



Efectos del uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos: revisión sistemática y síntesis cuantitativa

Effects of compression sock use in healthy adult runners: a systematic review with quantitative effect size synthesis

Autores

Diego Fernández-Lázaro ¹
 Gema Santamaría Gómez ¹
 Eduardo Gutiérrez Abejón ¹
 Joseba Díaz López ²
 Álvaro López Llorente ³
 David Jerves Donoso ⁴

¹ Universidad de Valladolid (España)

² EFIK centro deportivo y fisioterapia (España)

³ Burgos Burpelle BH UCI Pro Team (España)

⁴ Complejo Asistencial Universitario de Soria (España)

Autor de correspondencia:
 Diego Fernández-Lázaro
diego.fernandez.lazaro@uva.es

Recibido: 17-02-26
 Aceptado: 04-05-26

Cómo citar en APA

Fernández Lázaro, D., Santamaría Gómez, G., Gutiérrez Abejón, E., Díaz López, J., López Llorente, Álvaro, & Jerves Donoso, D. (2026). Efectos del uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos: revisión sistemática y síntesis cuantitativa. *Retos*, 81, 17-34. <https://doi.org/10.47197/retos.v81.118828>

Resumen

Introducción: Los calcetines de compresión se han propuesto como una estrategia potencialmente ergogénica y capaz de acelerar los procesos de recuperación gracias a sus efectos sobre la hemodinámica, la oscilación muscular y la percepción de esfuerzo.

Objetivo: Revisar sistemáticamente los efectos del uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos sobre parámetros hematológicos, daño muscular, perceptuales, rendimiento deportivo y cinemáticos.

Metodología: Se realizó una búsqueda bibliográfica en PubMed/MEDLINE, Scopus y ScienceDirect siguiendo las recomendaciones PRISMA. Se incluyeron ensayos controlados aleatorizados y estudios cruzados realizados en corredores que evaluaran el uso de calcetines de compresión durante y/o después de la carrera. Se realizó una síntesis narrativa y una síntesis cuantitativa descriptiva basada en tamaños del efecto.

Resultados: Se incluyeron nueve estudios. La síntesis cuantitativa mostró efectos pequeños a moderados en el tiempo hasta la extenuación y la capacidad de mantener el rendimiento en pruebas consecutivas. Se observaron tamaños del efecto pequeños a moderados en corredores noveles en la longitud de zancada y el tiempo de balanceo, mientras que en corredores entrenados los efectos fueron pequeños o triviales. Los parámetros hematológicos relacionados con la coagulación mostraron efectos pequeños. Los efectos sobre parámetros hemodinámicos fueron triviales a pequeños, y no se evidenciaron efectos sobre los marcadores de daño muscular ni las variables perceptuales.

Conclusiones: El uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos puede aportar beneficios modestos y dependientes del contexto, especialmente en el rendimiento deportivo y en determinados parámetros fisiológicos y biomecánicos.

Palabras clave

Atletismo; calcetines de compresión; recuperación; rendimiento deportivo; revisión sistemática.

Abstract

Introduction: Compression socks have been proposed as a potentially ergogenic strategy capable of accelerating recovery processes thanks to their effects on haemodynamics, muscle oscillation and the perception of exertion.

Objective: To systematically review the effects of compression socks use in healthy adult runners on hematological parameters, muscle damage, perceptual outcomes, sports performance, and kinematic variables.

Methods: A literature search was conducted in PubMed/MEDLINE, Scopus, and ScienceDirect following PRISMA guidelines. Randomized controlled trials and crossover studies involving runners who evaluated the use of compression socks during and/or after running were included. A narrative synthesis and a descriptive quantitative synthesis based on effects sizes were performed.

Results: Nine studies were included. The quantitative synthesis showed small to moderate effects on time to exhaustion and the ability to maintain performance in consecutive trials. Small to moderate effects sizes were observed in novice runners for stride length and swing time, whereas effects in trained runners were small or trivial. Hematological parameters related to coagulation showed small effects. Effects on hemodynamic parameters ranged from trivial to small, and no effects were observed on muscle damage markers or perceptual variables.

Conclusions: The use of compression socks in healthy adult runners may provide modest, context-dependent benefits, particularly for sports performance and selected physiological and biomechanical parameters. However, the available evidence is limited and heterogeneous.

Keywords

Compression socks; exercise recovery; running; sports performance; systematic review.

Introducción

El uso de prendas de compresión en el ámbito deportivo ha aumentado de forma significativa en las últimas décadas, especialmente entre deportistas de resistencia como los corredores. Aunque su aplicación se originó en el contexto clínico para el tratamiento de alteraciones circulatorias y del edema periférico, estas prendas han sido progresivamente incorporadas al deporte con el objetivo de mejorar el rendimiento, favorecer la recuperación tras el ejercicio y reducir el riesgo de lesiones asociadas a la práctica deportiva (Blättler & Zimmet, 2008; Kemmler et al., 2009). Esta creciente popularidad ha impulsado el interés científico por analizar sus posibles efectos y mecanismos de acción en contextos deportivos específicos. En disciplinas de resistencia, el uso de prendas de compresión se ha generalizado tanto en competición como en entrenamiento (Born et al., 2013; Hill et al., 2014). En los últimos años, el running recreativo y competitivo ha experimentado un crecimiento sostenido a nivel mundial, favoreciendo el interés por estrategias ergogénicas accesibles orientadas a mejorar el rendimiento, la recuperación y la prevención de la fatiga asociada a esfuerzos prolongados (Hultheen et al., 2017; Scheerder et al., 2015). En este contexto, los calcetines de compresión se han consolidado como una intervención ampliamente utilizada tanto en corredores amateurs como entrenados.

En corredores, los calcetines de compresión se han propuesto como una estrategia potencial para optimizar el rendimiento durante el ejercicio y acelerar los procesos de recuperación post-esfuerzo, basándose en posibles efectos sobre la hemodinámica, la oscilación muscular y la percepción subjetiva del esfuerzo (Ali et al., 2007; Born et al., 2013; Vercruyssen et al., 2015). Entre los mecanismos fisiológicos teóricos que podrían justificar su uso se incluyen la mejora del retorno venoso, la reducción de la oscilación muscular, el aumento del flujo sanguíneo local y la optimización del aporte y eliminación de metabolitos (Ali et al., 2007; Born et al., 2013). No obstante, la evidencia científica disponible presenta resultados heterogéneos y, en muchos casos, contradictorios. Revisiones recientes continúan mostrando resultados inconsistentes respecto a su eficacia ergogénica, particularmente cuando se analizan variables fisiológicas y biomecánicas específicas en corredores de resistencia (Brown et al., 2017; Engel et al., 2022).

Diversos estudios experimentales han analizado el efecto de los calcetines de compresión sobre variables de rendimiento en carrera, como el tiempo en pruebas contrarreloj, el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca o la percepción subjetiva del esfuerzo (Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018). Mientras algunos trabajos sugieren una atenuación del deterioro del rendimiento en esfuerzos repetidos o posteriores al ejercicio cuando se utilizan calcetines de compresión (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019), otros no han encontrado diferencias significativas en el rendimiento durante pruebas de carrera continua o prolongada (Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018).

Además del rendimiento, otro ámbito de interés ha sido el estudio de la recuperación funcional tras esfuerzos de alta exigencia, como maratones o sesiones de carrera prolongada. En este contexto, el uso de calcetines de compresión se ha asociado con mejoras en variables perceptivas y funcionales de recuperación, como el tiempo hasta el agotamiento o la percepción de fatiga, aunque con resultados no siempre consistentes (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019; Hill et al., 2014). Sin embargo, estos efectos no siempre se acompañan de cambios claros en marcadores fisiológicos clásicos, como el consumo de oxígeno, la frecuencia cardíaca, la concentración de lactato o determinados parámetros hemodinámicos, lo que dificulta la interpretación de los mecanismos subyacentes y su relación directa con el rendimiento (Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018).

