

Article

Efectos de las Prendas de Compresión para Piernas sobre la Recuperación entre Series de Ejercicios en Ciclistas Altamente Entrenados

Matthew W. Driller E. y Shona L. Halson

Australian Institute of Sport, Australia

RESUMEN

El uso de prendas de compresión como estrategia de recuperación se ha vuelto muy popular entre los atletas. El objetivo de este estudio fue investigar el efecto de las prendas de compresión para piernas sobre la recuperación entre dos series del ciclismo. Diez ciclistas altamente entrenados (Media \pm SD; edad = 31 \pm 6 años; talla=181 \pm 6 centímetros; peso = 75,9 \pm 5,9 kg; V02max = 66,6 \pm 3,8 mL kg⁻¹ 1min⁻¹) realizaron dos series de ciclismo de 30 minutos (15 minutos en producción de potencia fija, prueba contrarreloj de 15 minutos) en una bicicleta ergométrica, separada por un período de recuperación pasivo de 60 minutos vistiendo o prendas de compresión para piernas (LBCG) o shorts holgados (CON). Los sujetos realizaron las dos pruebas de manera aleatorizada siguiendo un diseño cruzado con tres días de separación entre ambas pruebas. Durante el período de recuperación se realizó la medición del lactato sanguíneo, del perímetro de las piernas y de la percepción de dolor. Los resultados indicaron una mejora pequeña pero significativa ($P < 0,05$) en la recuperación evidenciada por el mantenimiento de la producción de potencia en la segunda serie de ejercicio en el grupo LBCG en comparación con el grupo CON (-0,20% y -2,15%, respectivamente. Tamaño de efecto (ES); 0,22). LBCG también se asoció con reducciones significativas en las mediciones de perímetros de piernas y en la concentración de lactato sanguíneo en comparación con el grupo CON. Aunque no fue estadísticamente significativo, se observó un efecto moderado sobre la percepción de dolor en el grupo LBCG (ES; -0,62). Nosotros sugerimos que las prendas de compresión para piernas mejoran la recuperación entre las series de ciclismo y mejoran el rendimiento subsiguiente.

Palabras Clave: Rendimiento, lactato sanguíneo, ciclismo, fatiga, prueba contrarreloj.

INTRODUCCIÓN

El uso de prendas de compresión y vendas de compresión está ampliamente documentado en la literatura médica como un método para tratar los desórdenes circulatorios y linfáticos (Ramelet 2002). Dada la eficacia de las prendas de compresión como tratamiento en el campo médico, el uso estas prendas en la industria deportiva se ha vuelto muy popular durante la última década, y varias compañías comerciales afirman que los beneficios médicos asociados pueden ser aplicados en el

ámbito deportivo para mejorar la recuperación.

Se piensa que las prendas de compresión mejoran el retorno venoso a través de la aplicación de una compresión graduada de las piernas en sentido proximal a distal (Benkö et al. 2001; Bochmann et al. 2005; Lawrence y Kakkar 1980). Las prendas de compresión ejercen presión directamente en los tejidos subyacentes por lo que se reduciría la presión transmural de las arteriolas, lo que les permitiría dilatarse y como consecuencia, aumentar el flujo sanguíneo (Davies et al. 2009; O'Donnell Jr et al. 1979). Además se piensa que este tipo de prendas producen una redistribución sanguínea desde la periferia hacia el sistema venoso profundo, lo que permitiría un aumento en el retorno del flujo sanguíneo al corazón (Partsch y Mosti 2008). Se cree que el aumento del retorno venoso luego de realizar ejercicios es un método eficaz para remover los productos de desecho metabólico que aumentan durante el ejercicio, y por consiguiente, favorecer la recuperación (Davies et al. 2009). Además, la presión externa creada por las prendas de compresión puede reducir el espacio intramuscular disponible para la inflamación, lo que atenuaría la respuesta inflamatoria y reduciría el dolor muscular (Bochmann et al. 2005; Davies et al. 2009; Kraemer et al. 2001a).

Los resultados de las investigaciones sobre los efectos de las prendas de compresión sobre la recuperación frente al ejercicio son poco claros. Mientras algunos estudios han observado beneficios como aumentos en la producción de fuerza, rendimiento en saltos contramovimiento y en sentadillas, y una disminución en la percepción de dolor muscular luego del uso de prendas de compresión para la recuperación (Jakeman et al. 2010; Kraemer et al. 2001a; Kraemer et al. 2001b; Kraemer et al. 2010), otros estudios no han observado efectos beneficiosos en los índices de fuerza, velocidad y rendimiento explosivo (Carling et al. 1995; Duffield et al. 2008; Duffield y Portus 2007; French et al. 2008). Aunque hay estudios que apoyan y otros que refutan cualquier beneficio de las prendas de compresión, no hay ningún estudio en la literatura que haya informado efectos perjudiciales sobre la recuperación entre series de ejercicio en comparación con un control pasivo. La mayoría de las investigaciones sobre prendas de compresión en el ámbito deportivo han investigado los efectos de estas prendas sobre la recuperación luego de ejercicios de tipo anaeróbico o explosivo, con un enfoque muy pequeño en los esfuerzos más aeróbicos del tipo de una prueba contrarreloj (De Glanville y Hamlin 2012).

