic compression on sport performance. *J Strength and Cond Res*. 2005;19:292-7.
9. Ross N. Limb compression does not alter the forces generated during the vertical jump. 2009. Doctoral Thesis. Indiana University [consultado 19 Nov 2010]. Disponible en: <http://scholarworks.iu.edu/dspace/handle/2022/6470>
10. Verhagen EALM, Van Der Beek AJ, Van Mechelen W. The effect of tape, braces and shoes on ankle of motion. *Sports Med*. 2001;31:667-77.
11. Borràs X, Balius X, Drobnic F. Effect of lower body compression garment in running mechanics. *Rev Port Cien Desp*. 2011;11 Suppl 2:593-6.
12. World Medical Association. World Medical Association Declaration of Helsinki. Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. Helsinki, Finland: 18th WMA General Assembly; 1964.
13. Norkin CC, Rodilla A, Norkin CC, editores. Goniometría. Evaluación de la movilidad articular. Madrid: Marban cop; 2006.
14. Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther*. 1987;67:1872-967.
15. Gajdoski RL. Passive extensibility of skeletal muscle: review of literature with clinical implications. *Clin Biomech*. 2001;16:87-101.
16. Perrin A, Aurel C, Petitdant B, Royne A. Extensibilité des ischio-jambiers: reproductibilité intra et inter-testeur d'un test inspiré de Kendall. *Kinésithérapie*. 2003;16:30-7.