Por otro lado, se ha planteado que los calcetines de compresión podrían influir sobre variables biomecánicas y cinemáticas de la carrera a través del aumento del *feedback* somatosensorial y propioceptivo, lo que podría modificar la organización del movimiento y ciertos parámetros cinemáticos, especialmente en sujetos con menor nivel de experiencia motriz (Hanis et al., 2020; Hasan et al., 2016; Woo et al., 2014). En corredores, estos posibles cambios podrían tener implicaciones sobre la economía de carrera y la gestión de la fatiga, aunque la evidencia específica disponible sigue siendo limitada.

Asimismo, el ejercicio físico, particularmente cuando se realiza a intensidades moderadas o elevadas, induce modificaciones transitorias en el sistema hemostático, afectando al equilibrio entre coagulación y fibrinólisis (Womack et al., 2010; Yera-Cobo & Naranjo-Orellana, 2011). Aunque se ha sugerido que



las prendas de compresión podrían modular algunos de estos procesos a través de cambios hemodinámicos locales y del retorno venoso (Ali et al., 2007; Kemmler et al., 2009), la relación entre el uso de calcetines de compresión, los mecanismos hemostáticos y el rendimiento deportivo no ha sido establecida de forma concluyente.

En conjunto, la literatura científica existente muestra una considerable variabilidad en los diseños experimentales, las poblaciones estudiadas y las variables analizadas, lo que dificulta la extracción de conclusiones sólidas sobre los efectos reales del uso de calcetines de compresión en corredores (Born et al., 2013; Hill et al., 2014). Además, aunque existen revisiones previas sobre prendas de compresión, todavía no se dispone de una síntesis actualizada que integre de manera específica los efectos de los calcetines de compresión en corredores adultos sanos considerando simultáneamente variables fisiológicas, biomecánicas y de rendimiento.

Por ello, el objetivo de la presente revisión sistemática es analizar de forma crítica la evidencia científica disponible sobre los efectos del uso de calcetines de compresión en corredores, evaluando su impacto sobre el rendimiento, la recuperación y variables fisiológicas y biomecánicas asociadas, con el fin de ofrecer una visión actualizada y fundamentada que permita orientar tanto la práctica deportiva como futuras líneas de investigación.

Método

La presente revisión sistemática se realizó siguiendo las directrices de la declaración Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA), adaptadas a revisiones sistemáticas sin metaanálisis (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda

La formulación de la pregunta de investigación se realizó mediante el modelo PICOS, de acuerdo con las recomendaciones de la Medicina Basada en la Evidencia (Higgins et al., 2011). La presente revisión sistemática se estructuró en torno a la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué dice la evidencia científica sobre el uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos en el rendimiento, la recuperación y las variables fisiológicas y biomecánicas asociadas a la carrera?

El planteamiento fue el siguiente: P (población): corredores adultos sanos, tanto profesionales o entrenados como amateurs o no entrenados; I (intervención): entrenamiento de carrera con uso de calcetines de compresión durante y/o después de la actividad; C (comparación): grupo control; O (resultados): marcadores de daño muscular, parámetros hematológicos y hemodinámicos, variables perceptivas, cinemáticas y de rendimiento deportivo; S (diseño del estudio): ensayos controlados aleatorizados simples o cruzados, con o sin placebo o tratamiento simulado.

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática entre junio y diciembre de 2025 en las bases de datos MEDLINE (PubMed), Scopus y ScienceDirect, incluyendo artículos publicados en los últimos diez años. Se consideraron únicamente estudios publicados en inglés o español.

Las secuencias de búsqueda se adaptaron a la sintaxis específica de cada base de datos, utilizando combinaciones de Medical Subject Headings (MeSH) y términos relacionados con el uso de calcetines de compresión en corredores y variables de rendimiento, recuperación y biomecánica. Se emplearon operadores booleanos AND y OR, así como truncadores cuando fue pertinente, con el fin de maximizar la sensibilidad de la búsqueda (Tabla 1).

De forma complementaria, se realizó una búsqueda en cadena (snowball search) mediante la revisión de las listas de referencias de los artículos seleccionados. Asimismo, se incluyó una búsqueda de literatura gris utilizando ResearchGate®, con el objetivo de identificar estudios potencialmente relevantes no indexados en las bases de datos consultadas inicialmente. Dos autores realizaron la búsqueda de estudios de forma independiente y un tercer revisor participó en caso de desacuerdos. Tras la búsqueda inicial, los registros identificados fueron exportados a un gestor bibliográfico y se eliminaron los duplicados. Posteriormente, dos revisores independientes realizaron un cribado por título y resumen, seguido de una evaluación a texto completo para determinar la elegibilidad final de los estudios incluidos. Las discrepancias se resolvieron mediante consenso o mediante la intervención de un tercer revisor.



Tabla 1. Secuencia de búsqueda utilizada en las bases de datos

Base de datos	Campos de búsqueda	Secuencia de búsqueda
MEDLINE (PubMed)	Title/Abstract	("compression socks"[Title/Abstract] OR "compression stockings"[Title/Abstract] OR "compression garments"[Title/Abstract]) AND (runner*[Title/Abstract] OR running[Title/Abstract]) AND (performance[Title/Abstract] OR recovery[Title/Abstract] OR fatigue[Title/Abstract] OR biomechanics[Title/Abstract] OR kinematics[Title/Abstract])
Scopus	TITLE-ABS-KEY	TITLE-ABS-KEY ("compression socks" OR "compression stockings" OR "compression garments") AND TITLE-ABS-KEY (runner* OR running) AND TITLE-ABS-KEY (performance OR recovery OR fatigue OR biomechanics OR kinematics)
ScienceDirect	Title, abstract, keywords	("compression socks" OR "compression stockings" OR "compression garments") AND (runner* OR running) AND (performance OR recovery OR fatigue OR biomechanics OR kinematics)

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron en la revisión los estudios que cumplieron los siguientes criterios: a) ensayos clínicos aleatorizados (ECAs), de diseño simple o cruzado, con o sin placebo; b) participantes humanos adultos sanos, sin patologías crónicas que pudieran afectar al rendimiento deportivo, excluyéndose estudios realizados en animales; c) sujetos practicantes de carrera a pie, incluyendo tanto corredores entrenados o profesionales como corredores amateurs o no profesionales; d) estudios que evaluaran al menos una de las siguientes variables: parámetros hematológicos de coagulación y/o hemodinámicos, marcadores de daño muscular, variables perceptivas, parámetros cinemáticos o marcadores de rendimiento deportivo; e) estudios a partir de 2010; f) estudios que alcanzaran una puntuación ≥ 11 en la escala metodológica McMaster (Law et al., 1998) y ≥ 6 en la escala PEDro (Moseley et al., 2020). Los criterios de elegibilidad fueron definidos a priori para reducir el riesgo de sesgo de selección y garantizar la coherencia metodológica de los estudios incluidos.

Evaluación de la calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios incluidos se evaluó mediante la revisión crítica para estudios cuantitativos del Grupo de Investigación de Práctica Basada en la Evidencia en Terapia Ocupacional de la Universidad de McMaster, que valora de forma estructurada el rigor metodológico y la aplicabilidad de los resultados (Law et al., 1998).

De manera complementaria, se utilizó la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database) para evaluar la calidad metodológica de los ensayos controlados, considerando criterios relacionados con la aleatorización, el cegamiento y el análisis estadístico (Moseley et al., 2020). La evaluación metodológica fue realizada de forma independiente por dos revisores, resolviéndose las discrepancias mediante consenso.

Evaluación del riesgo de sesgo

El riesgo de sesgo de los estudios incluidos se evaluó mediante la herramienta de la Colaboración Cochrane para ensayos aleatorizados, considerando los dominios relacionados con la generación de la secuencia aleatoria, ocultación de la asignación, cegamiento de participantes y evaluadores, datos incompletos, reporte selectivo y otras fuentes potenciales de sesgo (Higgins et al., 2011; Higgins et al., 2023). La evaluación fue realizada de forma independiente por dos revisores, resolviéndose las discrepancias mediante consenso.