Solo encontramos dos estudios que investigaron el efecto de prendas de compresión sobre en la recuperación entre dos series de ciclismo, y los dos estudios observaron beneficios positivos sobre el rendimiento subsiguiente (Chatard et al. 2004; De Glanville y Hamlin 2012). En el estudio de De Glanville y Hamlin (2012), los participantes vistieron prendas de compresión durante 24 horas entre las series de ejercicio (pruebas contrarreloj de 40 km). Los resultados arrojaron una mayor potencia media en el grupo que vistió las prendas de compresión en comparación con el grupo placebo en la segunda prueba contrarreloj ($3.3 \pm 1.1\%$, Media \pm intervalo de confianza 90%), con un efecto trivial e incierto en el costo de oxígeno y en el índice de esfuerzo percibido, respectivamente. Chatard et al. (2004) investigaron el efecto del uso de prendas de compresión durante 80 minutos de entre dos pruebas de rendimiento de cinco minutos en sujetos moderadamente entrenados, de edad avanzada. La prueba donde se utilizaron las prendas de compresión produjo un mantenimiento significativamente mejor del rendimiento en la segunda serie de ciclismo de cinco minutos en comparación con el grupo control ($2.1 \pm 1.4\%$). Este beneficio de rendimiento estuvo asociado con una concentración de lactato sanguíneo significativamente menor y con un valor de hematocrito significativamente menor durante el período de recuperación en el grupo que utilizó las prendas de compresión en comparación con el grupo control ($F = 7,7$ y $6,8$ respectivamente, $P < 0,01$). Sin embargo, De Glanville y Hamlin (2012) realizaron el estudio con atletas de diferentes deportes y Chatard et al. (2004) realizaron los estudios con ciclistas entrenados de edad avanzada (> 60 años), lo que sugiere que estos estudios examinaron la recuperación entre series de ciclismo, en poblaciones específicas de sujetos mayores o sujetos que no practicaban ciclismo. No se sabe con certeza si estos mismos efectos podrían observarse en ciclistas más jóvenes altamente entrenados.

Por consiguiente, el objetivo del estudio actual fue evaluar el efecto de vestir prendas de compresión (durante los 60 minutos de recuperación pasiva entre dos series de ejercicio de 30 minutos) sobre diferentes marcadores fisiológicos y de percepción y sobre el rendimiento de ciclismo posterior. Además, el estudio es el primero en investigar el efecto de vestir prendas de compresión sobre la recuperación a corto plazo en una población de ciclistas altamente entrenados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

En el estudio participaron voluntariamente diez ciclistas altamente entrenados (Media \pm SD; edad = 31 ± 6 años; Talla = 181 ± 6 centímetros; Peso = $75,9 \pm 5,9$ kg; $VO_{2max} = 66,6 \pm 3,8$ mL kg $^{-1}$ min $^{-1}$). Todas las evaluaciones se realizaron durante la etapa de competición de la temporada de ciclismo de Australia y todos los sujetos estaban participando en competencias de nivel A o B en sus Estados. Antes de participar en el estudio los sujetos firmaron los formularios de consentimiento

informado. El estudio fue aceptado por el Comité de Ética del Instituto Australiano de Investigación Deportiva y se realizó siguiendo las normas internacionales establecidas por el Journal of Science and Cycling (Harriss y Atkinson 2011).

Diseño del estudio

El estudio consistió en cinco sesiones de evaluación separadas durante un período de tres semanas. Inicialmente, los sujetos realizaron un test de ciclismo incremental en una bicicleta ergométrica con freno electromagnético (*Lode Excalibur, Groningen, Países Bajos*) para establecer la producción de potencia aeróbica máxima (PPO) y el VO₂max de cada individuo. Luego del test de ciclismo incremental, los sujetos realizaron dos pruebas de familiarización con las sesiones de ejercicio en un esfuerzo por minimizar cualquier efecto del aprendizaje. A continuación realizaron dos pruebas experimentales siguiendo un diseño cruzado aleatorizado separadas por 3 días (± 1). Para controlar cualquier variable dietética, los sujetos completaron un registro de alimentos durante las 24 horas previas a la primera prueba, y para la segunda prueba se les solicitó que consumieran los mismos alimentos que habían consumido. También se controló el entrenamiento a través de la estandarización de todo el entrenamiento 72 horas antes de la realización de las dos pruebas. Se solicitó a los participantes que se abstuvieran de realizar ejercicio activo (<24 h), que no consumieran cafeína (<12 h) y que arribaran a cada sesión completamente descansados y en un estado de correcta hidratación. Todas las evaluaciones se realizaron en el mismo momento del día (± 1 hora) para minimizar la variación diurna, y las pruebas fueron realizadas siempre en la misma bicicleta ergométrica (*Lode Excalibur, Groningen, Países Bajos*).

PROCEDIMIENTOS

Test de ejercicio incremental

Antes de comenzar el estudio, especialistas del Instituto Australiano de Deporte (Gardner et al. 2004) calibraron la bicicleta ergométrica (*Lode Excalibur, Groningen, Países Bajos*) con un equipo de la calibración dinámico siguiendo una metodología de primeros principios. El test de ciclismo incremental empezó a 150 watts y la producción de potencia aumentó 25 watts todos los minutos hasta el agotamiento volitivo. El consumo de oxígeno se midió a lo largo de la prueba de esfuerzo progresiva con un analizador metabólico (Instituto Australiano de Deporte, Canberra, Australia). La producción de potencia máxima se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$PPO = W_{com} + (t/60 \times 25)$$

Donde W_{com} es la producción de potencia para la última carga de trabajo completada, t es el tiempo en segundos durante el cual se mantuvo la última carga de trabajo no completada, 60 es el número designado de segundos en cada carga de trabajo y 25 es el incremento en watts de la carga de trabajo.

Descripción de los ejercicios

En cada prueba experimental los sujetos debían realizar dos series de ejercicios idénticas separadas por un período de recuperación de 60 minutos. Las series de ejercicio de ciclismo idénticas (E1 y E2) consistieron en una entrada en calor de 10 minutos (dos minutos en cada una de las siguientes intensidades: 125W, 150W, 175W, 200W, 70% de PPO), 15 minutos con una carga de trabajo igual a 70% PPO) seguidos inmediatamente por una prueba contrarreloj de 15 minutos. El protocolo de ejercicios usado en el estudio actual se adaptó de los estudios anteriores (Jeukendrup et al. 1996; Vaile et al. 2008), y se utilizó para simular eventos deportivos en los cuales es frecuente una recuperación con esta longitud de tiempo (por ejemplo en eventos de ciclismo de pista como keirin, sprint and ómnium)

Tal como se demostró en un estudio previo realizado en nuestro laboratorio (Driller 2012), el error típico de la medición para el trabajo total completado durante este protocolo del ejercicio fue aproximadamente 1,3%. Los sujetos tenían acceso a la información de tiempo y se les solicitó que produjeran tanto trabajo como pudieran en el lapso de tiempo, pero no se les proporcionó ninguna otra información. Durante el ejercicio y la recuperación, se les proporcionó una bebida de carbohidratos (Gatorade; contenido de carbohidratos de 6%) y se les solicitó que la bebieran como ellos quisieran. Se llevó un registro del volumen de fluidos consumido y los momentos en los cuales se consumió de modo que aplicara el mismo procedimiento en la prueba subsiguiente.

Inmediatamente después de E1, se realizó un protocolo de recuperación activa estandarizado (cinco minutos a 40% de PPO) seguido por un período de 60 minutos de recuperación pasiva, ya sea utilizando prendas de compresión (LBCG) o vistiendo shorts holgados(CON). Durante la recuperación los sujetos permanecieron sentados en una posición semi-reclinada en un ambiente con temperatura controlada ($20,7 \pm 0,3$ °C). Una hora después de finalizar el ejercicio E1, los sujetos debieron repetir la serie de ejercicio inicial (E2).

Prendas de compresión

Las prendas de compresión para piernas (LBCG) utilizadas en el estudio actual fueron medias para pierna completa (perneras) para varones (*2XU Elite Compression Tights, Victoria, Australia*) compuestas por un material de fibra denier 50 y 70 LYCRA®. Las LBCG abarcaban desde el aspecto superior del maléolo medio del tobillo hasta el fraccionalmente superior a la cresta iliaca. Cada LBCG fue ajustada siguiendo las recomendaciones del fabricante de acuerdo a la talla y masa corporal de los participantes. Si bien este aspecto no fue medido en el estudio actual, según observaciones obtenidas con más de 50 atletas no publicadas de nuestro laboratorio, las LBCG ejercen una compresión graduada con una presión de aproximadamente $20,5 \pm 3,1$ mmHg en la pantorrilla que disminuye a $11,8 \pm 2,6$ mmHg en la parte media del muslo. Durante la prueba control, los sujetos vistieron shorts holgados durante el período de recuperación de modo que no existiera ningún beneficio posible asociado a la compresión por la vestimenta que tenían. Durante los ejercicios en ambas condiciones, los sujetos vistieron el mismo short de ciclismo por encima de la rodilla.