Extracción y síntesis de datos

Se recopilaron de forma sistemática los siguientes datos de cada estudio incluido: primer autor y año de publicación, país de realización del estudio, diseño del estudio, tamaño muestral, sexo y edad de los participantes, duración de la intervención, tipo de intervención física realizada y variables analizadas. La extracción de los datos se realizó de forma independiente mediante el software específico para revisiones sistemáticas Covidence, con el fin de minimizar errores y sesgos en el proceso de recopilación de la información. Dos autores realizaron el proceso de extracción de datos de forma independiente y un tercer revisor participó en caso de desacuerdos. Se desarrolló previamente una hoja de extracción estandarizada para garantizar la consistencia del proceso.

Síntesis cuantitativa

Cuando los datos lo permitieron, se realizó una síntesis cuantitativa descriptiva mediante el cálculo de tamaños del efecto estandarizados (d de Cohen o Hedges g) a partir de las medias y desviaciones estándar reportadas en los estudios originales. La magnitud de los tamaños del efecto se interpretó siguiendo los criterios convencionales: pequeño (0,2), moderado (0,5) y grande (0,8) (Cohen, 1988).

Los tamaños del efecto se presentaron de forma descriptiva y se agruparon según el tipo de variable evaluada (rendimiento, recuperación, fisiología y biomecánica), sin combinarse en un estimador global, debido a la heterogeneidad metodológica y clínica de los estudios incluidos. Este enfoque se adoptó de acuerdo con las recomendaciones actuales para revisiones sistemáticas sin metaanálisis (Campbell et al., 2020). No se realizó metaanálisis debido a la heterogeneidad clínica, metodológica y estadística entre los estudios incluidos, particularmente en relación con los protocolos de intervención, duración del uso de los calcetines de compresión, variables analizadas y diseños experimentales.

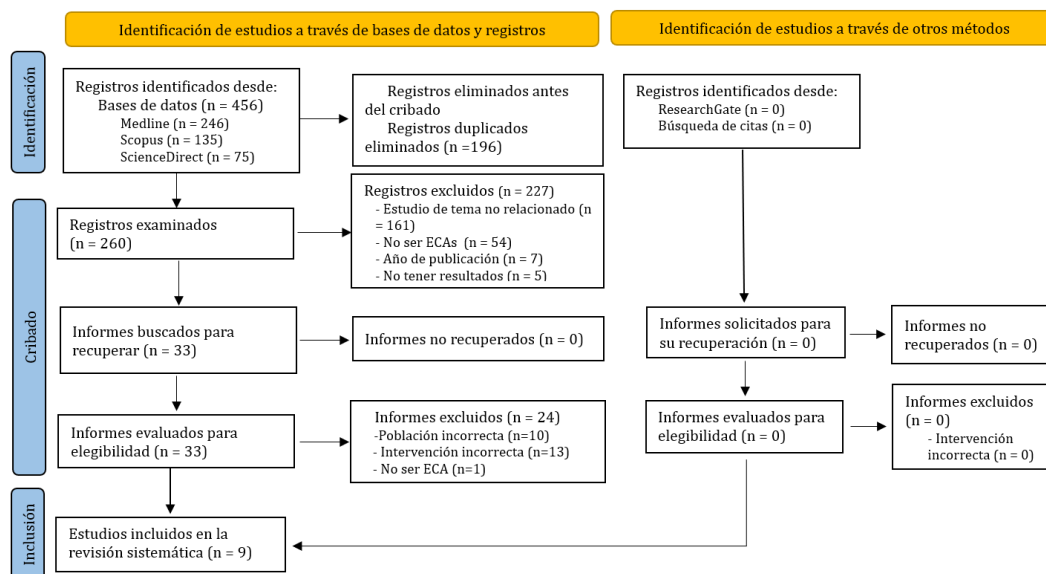
Resultados

Búsqueda bibliográfica

Se identificaron 456 registros procedentes de las bases de datos MEDLINE (PubMed) (n=246), Scopus (n=135) y ScienceDirect (n=75). Tras la eliminación de 196 duplicados, se procedió al cribado de títulos, excluyéndose 227 artículos por no estar relacionados con el tema de estudio (n=161), no ser ECAs (n=54), año de publicación (n=7) y no describir los resultados obtenidos (n=5). Posteriormente, se evaluaron los resúmenes y textos completos de los 33 artículos restantes, descartándose 25 estudios por no realizarse en corredores sanos (n=11), no emplear los calcetines de compresión (n=13) y no ser ECAs (n=1).

Finalmente, se incluyeron 9 estudios en la revisión sistemática, correspondientes a los trabajos de Fletcher et al. (2014), Vercruyssen et al. (2015), Armstrong et al. (2015), Mann et al. (2016), Zaleski et al. (2015, 2019), Brophy-Williams et al. (2019), Zadow et al. (2018) y Hanis et al. (2020), los cuales fueron considerados para el análisis cualitativo y la síntesis de resultados. El proceso completo de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión de los estudios se presenta en el diagrama de flujo PRISMA (Figura 1).

Figura 1: Diagrama de flujo que representa el proceso de identificación y selección de los estudios seleccionados según las directrices de Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses (PRISMA).



Evaluación de la calidad metodológica

Los resultados obtenidos mediante la escala metodológica McMaster se presentan en la Tabla 2. Las principales deficiencias metodológicas se observaron de forma consistente en los ítems relacionados con el tamaño muestral (ítem 6) y la significación estadística (ítem 11), lo que indica, respectivamente, la presencia de muestras limitadas y la ausencia de análisis estadísticos que permitieran estimar con mayor precisión la probabilidad de una relación causal entre las variables analizadas.

Las puntuaciones globales oscilaron entre 12 y 14 puntos, correspondientes a valores porcentuales entre 75,00 % y 87,50 %, lo que refleja, en conjunto, una calidad metodológica adecuada. De los nueve estudios incluidos, uno fue clasificado con una calidad metodológica buena (Brophy-Williams et al., 2019) y ocho con una calidad metodológica muy buena (Armstrong et al., 2015; Fletcher et al., 2014; Hanis et al., 2020; Mann et al., 2016; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019). En consecuencia, ningún estudio fue excluido de la revisión en función de su calidad metodológica.

Tabla 2. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Puntuación según la revisión crítica para estudios cuantitativos creada por el Grupo de Investigación de Práctica Basada en la Evidencia de la Terapia Ocupacional de la Universidad de McMaster.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Total	%	Calidad
Armstrong et al. (2015)	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	13	81,25	MB
Brophy-Williams et al. (2019)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12	75,00	B
Fletcher et al. (2014)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Hanis et al. (2020)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Mann et al. (2016)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Vercruyssen et al. (2015)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Zadow et al. (2018)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Zaleski et al. (2015)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB
Zaleski et al. (2019)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14	87,50	MB

Abreviaturas: (1) criterio cumplido; (0) criterio no cumplido; MB: muy buena, 13-14 puntos; B: buena, 11-12 puntos.

McMaster ítems: ítem 1 -propósito del estudio; ítem 2 - revisión de la literatura; ítem 3 - diseño del estudio; ítem 4 - Cegamiento; ítem 5 - descripción de la muestra; ítem 6 - tamaño muestral; ítem 7 - Cuestiones éticas y consentimiento; ítem 8 - validez de los resultados; ítem 9 - fiabilidad de los resultados; ítem 10 - descripción de la intervención; ítem 11 - significación estadística; ítem 12 - análisis estadístico; ítem 13 - importancia clínica; ítem 14 - conclusiones; ítem 15 - aplicaciones clínicas; ítem 16 - limitaciones del estudio.

Los resultados obtenidos mediante la escala PEDro se presentan en la Tabla 3. Las principales deficiencias metodológicas se observaron en los ítems relacionados con la asignación oculta (ítem 3), el cegamiento de los participantes (ítem 5) y el cegamiento del terapeuta (ítem 6), los cuales no fueron cumplidos en la mayoría de los estudios incluidos.

Las puntuaciones obtenidas oscilaron entre 8 y 10 puntos, correspondientes a valores porcentuales del 72,7 % y 90,9 %, respectivamente. De los nueve estudios analizados, ocho alcanzaron una puntuación de 8 puntos, clasificándose como de calidad metodológica buena (Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Hanis et al., 2020; Mann et al., 2016; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), mientras que un estudio obtuvo una puntuación de 10 puntos, correspondiente a una calidad metodológica muy buena (Armstrong et al., 2015).

Tabla 3. Evaluación de la calidad de los estudios incluidos en la revisión sistemática. Puntuación según la escala PEDro.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	%	Calidad
Armstrong et al. (2015)	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	10	90,9	MB
Brophy-Williams et al. (2019)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Fletcher et al. (2014)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Hanis et al. (2020)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Mann et al. (2016)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Vercruyssen et al. (2015)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Zadow et al. (2018)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Zaleski et al. (2015)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B
Zaleski et al. (2019)	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	8	72,7	B



Abreviaturas: (1) criterio cumplido; (0) criterio no cumplido; MB: muy buena, 9-10 puntos; B: buena, 6-8 puntos.

PEDro Ítems: ítem 1 – criterios de selección; ítem 2 – asignación aleatoria; ítem 3 – asignación oculta; ítem 4 – comparación al inicio; ítem 5 – cegamiento de los sujetos; ítem 6 – cegamiento del terapeuta; ítem 7 – cegamiento del evaluador; ítem 8 – seguimiento adecuado; ítem 9 – análisis por intención de tratar; ítem 10 – comparación entre grupos; ítem 11 – estimaciones puntuales y variabilidad.

Evaluación del riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo se realizó mediante la herramienta de Colaboración Cochrane. Los resultados se presentan en la Tabla 4, donde se observa que ocho estudios obtuvieron una puntuación de 5 ítems cumplidos (Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Hanis et al., 2020; Mann et al., 2016; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), mientras que un estudio alcanzó una puntuación de 7 ítems cumplidos (Armstrong et al., 2015). De forma general, los estudios mostraron bajo riesgo de sesgo en la mayoría de dominios relacionados con la generación aleatoria, manejo de datos y reporte de resultados, mientras que las principales limitaciones se concentraron en el cegamiento de participantes y evaluadores.

Tabla 4. Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos mediante la herramienta Cochrane Risk of Bias.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Armstrong et al. (2015)	+	+	+	-	+	+	+	+	7
Brophy-Williams et al. (2019)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Fletcher et al. (2014)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Hanis et al. (2020)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Mann et al. (2016)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Vercruyssen et al. (2015)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Zadow et al. (2018)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Zaleski et al. (2015)	+	-	-	-	+	+	+	+	5
Zaleski et al. (2019)	+	-	-	-	+	+	+	+	5

Nota. "+" = bajo riesgo de sesgo; "-" = alto riesgo de sesgo; "?" = riesgo incierto.

Dominios evaluados: (1) generación aleatoria de la secuencia; (2) ocultamiento de la asignación; (3) cegamiento de participantes y personal; (4) cegamiento de evaluadores; (5) datos incompletos; (6) notificación selectiva; (7) sesgo de publicación; (8) sesgo del observador.

Características de los estudios incluidos

Las características de los participantes y de las intervenciones se presentan en la Tabla 5. En cuanto al diseño de los estudios, seis investigaciones fueron ECAs (Armstrong et al., 2015; Fletcher et al., 2014; Mann et al., 2016; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019) y tres estudios emplearon un diseño cruzado aleatorizado (Brophy-Williams et al., 2019; Hanis et al., 2020; Vercruyssen et al., 2015). En los estudios de diseño cruzado, el periodo de lavado fue de una semana en dos de ellos (Hanis et al., 2020; Vercruyssen et al., 2015), mientras que el estudio restante no especificó este periodo (Brophy-Williams et al., 2019).

En conjunto, los estudios incluyeron un total de 250 participantes, de los cuales 225 completaron las intervenciones, correspondiendo a 154 hombres y 71 mujeres. La mayoría de los participantes fueron corredores profesionales o entrenados (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), y en menor proporción se analizó a corredores amateurs o no entrenados (Brophy-Williams et al., 2019; Hanis et al., 2020; Mann et al., 2016).



Los estudios incluidos se llevaron a cabo en Australia (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019), Estados Unidos (Fletcher et al., 2014; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), Malasia (Hanis et al., 2020), Alemania (Mann et al., 2016; Zadow et al., 2018) y Francia (Vercruyssen et al., 2015).

En relación con la intervención, el uso de calcetines de compresión se realizó durante la actividad física en seis estudios (Brophy-Williams et al., 2019; Hanis et al., 2020; Vercruyssen et al., 2015; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), exclusivamente tras la actividad física en un estudio (Armstrong et al., 2015) y durante y después del ejercicio en dos estudios (Fletcher et al., 2014; Zadow et al., 2018). Siete estudios utilizaron calcetines de compresión de marca comercial registrada (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Mann et al., 2016; Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015; Zaleski et al., 2019), mientras que en dos estudios no se especificó la marca del calcetín utilizado (Hanis et al., 2020; Vercruyssen et al., 2015). En cuanto a la longitud del calcetín, ocho estudios emplearon calcetines de compresión de pie a rodilla, mientras que un estudio utilizó calcetines desde los maléolos hasta la rodilla (Vercruyssen et al., 2015).

Tabla 5. Características y principales resultados de los estudios incluidos.

Primer autor, año (país)	Diseño	Participantes	Intervención	VARIABLES evaluadas	Resultados principales
Armstrong et al., 2015 (Australia)	ECA	59 corredores de maratón (♂ y ♀). GI n = 16; GC n = 17. Edad media: 39,0 ± 6,2 años. Pérdidas: 26	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (30-40 mmHg tobillo y 21-28 mmHg debajo rodilla); GC: calcetines sin compresión. Uso durante 48 h post-maratón	FCmáx, RPE, tiempo hasta la extenuación (EX)	GI vs GC: ↔ FCmáx, ↔ RPE, ↑* EX. GI vs línea base: ↔ FCmáx, ↔ RPE, ↑ EX
Brophy-Williams et al., 2019 (Australia)	Ensayo crossover	12 corredores entrenados ♂. Edad media: 30,5 ± 8,1 años. Pérdidas: 0	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (23±4mmHg debajo tobillo, 31±4mmHg arriba tobillo, 37±4mmHg zona media); GC: calcetines sin compresión. Uso durante 5 km Periodo de lavado: NE	Lactato, RPE, CSAp, dolor muscular, fatiga, TQRP, DTT1-TT2	GI vs GC: ↓* DTT1-TT2; resto ↔ GI vs línea base: ↑ lactato, RPE, dolor muscular, fatiga; ↓TQRP, ↓* DTT1-TT2; ↔CSAp
Fletcher et al., 2014 (EE. UU.)	ECA	16 corredores (♂ y ♀). GI n=8; GC n=8. Edad media: 30,5 ± 8,7 años. Pérdidas: 0	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (graduada 26-18 mmHg); GC: medias <5 mmHg. Uso durante 2h carrera y 8 h post-ejercicio	WL, H, DC, TD, IVC, IVC24h	GI vs GC: ↔ todas las variables GI vs línea base: ↑ todas las variables
Hanis et al., 2020 (Malasia)	Ensayo crossover	16 corredores noveles y experimentados (♂). Edad media: 23,6 ± 1,4 años. Pérdidas: 0	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (20-30 mmHg); GC: calcetines sin compresión. Uso durante la prueba Periodo de lavado: 1 semana	GCT, ST, SL, HS	GI vs GC: ↓ GCT, ↓ ST, ↑ SL, ↓ HS. GI vs línea base: ↓GCT, ST, HS, ↑SL
Mann et al., 2016 (Alemania)	ECA	30 corredores recreacionales (♂ y ♀). GI =15; GC =15. Edad: 18-30 años. Pérdidas: 0	GI: Calcetines de compresión pie-rodilla (20-30 mmHg); GC: sin calcetines. Uso durante la prueba	ABF, AR, lactato	GI vs GC: ↑ ABF, ↑ AR, ↔ lactato GI vs línea base: ↑todas las variables
Vercruyssen et al., 2015 (Francia)	Ensayo crossover	11 corredores de resistencia (♂). Edad media: 34,7 ± 9,8 años. Pérdidas: 0	GI: Calcetines de compresión maléolos-rodilla (18 mmHg); GC: sin compresión. Uso durante 15,6 km Periodo de lavado: 1 semana	FC, lactato, RPE	GI vs GC: ↔ todas las variables. GI vs línea base: ↑* RPE, ↑FC y lactato
Zadow et al., 2018 (Alemania)	ECA	67 corredores de maratón (♂ y ♀). GI n=34; GC n=33. Edad media: 43,5±10,5 años. Pérdidas: 0	GI: Calcetines de compresión pie-rodilla (graduada 19-25 mmHg); GC: sin compresión. Uso durante y 10-20 min post-maratón	TAT, FT, TFDI, DD	GI vs GC: ↓* FT y DD, ↔TAT y TFDI GI vs línea base: ↑ FT y DD, ↔TAT y TFDI
Zaleski et al., 2015 (EE. UU.)	ECA	20 corredores de maratón (♂ y ♀). GI n=10; GC n=10. Edad media: 36,9±8,4 años. Pérdidas: 0	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (graduada 19-25 mmHg); GC: sin compresión. Uso durante la maratón	TAT, T-PA, DD	GI vs GC: ↓* T-PA, ↓ TAT, ↔DD GI vs línea base: ↑ TAT, ↓ T-PA, ↔ DD
Zaleski et al., 2019 (EE. UU.)	ECA	20 corredores de maratón (♂ y ♀). GI n=10; GC n=10. Edad media: 36,9±8,4 años. Pérdidas: 0	GI: calcetines de compresión pie-rodilla (graduada 19-25 mmHg); GC: sin compresión. Uso durante la maratón	CK	GI vs GC: ↔ CK GI vs línea base: ↑* CK