El lactato sanguíneo

La concentración de lactato sanguíneo se midió a partir de una muestra obtenida de la yema de un dedo y se analizó con un analizador *Lactate Pro (Arkray, Shiga, Japón)*. Antes de recolectar la muestra, el dedo fue limpiado con alcohol y luego fue punzado con una lanceta descartable. La primera gota de sangre fue descartada y a continuación se tomó la muestra de sangre para el análisis. La confiabilidad test-re test del *Lactate Pro* ha sido previamente establecida y se sabe que posee un error técnico de resultados de la medida que va de 0,1-0,4 mmol L⁻¹ en concentraciones de lactato sanguíneo de 1-18 mmol L⁻¹ (Tanner et al. 2010). La concentración de lactato sanguíneo se analizó a los 0, 10, 30 y 60 minutos del período de recuperación.

Escala de percepción

Se solicitó a los participantes que cuantificaran la percepción de dolor muscular en las piernas en una escala de uno (ningún dolor) a diez (mucho dolor) (Thompson et al. 1999). Los valores se obtuvieron mientras los sujetos contraían los músculos de las piernas en posición de media sentadilla. Los valores de dolor percibido (PS) fueron registradas inmediatamente antes y después de E1, y a los 10, 30 y 60 minutos durante la recuperación.

Perímetro de las piernas

Para medir el perímetro de la zona superior e inferior de las piernas se utilizó una cinta de medición antropométrica no deformable (*Lufkin Executive Thinline, TX. EE.UU.*). En la zona inferior de las piernas, el punto de medición se localizó en la porción más ancha de la pantorrilla. En la zona superior de la pierna el punto de medición se ubicó en el punto medio entre el pliegue inguinal y el borde superior posterior de la rótula (Howatson et al. 2009). Los sitios de medición fueron marcados con un marcador permanente para asegurar la confiabilidad test-retest y las mediciones se realizaron a los 0 y 60 minutos durante el período de recuperación.

Análisis estadísticos

Las estadísticas simples de los grupos se presentan en forma de media \pm desviación estándar entre sujetos. Los efectos medios del entrenamiento y sus límites de confianza de 90% se estimaron con una hoja de cálculo a través del estadístico *t* para varianzas desiguales calculados para las puntuaciones de cambio entre las mediciones pre y post prueba en los dos grupos. Las puntuaciones de cambio de cada sujeto se expresaron en forma de porcentaje con respecto a la puntuación inicial a través del análisis de los valores transformados con la función log para reducir el sesgo originado por la ausencia de uniformidad de los errores. Los datos de dolor percibido fueron analizados sin aplicar la transformación log. Se usaron cambios estandarizados en la media de cada medida para evaluar las magnitudes de efectos y obtener la probabilidad de que los verdaderos efectos sean prácticamente positivos, triviales y negativos dividiendo los cambios por el cambio significativo más pequeño (Batterham y Hopkins 2006). Por observaciones previas de nuestro laboratorio, el cambio más pequeño significativo para la prueba de rendimiento era 1,3% (Driller 2012). Las diferencias entre los grupos al inicio del estudio fueron controladas utilizando en los análisis los valores de la línea de base como covariable. Las magnitudes de los efectos estandarizados fueron interpretadas usando valores umbrales de 0,2, 0,6, 1,2 y $> 2,0$ para efecto pequeño, moderado, grande y muy grande, respectivamente (Hopkins 1997). Un tamaño de efecto de 0,2 fue considerado como el efecto positivo significativo más pequeño. El efecto se consideraba incierto si su intervalo de confianza se solapaba con los umbrales fijados para efectos positivos y negativos pequeños. La significancia estadística se fijó en $P \leq 0,05$ para todos los análisis.

RESULTADOS

No se observaron diferencias significativas entre los grupos en la producción de potencia media para E1 ($P=0,23$). Se observó una mejora significativa ($P < 0,05$) en la recuperación porque la producción de potencia en la segunda serie de ejercicio se mantuvo en el grupo LBCG en comparación con el grupo CON ($-0,20\%$ y $-2,15\%$, respectivamente. Figura 1). Este mantenimiento de la producción de potencia se asoció con un tamaño de efecto pequeño (ES; $0,21$) y una probabilidad práctica del 76% de que la condición LBCG sea una estrategia de recuperación positiva en comparación con la condición CON (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de las medias (expresados en forma de Media \pm SD) obtenidos en las dos series de ejercicios (E1 y E2) y de las variables medidas antes (Pre) y después (Post) del período de recuperación pasiva de 60 minutos en los grupos. Grupo que vistió las prendas de compresión =LBCG y grupo control =CON.

No se observaron diferencias significativas entre los grupos en la producción de potencia en E1. PS = Dolor percibido; TG = Perímetro del muslo; CG = Perímetro de la pantorrilla; La = Concentración de lactato sanguíneo * = se observan diferencias significativas ($P < 0,05$).

	LBCG	CON	Δ LBCG - Δ CON (% \pm 90% Límites de confianza y tamaño de efecto)	Probabilidad (%) de que el uso de LBCG sea positivo/trivial/ negativo (en comparación con el grupo CON)
E1 (Watts)	312,1 \pm 23,3	314,9 \pm 28,8	1,8 \pm 1,3* Pequeño	76/24/0
E2 (Watts)	311,5 \pm 25,5	308,1 \pm 24,4		
PS Pre- recuperación	7,4 \pm 1,9	6,5 \pm 2,4	-1,1 \pm 1,2 Moderado	81/17/2
PS Post- recuperación.	1,9 \pm 1,5	3,2 \pm 2,5		
TG Pre- recuperación	54,0 \pm 3,6	53,8 \pm 3,5	-0,9 \pm 0,6* Trivial	88/12/0
TG Post- recuperación	52,9 \pm 3,6	53,2 \pm 3,2		
CG Pre- recuperación	37,6 \pm 2,0	37,8 \pm 1,8	-1,0 \pm 0,7* Trivial	89/11/0
CG Post- recuperación	37,1 \pm 2,0	37,6 \pm 2,0		
La Pre- recuperación	9,5 \pm 2,3	11,0 \pm 2,2	-26.1.1 \pm 17,9* Moderado	100/0/0
La Post- recuperación	3,0 \pm 1,0	4,0 \pm 1,1		

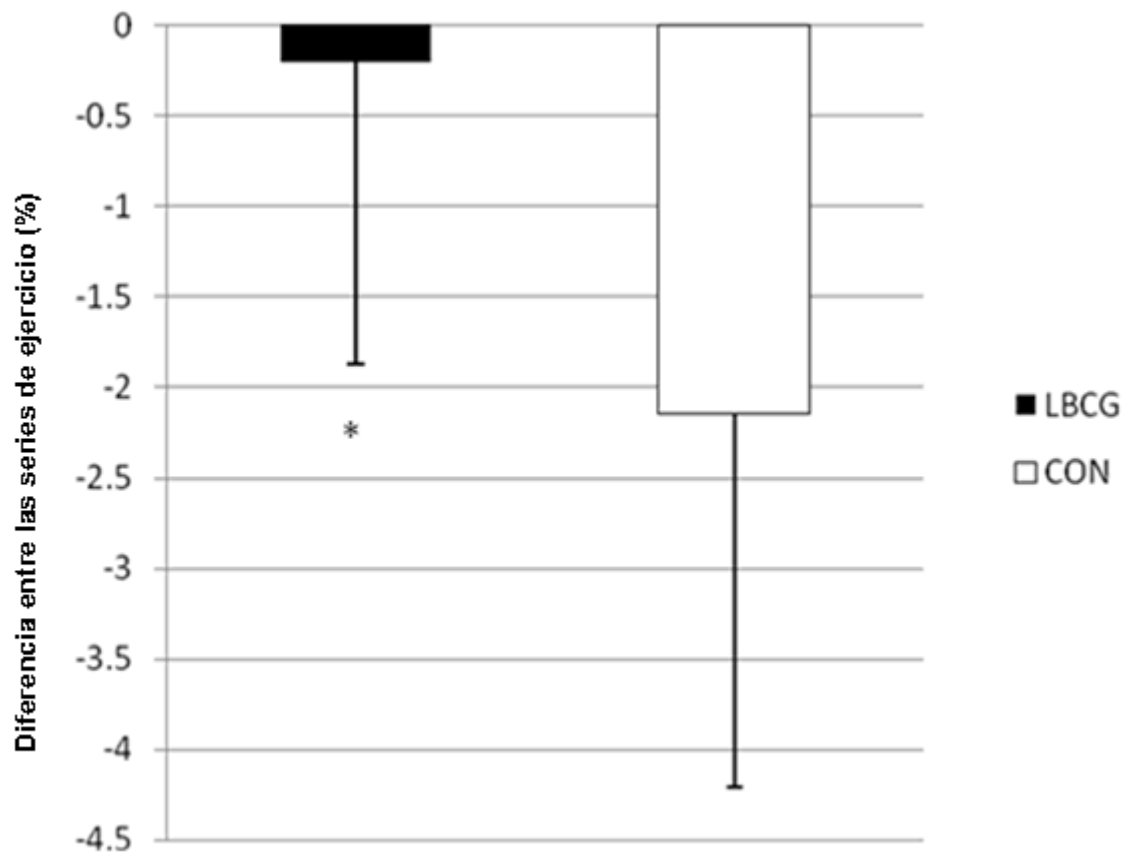


Figura 1. Porcentaje de disminución entre las medias de rendimiento (Watts) entre las dos series de ejercicios para los dos grupos; grupo que vistió las prendas de compresión (LBCG) y grupo control que vistió shorts holgados (CON) (-0,20% y -2,15 % respectivamente) Las barras de error representan las desviaciones estándar. *Se observan diferencias significativas entre LBCG y CON.