Abreviaturas: ↔: sin cambios significativos; ↑: aumento; ↓: disminución; * p < 0,05; ♂: hombres; ♀: mujeres; ABF: flujo sanguíneo arterial; AR: reserva arterial; CK: creatina quinasa; CSAp: área sección transversal media de la pierna; DC: distancia completada; DD: dímero-D; DTT1-TT2: decremento del rendimiento de TT1 a TT2; ECA: Ensayo clínico aleatorizado; FC: frecuencia cardiaca; FT: factor tisular; GC: grupo control; GCT: tiempo de contacto con el suelo; GI: grupo intervención; H: hidratación; HS: golpe de talón; IVC: cambio volumen instantáneo; IVC24h: cambio volumen 24 horas posteriores; Km: kilómetro; min: minuto; mmHg: milímetros de mercurio; n: tamaño muestral; NE: no específica; RPE: índice de esfuerzo percibido; SL: longitud de zancada; ST: tiempo de balanceo; TAT: complejo trombina-antitrombina; TD: tolerancia al dolor; TFDI: inhibidor de la vía del factor tisular; T-PA: activador tisular del plasminógeno; TQRP: Total Quality recovery Scale; WL: peso perdido.



Resultados por dominios de resultado

Parámetros hematológicos de coagulación

Dos estudios analizaron el efecto del uso de calcetines de compresión sobre parámetros hematológicos relacionados con la coagulación y la fibrinólisis (Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015). Las variables evaluadas incluyeron el complejo trombina-antitrombina, el factor tisular, el inhibidor de la vía del factor tisular, el dímero-D y el activador tisular del plasminógeno. En comparación con la condición control, se observaron descensos significativos ($p < 0,05$) en el activador tisular del plasminógeno (Zaleski et al., 2015), así como en el dímero-D y el factor tisular (Zadow et al., 2018) en el grupo que utilizó calcetines de compresión. No se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre grupos en el complejo trombina-antitrombina y el inhibidor de la vía del factor tisular (Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015).

Parámetros hemodinámicos

Los efectos sobre parámetros hemodinámicos fueron evaluados en un único estudio (Mann et al., 2016), en el que se analizó el flujo sanguíneo arterial y la reserva arterial durante una prueba de carrera. No se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre el grupo intervención y el grupo control, aunque se describieron incrementos respecto a la línea base en el grupo que utilizó calcetines de compresión.

Daño muscular

El daño muscular fue evaluado en un estudio mediante la medición de la creatina quinasa (CK) como marcador indirecto de daño muscular (Zaleski et al., 2019). No se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$) en los valores de CK entre el grupo que utilizó calcetines de compresión y el grupo control. Sin embargo, se registró un aumento significativo ($p < 0,05$) de la CK en el grupo intervención en comparación con los valores basales, reflejando el efecto del esfuerzo prolongado independientemente del uso de calcetines de compresión.

Parámetros perceptuales

Cuatro estudios evaluaron variables perceptuales relacionadas con la respuesta al ejercicio, incluyendo el índice de esfuerzo percibido, la tolerancia al dolor, el dolor muscular y la sensación de fatiga (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015). En general, no se observaron diferencias significativas entre el grupo que utilizó calcetines de compresión y el grupo control en estas variables. No obstante, en el estudio de Vercruyssen et al. (2015) se registró un incremento significativo ($p < 0,05$) del índice de esfuerzo percibido durante una prueba de carrera continua de 15,6 km en la condición con calcetines de compresión.

Rendimiento deportivo

Dos estudios informaron mejoras significativas en variables de rendimiento deportivo asociadas al uso de calcetines de compresión. Armstrong et al. (2015) observaron un aumento significativo ($p < 0,05$) del tiempo hasta la extenuación durante una prueba posterior a una maratón. Por su parte, Brophy-Williams et al. (2019) encontraron un menor decremento del rendimiento entre dos pruebas consecutivas de carrera contrarreloj, reflejado en una reducción significativa del tiempo entre la primera y la segunda carrera en el grupo que utilizó calcetines de compresión.

Parámetros cinemáticos

Los efectos sobre variables cinemáticas de la carrera fueron analizados en un estudio (Hanis et al., 2020). Al comparar el grupo intervención con el grupo control, se observaron tendencias de cambio no significativas ($p > 0,05$) en el tiempo de contacto con el suelo, el tiempo de balanceo, la longitud de zancada y el golpe de talón. Asimismo, en el subgrupo de corredores noveles se observaron mejoras significativas ($p < 0,05$) en la longitud de zancada y el tiempo de balanceo al utilizar calcetines de compresión.

Síntesis cuantitativa basada en tamaños del efecto

A partir de los nueve estudios incluidos, se realizó una síntesis cuantitativa descriptiva basada en tamaños del efecto (Tabla 6), limitada a aquellas variables para las que los artículos originales proporcionaron información cuantitativa suficiente, como medias y desviaciones estándar o comparaciones intergrupales claras entre condiciones.

Cuando los datos disponibles no permitieron un cálculo fiable del tamaño del efecto, los resultados no fueron cuantificados numéricamente y se integraron exclusivamente en la síntesis narrativa (Sección resultados por dominios de resultado), de acuerdo con las recomendaciones metodológicas actuales para revisiones sistemáticas sin metaanálisis en contextos de elevada heterogeneidad clínica y metodológica.

La magnitud de los tamaños del efecto se interpretó siguiendo los criterios convencionales propuestos por Cohen (1988): trivial ($< 0,20$), pequeño ($0,20-0,49$), moderado ($0,50-0,79$) y grande ($\geq 0,80$).

Con el objetivo de complementar la síntesis narrativa y facilitar una interpretación cuantitativa prudente de los resultados, se elaboró un forest plot descriptivo (Figura 2), que representa la dirección y magnitud de los tamaños del efecto estimados para las principales variables analizadas, sin calcular un estimador combinado debido a la heterogeneidad metodológica y clínica entre los estudios incluidos.