DISCUSIÓN

Nuestros resultados sugieren que en comparación con una condición control (shorts holgados), la condición donde se utilizaron las prendas de compresión para piernas durante un período de recuperación pasiva de 60 minutos entre las series sucesivas de ejercicio de 30 minutos (15 minutos a una producción de potencia fija, prueba contrarreloj de 15 minutos) produjo una mejora significativa del rendimiento aeróbico subsecuente. Éste es el primer estudio que demuestra que se producen mejoras en la recuperación entre dos series de ciclismo de resistencia cuando se utilizan prendas de compresión como una estrategia de recuperación a corto plazo (60 minutos) en ciclistas altamente entrenados.

El estudio presente apoya lo observado en trabajos previos sobre los efectos de las prendas de compresión como una ayuda durante la recuperación (Chatard et al. 2004; De Glanville y Hamlin 2012; Jakeman et al. 2010; Kraemer et al. 2001a; Kraemer et al. 2010). El estudio presente observó una magnitud similar de mejora a la que encontraron otros dos estudios que investigaron el uso de prendas de compresión durante la recuperación entre dos series de ciclismo (Chatard et al. 2004; De Glanville y Hamlin 2012). Estos estudios previos informaron una mejora de 2,1% y 3,3% en el grupo que vistió las prendas de compresión (en comparación con el grupo control) durante 80 minutos y 24 horas entre las series, respectivamente. De manera similar el estudio actual reveló una mejora de $1,8 \pm 1,3\%$ (Media \pm límite de confianza de 90%) en el grupo con prendas de compresión en comparación con el grupo control. Esta mejora en el rendimiento representa una probabilidad de un efecto positivo de 76% (con 0% de probabilidad de un efecto negativo) en el rendimiento cuando se utilizan las prendas de compresión durante la recuperación entre dos series de ciclismo, tal como se evaluó por medio de inferencias basadas en la magnitud (Batterham y Hopkins 2006). Un nuevo aspecto del estudio actual fue que pudimos demostrar una mejora en la recuperación de los atletas altamente entrenados que necesitan que los tiempos de

recuperación entre las series de ejercicios sean cortos. Estos resultados pueden ser aplicados en eventos cuya recuperación tiene una duración similar (por ejemplo en eventos de ciclismo de pista como el keirin, esprint y omnium).

No está claro cuáles son los mecanismos que producen una mejor recuperación del ejercicio cuando se visten las prendas de compresión (MacRae et al. 2011). Se ha sugerido que vestir prendas de compresión graduada aumentaría el flujo de sangre venosa, lo que a su vez aumentaría el volumen sistólico y el gasto cardíaco (Chatard et al. 2004). Este aumento en el volumen sistólico y en el gasto cardíaco podría mejorar el flujo de sangre y la oxidación muscular lo que favorecería la remoción de los desechos metabólicos que se acumulan durante el ejercicio de alta intensidad. Si bien en este estudio no medimos el flujo de sangre, medimos la concentración de lactato sanguíneo durante el período de recuperación lo que podría reflejar indirectamente los cambios en el retorno venoso (Mayberry et al. 1991). El estudio actual confirmó los resultados de Chatard et al. (2004) quienes indicaron que el uso de medias de compresión luego de una serie de ejercicio exhaustivo disminuyó el nivel de lactato sanguíneo en una magnitud mayor que la de la condición control durante un período de recuperación de 30-60 minutos. El estudio actual observó una disminución significativa pre vs post recuperación, en la concentración de lactato sanguíneo cuando se vistieron las prendas de compresión ($9,5 \pm 2,3$ a $3,0 \pm 1,0$ mmol L⁻¹). Esta disminución en el lactato sanguíneo durante el período de recuperación arrojó una probabilidad de 100% que las prendas de compresión sean un método más eficaz para favorecer la remoción del lactato sanguíneo que la condición en donde no se utilizaron estas prendas (grupo control).