De forma global, los tamaños del efecto observados fueron predominantemente de magnitud pequeña a moderada, aunque se identificó un efecto muy grande en el tiempo hasta la extenuación reportado por Armstrong et al. (2015). Los efectos más consistentes se observaron en variables de rendimiento deportivo y en parámetros cinemáticos en corredores noveles. Por el contrario, los efectos sobre los parámetros hemodinámicos y hematológicos de coagulación fueron pequeños, aunque homogéneos y con una dirección favorable al uso de calcetines de compresión.

No fue posible calcular tamaños del efecto fiables para los marcadores de daño muscular ni para las variables perceptuales, debido a la ausencia de datos cuantitativos completos y comparables entre condiciones en los estudios originales.

Rendimiento deportivo

En el dominio del rendimiento deportivo, los tamaños del efecto oscilaron entre moderados y muy grandes. El estudio de Armstrong et al. (2015) mostró un tamaño del efecto muy grande en el tiempo hasta la extenuación tras una maratón (Hedges $g = 2,60$), lo que indica una mejora sustancial de la recuperación funcional asociada al uso de calcetines de compresión durante el periodo post-ejercicio.

Por su parte, en el estudio cruzado de Brophy-Williams et al. (2019), el uso de calcetines de compresión durante una prueba de 5 km se asoció con un menor decremento del rendimiento entre pruebas consecutivas, con un tamaño del efecto pequeño a moderado ($g \approx 0,40-0,45$). En conjunto, estos resultados sugieren que los calcetines de compresión podrían ejercer un efecto positivo sobre la capacidad de mantener el rendimiento o retrasar la aparición de la fatiga en contextos específicos de alta exigencia.

Parámetros cinemáticos

En el ámbito cinemático, el estudio de Hanis et al. (2020) mostró tamaños del efecto moderados en corredores noveles para la longitud de zancada ($g \approx 0,60$) y tamaños del efecto pequeños a moderados para el tiempo de balanceo del pie ($g \approx 0,45$) cuando se utilizaron calcetines de compresión.

Estos efectos no se reprodujeron con la misma magnitud en corredores entrenados, en quienes los tamaños del efecto fueron pequeños o triviales ($g < 0,20-0,30$). En conjunto, estos hallazgos sugieren que la respuesta a la compresión podría depender del nivel de experiencia del corredor, siendo más evidente en sujetos con menor grado de automatización del patrón de carrera.

Parámetros hematológicos

Los estudios que analizaron parámetros hematológicos de coagulación mostraron tamaños del efecto pequeños pero consistentes. Tanto Zadow et al. (2018) como Zaleski et al. (2015) observaron reducciones en marcadores hemostáticos clave, como el dímero-D, el factor tisular y el activador tisular del plasminógeno, asociadas al uso de calcetines de compresión durante pruebas de resistencia prolongada, como la maratón.

Los tamaños del efecto estimados para estas variables fueron pequeños ($g \approx 0,25-0,35$), lo que indica una modulación favorable pero de magnitud limitada de la respuesta hemostática inducida por el ejercicio prolongado.

Parámetros hemodinámicos

En los parámetros hemodinámicos, el estudio de Mann et al. (2016) mostró tamaños del efecto triviales a pequeños a favor del uso de calcetines de compresión en el flujo sanguíneo arterial y la reserva arterial ($g \approx 0,15-0,20$), sin alcanzar significación estadística.

Estos resultados sugieren que los efectos de los calcetines de compresión sobre la hemodinámica periférica durante la carrera son modestos, y probablemente de mayor relevancia mecanicista que ergogénica directa, especialmente en condiciones de ejercicio continuo.

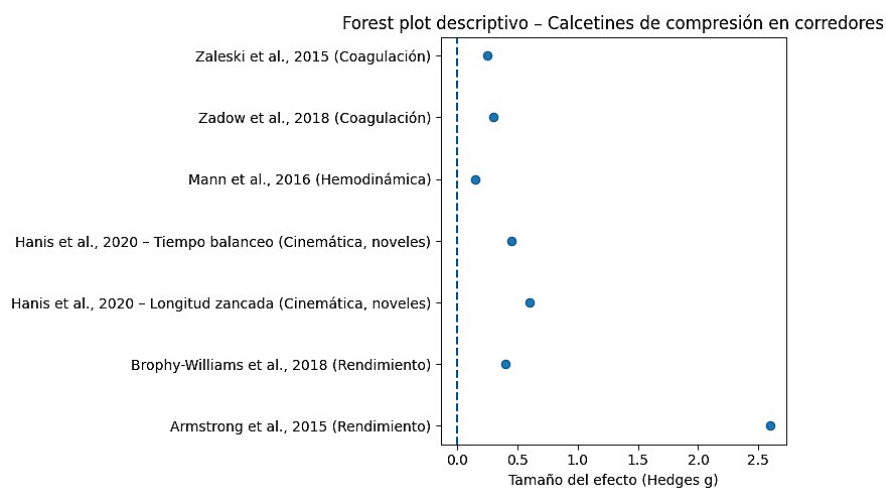
Tabla 6. Síntesis cuantitativa basada en tamaños del efecto de los estudios incluidos.

Estudio	Variable	Dominio	Diseño	n	Tamaño del efecto	Magnitud	Dirección
Armstrong et al., 2015	Tiempo hasta la extenuación	Rendimiento	Paralelo	33	$g = 2,60$	Muy grande	CC > control
Brophy-Williams et al., 2019	Decremento TT1-TT2	Rendimiento	Cruzado	12	$g \approx 0,40-0,45$	Pequeño-moderado	CC > control
Hanis et al., 2020	Longitud de zancada (noveles)	Cinemática	Cruzado	16	$d \approx 0,60$	Moderado	CC > control
Hanis et al., 2020	Tiempo de balanceo (noveles)	Cinemática	Cruzado	16	$d \approx 0,45$	Pequeño-moderado	CC > control
Mann et al., 2016	Flujo sanguíneo arterial	Hemodinámica	Paralelo	20	$d \approx 0,25$	Trivial-pequeño	CC > control
Mann et al., 2016	Reserva arterial	Hemodinámica	Paralelo	30	$d \approx 0,25$	Trivial-pequeño	CC > control
Zadow et al., 2018	Dímero-D	Coagulación	Paralelo	67	$g \approx 0,30-0,35$	Pequeño	CC > control
Zadow et al., 2018	Factor tisular	Coagulación	Paralelo	67	$g \approx 0,25-0,30$	Pequeño	CC > control
Zaleski et al., 2015	tPA	Coagulación	Paralelo	20	$g \approx 0,30-0,40$	Pequeño	CC > control

Abreviaturas: CC: calcetines de compresión; d: d de Cohen; Decremento TT1-TT2: decremento del rendimiento de TT1 a TT2; g: Hedges g; tPA: activador tisular del plasminógeno.

Los tamaños del efecto se calcularon únicamente cuando los estudios originales proporcionaron datos suficientes (medias, desviaciones estándar y tamaño muestral). Se utilizó preferentemente el estadístico Hedges g en estudios con diseño paralelo y tamaños muestrales mayores, mientras que el d de Cohen se empleó en estudios con diseño cruzado y muestras pequeñas. El tamaño muestral (n) corresponde al número de participantes incluidos en el análisis final de cada variable.

Figura 2. Forest plot descriptivo de los tamaños del efecto (Hedges g) asociados al uso de calcetines de compresión en corredores. Cada punto representa el tamaño del efecto estimado (d de Cohen o g de Hedges) para una variable principal por estudio, sin agregación estadística. Los valores positivos indican efectos a favor del uso de calcetines de compresión. La línea vertical discontinua en cero representa ausencia de efecto.



Discusión

La presente revisión sistemática integró la evidencia disponible sobre el uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos, considerando parámetros hematológicos, hemodinámicos, daño muscular, variables perceptuales, rendimiento deportivo y aspectos cinemáticos de la carrera. Nueve estudios cumplieron los criterios de inclusión establecidos. Desde una perspectiva aplicada, los resultados sugieren que los calcetines de compresión no deben interpretarse como una ayuda ergogénica universal, sino como una intervención contextual cuyo efecto parece depender del tipo de esfuerzo, del nivel de experiencia del corredor y del objetivo de uso. La evidencia disponible indica que los beneficios potenciales se manifiestan principalmente en variables específicas y bajo determinadas condiciones de aplicación, lo que refuerza la necesidad de interpretar los efectos de la compresión desde un enfoque multifactorial que combine aspectos fisiológicos, biomecánicos y perceptuales.