Se ha sugerido que la presión externa creada por las prendas de compresión puede disminuir el espacio intramuscular disponible para la inflamación y promover una alineación estable de las fibras musculares, lo que atenuaría la respuesta inflamatoria y reduciría el dolor muscular (Bochmann et al. 2005; Davies et al. 2009; Kraemer et al. 2001a). El estudio actual apoyaría esta teoría porque se observó una reducción significativa en las mediciones obtenidas en el perímetro del muslo y de las pantorrillas luego del período de recuperación en el grupo LBCG en comparación con el grupo CON (Tabla 1). Aunque los cambios en la percepción de dolor muscular luego del período de recuperación no fueron significativamente diferentes entre los dos grupos, las inferencias basadas en la magnitud revelaron una probabilidad de 81% que las prendas de compresión sean más eficaces para atenuar el dolor muscular, y una probabilidad de 2% de que provoquen un efecto negativo en comparación con el grupo control. La tendencia hacia una mejor percepción de dolor muscular asociada al uso de las prendas de compresión concuerda con lo observado en la bibliografía (Davies et al. 2009; Duffield et al. 2010; Duffield y Portus 2007), a pesar de la ausencia de cualquier beneficio ergogénico para el rendimiento lo que sugiere la posibilidad de que exista un efecto placebo.

Los efectos placebo son difíciles de controlar en las investigaciones sobre prendas de compresión, y cuando se observa algún efecto sobre el rendimiento, generalmente es difícil establecer cualquier efecto fisiológico (MacRae et al. 2011). En este estudio reconocemos la ausencia de una condición placebo y si bien algunos estudios han informado el uso de prendas como placebo, creemos que no sería posible impedir que los sujetos sepan cual prenda están utilizando (no poder realizar un cegamiento para los atletas) especialmente porque todos los sujetos están familiarizados con el uso de prendas de compresión. Una limitación del estudio fue que no se midió de manera individual el nivel de presión que las prendas de compresión ejercían en las piernas de cada sujeto. La medición del nivel de compresión nos aseguraría que las prendas estaban graduadas y nos podría aportar información sobre el rendimiento individual y su relación con el nivel de compresión. Recíprocamente, se desconoce cuáles serían los niveles óptimos de compresión necesarios para aumentar el flujo de sangre en las poblaciones de deportistas, y esto nos sugiere un tema fundamental para las investigaciones futuras.

En conclusión, el uso de prendas de compresión para piernas durante un período de recuperación de 60 minutos entre dos series de ciclismo de resistencia fue beneficioso para el rendimiento de pruebas contrarreloj de 30 minutos. El mayor mantenimiento de la producción de potencia entre las series de ejercicio en el grupo que utilizó las prendas de compresión fue sustentado por las disminuciones en la concentración de lactato sanguíneo y las medidas de perímetro del muslo y de las pantorrillas y por una tendencia hacia mejores percepciones de dolor muscular. Las futuras investigaciones deberían utilizar diferentes niveles de prendas de compresión y su efecto subsiguiente en un rango de mediciones de flujo sanguíneo (flujo de sangre venosa/arterial/muscular) para determinar el nivel óptimo de compresión para una población de sujetos deportistas.

CONCLUSIÓN

Vestir prendas de compresión para piernas entre dos series de ciclismo podría favorecer el proceso de recuperación, quizás porque permiten una mayor remoción de desechos metabólicos y/o porque atenúan la respuesta inflamatoria, lo que disminuye la percepción de dolor muscular. Estos resultados pueden ser aplicados a atletas y entrenadores que buscan mejorar la recuperación entre las series de ejercicio con el fin de obtener una mejor calidad y/o cantidad de entrenamiento; y/o en aquellos casos en los que el rendimiento subsiguiente es importante.

RECONOCIMIENTOS

Si bien los fabricantes de las prendas de compresión que utilizamos en el estudio (2XU) tienen una sociedad con el Instituto Australiano de Deporte, el estudio fue realizado de manera independiente y la empresa 2XU no participó en el diseño, recolección de los datos, análisis ni en los informes de los resultados presentados en este manuscrito. El financiamiento para este proyecto fue aportado por el Instituto Australiano de Deporte.

REFERENCIAS

1. Batterham A.M., Hopkins W.G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 1: 50-57
2. Benkő T., Cooke E., McNally M., Mollan R. (2001). Graduated compression stockings: knee length or thigh length. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 383: 197-203
3. Bochmann R.P., Seibel W., Haase E., Hietschold V., Rodel H., Deussen A. (2005). External compression increases forearm perfusion. *Journal of Applied Physiology* 99: 2337-2344
4. Carling J., Francis K., Loris C. (1995). The effects of continuous external compression on delayed-onset muscle soreness (DOMS). *International Journal of Rehabilitation and Health* 1: 223-235
5. Chatard J.C., Atlaoui D., Farjanel J., Louisy F., Rastel D., Guezennec C.Y. (2004). Elastic stockings, performance and leg pain recovery in 63-year-old sportsmen. *European Journal of Applied Physiology* 93: 347-352
6. Davies V., Thompson K.G., Cooper S.M. (2009). The effects of compression garments on recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 23: 1786-1794
7. De Glanville K. M., Hamlin M.J. (2012). Positive effect of lower body compression garments on subsequent 40-km cycling time trial performance. *Journal of Strength & Conditioning Research* 26: 480-486
8. Driller M. (2012). The reliability of a 30-minute performance test on a Lode cycle ergometer. *Journal of Science and Cycling* 1: 21-27
9. Duffield R., Cannon J., King M. (2010). The effects of compression garments on recovery of muscle performance following high-intensity sprint and plyometric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport* 13: 136-140
10. Duffield R., Edge J., Merrells R., Hawke E., Barnes M., Simcock D., Gill N. (2008). The effects of compression garments on intermittent exercise performance and recovery on consecutive days. *International Journal of Sports Physiology and Performance* 3: 454-468
11. Duffield R., Portus M. (2007). Comparison of three types of full-body compression garments on throwing and repeat-sprint performance in cricket players. *British Journal of Sports Medicine* 41: 409-414
12. French D.N., Thompson K.G., Garland S.W., Barnes C.A., Portas M.D., Hood P.E., Wilkes G. (2008). The effects of contrast bathing and compression therapy on muscular performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 40: 1297-1306
13. Gardner A.S., Stephens S., Martin D.T., Lawton E., Lee H., Jenkins D. (2004). Accuracy of SRM and power tap power monitoring systems for bicycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 36: 1252-1258
14. Harriss D.J., Atkinson G. (2011). Update - ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal of Sports Medicine* 32: 819-821
15. Hopkins W.G. (1997). A new view of statistics. *Will G. Hopkins*
16. Howatson G., Goodall S., Van Someren K.A. (2009). The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. *European Journal of Applied Physiology* 105: 615-621
17. Jakeman J.R., Byrne C., Eston R.G. (2010). Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *European Journal of Applied Physiology* 109: 1137-1144
18. Jeukendrup A., Saris W., Brouns F., Kester A. (1996). A new validated endurance performance test. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 28: 266-270
19. Kraemer W.J., Bush J.A., Wickham R.B., Denegar C.R., Gomez A.L., Gotshalk L.A., Duncan N.D., Volek J.S., Newton RU, Putukian M. (2001). Continuous compression as an effective therapeutic intervention in treating eccentric-exercise-induced muscle soreness. *Journal of Sport Rehabilitation* 10: 11-23
20. Kraemer W.J., Bush J.A., Wickham R.B., Denegar C.R., Gomez A.L., Gotshalk L.A., Duncan N.D., Volek J.S., Putukian M., Sebastianelli W.J. (2001). Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 31: 282-290
21. Kraemer W.J., Flanagan S.D., Comstock B.A., Fragala M.S., Earp J.E., Dunn-Lewis C., Ho J.Y., Thomas G.A., Solomon-Hill G., Penwell Z.R. (2010). Effects of a whole body compression garment on markers of recovery after a heavy resistance workout in men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 24: 804-814
22. Lawrence D., Kakkar V. (1980). Graduated, static, external compression of the lower limb: a physiological assessment. *British Journal of Surgery* 67: 119-121
23. MacRae B.A., Cotter J.D., Laing R.M. (2011). Compression garments and exercise: garment considerations, physiology and performance. *Sports Medicine* 41: 815-843
24. Mayberry J.C., Moneta G.L., De Frang R.D., Porter J.M. (1991). The influence of elastic compression stockings on deep venous

- hemodynamics. *Journal of vascular surgery* 13: 91-100
25. O'Donnell Jr T.F., Rosenthal D.A., Callow A.D., Ledig B.L. (1979). Effect of elastic compression on venous hemodynamics in postphlebotic limbs. *The Journal of the American Medical Association* 242: 2766-2768
 26. Partsch H., Mosti G. (2008). Thigh compression. *Phlebology* 23: 252-258
 27. Ramelet A.A. (2002). Compression therapy. *Dermatologic Surgery* 28: 6-10
 28. Tanner R.K., Fuller K.L., Ross M.L.R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: lactate pro, lactate scout and lactate plus. *European Journal of Applied Physiology* 109: 551-559
 29. Thompson D., Nicholas C.W., Williams C. (1999). Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running. *Journal of Sports Sciences* 17: 387-395
 30. Vaile J., Halson S., Gill N., Dawson B. (2008). Effect of cold water immersion on repeat cycling performance and thermoregulation in the heat. *Journal of Sports Sciences* 26: 431-440

Cita Original

Matthew W Driller and Shona L Halson. The effects of lower-body compression garments on recovery between exercise bouts in highly-trained cyclists. 2013. *J Sci Cycling*. Vol. 2(1), 45-50