De forma global, los resultados indican que el uso de calcetines de compresión se asocia con efectos pequeños a moderados en variables de rendimiento deportivo, así como con modulaciones favorables, aunque de pequeña magnitud, en determinados parámetros hematológicos de la coagulación. Asimismo, la síntesis cuantitativa mostró efectos moderados en variables cinemáticas en corredores noveles, mientras que no se evidenciaron efectos claros ni consistentes sobre el daño muscular ni sobre las variables perceptuales. En conjunto, estos hallazgos reflejan una evidencia heterogénea, dependiente del dominio de resultado analizado, del perfil del corredor y del protocolo de aplicación de los calcetines de compresión.

Parámetros hematológicos

Coagulación

El uso de calcetines de compresión en corredores de resistencia ha sido propuesto como una estrategia preventiva frente a alteraciones vasculares de la extremidad inferior, como la trombosis venosa profunda, especialmente en contextos de ejercicio prolongado (Morris & Woodcock, 2004; Zaleski et al., 2015). En esta revisión, dos estudios evaluaron marcadores relacionados con la coagulación y la fibrinólisis durante la carrera de maratón (Zadow et al., 2018; Zaleski et al., 2015). Ambos trabajos mostraron descensos significativos del activador tisular del plasminógeno, el dímero-D y el factor tisular en la condición con calcetines de compresión.

No obstante, la síntesis cuantitativa indicó que estos cambios se asociaron a tamaños del efecto pequeños pero consistentes. En concreto, Zadow et al. (2018) observaron reducciones del dímero-D con un tamaño del efecto pequeño (Hedges $g \approx 0,30-0,35$), mientras que Zaleski et al. (2015) reportaron una disminución del activador tisular del plasminógeno con un tamaño del efecto también pequeño ($g \approx 0,30-0,40$). De forma similar, las reducciones del factor tisular mostraron magnitudes pequeñas ($g \approx 0,25-0,30$).

Estos hallazgos sugieren una modulación fisiológica modesta de la respuesta hemostática inducida por el ejercicio prolongado. Desde un punto de vista fisiológico, la compresión graduada podría contribuir a reducir la estasis venosa y favorecer un entorno fibrinolítico más equilibrado, mediante el aumento de la velocidad del flujo sanguíneo venoso (Bochmann et al., 2005; Lawrence & Kakkar, 1980; Partsch & Mosti, 2008). En este sentido, el uso de calcetines de compresión de pie a rodilla podría considerarse una forma de profilaxis mecánica complementaria, especialmente en esfuerzos prolongados, aunque con efectos de magnitud limitada y sin implicaciones clínicas directas demostradas en población sana.

Hemodinámica

En relación con los parámetros hemodinámicos, únicamente un estudio evaluó el efecto de los calcetines de compresión sobre el flujo sanguíneo arterial y la reserva arterial durante una prueba de carrera (Mann et al., 2016). Aunque se observaron aumentos en ambas variables en la condición con calcetines de compresión, estos cambios no alcanzaron significación estadística.

La síntesis cuantitativa mostró tamaños del efecto triviales a pequeños tanto para el flujo sanguíneo arterial como para la reserva arterial ($d \approx 0,25$ en ambos casos), lo que indica una modulación fisiológica discreta. Estos resultados concuerdan con estudios previos que han descrito incrementos modestos del



flujo sanguíneo periférico bajo condiciones de compresión externa, especialmente durante estímulos prolongados (Sun et al., 2004; Venckunas et al., 2014). No obstante, la evidencia disponible sugiere que estos efectos tienen mayor relevancia mecanicista que ergogénica, y no permiten establecer conclusiones firmes sobre una mejora hemodinámica funcional durante la carrera.

Daño muscular

Las pruebas de resistencia prolongadas, como la maratón, inducen un elevado estrés mecánico y metabólico que se traduce en daño muscular, en gran parte debido a la carga excéntrica acumulada (Da Ponte et al., 2018). En esta revisión, un único estudio evaluó el daño muscular mediante la CK como marcador indirecto (Zaleski et al., 2019). No se observaron diferencias significativas entre la condición con calcetines de compresión y el grupo control, aunque sí se produjo un aumento significativo de la CK respecto a los valores basales tras la carrera.

La ausencia de diferencias entre condiciones, junto con la imposibilidad de calcular tamaños del efecto fiables, sugiere que los calcetines de compresión no ejercen un efecto relevante sobre el daño muscular inducido por el ejercicio prolongado. Estos hallazgos coinciden con revisiones previas que tampoco han encontrado efectos consistentes de las prendas de compresión sobre marcadores bioquímicos de daño muscular en deportes de resistencia (Brown et al., 2017; Davies et al., 2009). Es probable que los efectos de la compresión se orienten principalmente hacia mecanismos vasculares más que hacia la protección estructural del tejido muscular.

Parámetros perceptuales

Las variables perceptuales, como el dolor muscular, la fatiga o el esfuerzo percibido, desempeñan un papel clave en la recuperación y la tolerancia al entrenamiento (Dupuy et al., 2018). En esta revisión, cuatro estudios evaluaron este tipo de variables (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019; Fletcher et al., 2014; Vercruyssen et al., 2015). En general, no se observaron diferencias significativas entre el uso de calcetines de compresión y la condición control.

La falta de datos cuantitativos completos impidió el cálculo de tamaños del efecto en este dominio, lo que limita la interpretación de la magnitud real de los posibles efectos. Estos resultados concuerdan con revisiones previas que han descrito efectos inconsistentes o nulos de las prendas de compresión sobre variables perceptuales (Brown et al., 2017; Hill et al., 2014). Además, la elevada variabilidad interindividual y el carácter subjetivo de estas variables podrían reducir la sensibilidad para detectar efectos de pequeña magnitud.

Parámetros cinemáticos

El uso de calcetines de compresión como posible ayuda ergogénica mecánica ha sido propuesto para mejorar la estabilidad articular y reducir la oscilación muscular durante la carrera (Doan et al., 2003). En esta revisión, un estudio analizó variables cinemáticas como el tiempo de contacto con el suelo, el tiempo de balanceo, la longitud de zancada y el golpe de talón (Hanis et al., 2020).

Aunque los cambios globales no fueron estadísticamente significativos, la síntesis cuantitativa mostró tamaños del efecto moderados en corredores noveles, particularmente para la longitud de zancada ($d \approx 0,60$) y pequeños a moderados para el tiempo de balanceo ($d \approx 0,45$). En contraste, en corredores entrenados los tamaños del efecto fueron pequeños o triviales.

Estos hallazgos sugieren que la respuesta a la compresión podría depender del nivel de experiencia del corredor, siendo más evidente en sujetos con menor automatización del patrón de carrera. La compresión podría actuar mediante un aumento del feedback propioceptivo, facilitando una mejor organización del movimiento (Bringard et al., 2006; Hasan et al., 2016).

Rendimiento deportivo

El rendimiento deportivo constituye uno de los principales motivos para el uso de calcetines de compresión en corredores. Dos estudios incluidos en esta revisión informaron mejoras significativas del rendimiento, tanto en el tiempo hasta la extenuación como en la capacidad de mantener el rendimiento en pruebas consecutivas (Armstrong et al., 2015; Brophy-Williams et al., 2019).



La síntesis cuantitativa mostró una amplia variabilidad en la magnitud de los efectos. En el estudio de Armstrong et al. (2015) se observó un tamaño del efecto muy grande sobre el tiempo hasta la extenuación (Hedges $g = 2,60$), lo que indica una mejora sustancial de la recuperación funcional. Por su parte, el estudio cruzado de Brophy-Williams et al. (2019) mostró un tamaño del efecto pequeño a moderado en el decremento del rendimiento entre pruebas consecutivas ($g \approx 0,40-0,45$).

Estos resultados son coherentes con investigaciones previas que han descrito mejoras modestas del rendimiento tras el uso de prendas de compresión en deportes de resistencia (Ali et al., 2007; De Glanville & Hamlin, 2012). Sin embargo, la magnitud y consistencia de estos efectos parecen depender del contexto de aplicación, del nivel del deportista y del tipo de prueba, por lo que deben interpretarse con cautela.

Métodos de aplicación y perspectivas futuras

A pesar de la facilidad de uso de los calcetines de compresión, persiste una falta de consenso sobre los parámetros óptimos de aplicación, incluyendo la presión ejercida, la duración y el momento de uso. Los estudios incluidos sugieren que los mayores beneficios se obtienen cuando los calcetines se utilizan durante y/o después de la actividad física, mientras que no existe evidencia suficiente que respalde su aplicación previa al ejercicio.

Futuras investigaciones deberían centrarse en estandarizar los protocolos de aplicación, explorar su efecto sobre variables metabólicas y neuromusculares, y reportar de forma sistemática datos cuantitativos completos que permitan el cálculo de tamaños del efecto y comparaciones más robustas entre estudios.

Limitaciones y fortalezas

La presente revisión sistemática presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, el número de estudios que cumplieron los criterios de inclusión fue limitado, lo que restringe la solidez global de la evidencia disponible. Esta limitación es habitual en áreas de investigación emergentes o altamente específicas, como el uso de calcetines de compresión en corredores, donde los ECAs siguen siendo relativamente escasos.

Asimismo, se observó una elevada heterogeneidad clínica y metodológica entre los estudios incluidos, particularmente en relación con las variables de resultado evaluadas, los protocolos de aplicación de los calcetines de compresión (presión ejercida, momento y duración de uso) y las características de las pruebas de carrera empleadas. Esta heterogeneidad, junto con el número limitado de estudios comparables por variable específica, impidió la realización de un metaanálisis, optándose por una síntesis cuantitativa descriptiva basada en tamaños del efecto, de acuerdo con las recomendaciones metodológicas actuales para revisiones sistemáticas sin metaanálisis.

Otra limitación relevante es que varios estudios presentaron tamaños muestrales reducidos, lo que puede comprometer la potencia estadística para detectar efectos pequeños o moderados. Además, la mayoría de los ensayos analizaron respuestas agudas o a corto plazo, lo que limita la capacidad para extraer conclusiones sobre los efectos a largo plazo del uso de calcetines de compresión sobre el rendimiento, la recuperación o la adaptación al entrenamiento. Por último, aunque se incluyeron corredores con distintos niveles de experiencia, la distribución geográfica de los estudios fue relativamente limitada, lo que puede restringir la generalización de los resultados a otras poblaciones o contextos deportivos.

A pesar de estas limitaciones, la presente revisión sistemática presenta fortalezas metodológicas relevantes. El proceso de selección de estudios se llevó a cabo siguiendo estrictamente las directrices PRISMA, y se aplicó una estrategia de búsqueda exhaustiva en tres bases de datos de referencia (PubMed/MEDLINE, Scopus y ScienceDirect), complementada con la revisión de literatura gris y la búsqueda en cadena de referencias, lo que contribuyó a minimizar el riesgo de omisión de estudios relevantes. Además, se emplearon herramientas validadas para la evaluación de la calidad metodológica (escala McMaster y escala PEDro) y del riesgo de sesgo (herramienta de la Colaboración Cochrane), garantizando que los estudios incluidos cumplieran estándares mínimos de calidad científica.

Otra fortaleza destacable es la inclusión de una síntesis cuantitativa basada en tamaños del efecto, que permitió complementar la síntesis narrativa y ofrecer una interpretación más precisa de la magnitud real de los efectos observados, incluso en ausencia de metaanálisis. Finalmente, esta revisión integra de

forma conjunta variables de rendimiento, recuperación, fisiología, coagulación y biomecánica, proporcionando una visión global y actualizada del impacto del uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos.

Conclusiones

Los resultados de la presente revisión sistemática indican que el uso de calcetines de compresión en corredores adultos sanos puede ejercer efectos favorables de magnitud generalmente pequeña a moderada en dominios específicos, dependiendo del tipo de variable analizada, del perfil del corredor y del contexto de aplicación.

En particular, la evidencia disponible sugiere una modulación positiva, aunque de pequeña magnitud, de determinados parámetros hematológicos relacionados con la coagulación durante pruebas de resistencia prolongada, como la maratón. Estos hallazgos apuntan a una respuesta hemostática potencialmente más equilibrada asociada al uso de calcetines de compresión, si bien sin implicaciones clínicas directas demostradas en población sana.

Asimismo, se observaron tendencias favorables de magnitud trivial a pequeña en variables hemodinámicas, como el flujo sanguíneo arterial y la reserva arterial, cuando los calcetines de compresión se utilizaron durante pruebas de carrera. No obstante, estos efectos fueron inconsistentes entre estudios y no alcanzaron significación estadística, lo que sugiere una relevancia principalmente mecanicista más que ergogénica directa.

En el ámbito biomecánico, los calcetines de compresión mostraron mejoras pequeñas a moderadas en determinados parámetros cinemáticos, especialmente en corredores noveles, como el tiempo de balanceo y la longitud de zancada. Estos hallazgos se sustentan principalmente en las diferencias observadas en dichas variables, que presentaron tamaños del efecto moderados para la longitud de zancada ($d \approx 0,60$) y pequeños a moderados para el tiempo de balanceo del pie ($d \approx 0,45$). La ausencia de efectos comparables en corredores entrenados sugiere que la respuesta a la compresión podría depender del nivel de experiencia y del grado de automatización del patrón locomotor. Desde una perspectiva biomecánica, estos resultados podrían explicarse por un aumento del feedback propioceptivo inducido por la compresión, favoreciendo una mejor organización del movimiento y una mayor estabilidad segmentaria durante la carrera (Bringard et al., 2006; Hasan et al., 2016).

En relación con el rendimiento deportivo, algunos estudios reportaron mejoras de magnitud variable, desde pequeñas a muy grandes en casos aislados, en pruebas específicas como el tiempo hasta la extenuación y la capacidad de mantener el rendimiento en esfuerzos consecutivos. Estos hallazgos sugieren un posible beneficio ergogénico en contextos concretos, aunque no generalizable a todas las situaciones de carrera o perfiles de corredores.

Por el contrario, la evidencia disponible no respalda efectos consistentes del uso de calcetines de compresión sobre los marcadores de daño muscular, como la CK, ni sobre las variables perceptuales, incluyendo el esfuerzo percibido, el dolor muscular o la fatiga.

En conjunto, los hallazgos de esta revisión sugieren que los calcetines de compresión pueden constituir una estrategia complementaria potencialmente útil, especialmente en relación con el rendimiento deportivo y determinados aspectos fisiológicos y biomecánicos. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica, el número limitado de estudios disponibles y la variabilidad en los protocolos de aplicación impiden extraer conclusiones definitivas. Se requieren futuros ensayos controlados aleatorizados con diseños estandarizados, mayores tamaños muestrales y seguimiento a largo plazo para clarificar el alcance real y las condiciones óptimas de uso de los calcetines de compresión en el contexto del running. Desde una perspectiva aplicada al entrenamiento deportivo, los resultados sugieren que los calcetines de compresión podrían utilizarse como una estrategia complementaria en corredores sometidos a esfuerzos prolongados o sesiones consecutivas, especialmente cuando se persigue optimizar la recuperación funcional o reducir pequeñas alteraciones biomecánicas asociadas a la fatiga. Sin embargo, su implementación debería individualizarse según el perfil del corredor, el contexto competitivo y la tolerancia subjetiva a la compresión.

Referencias

- Ali, A., Caine, M. P., & Snow, B. G. (2007). Graduated compression stockings: Physiological and perceptual responses during and after exercise. *Journal of Sports Sciences*, 25(4), 413–419. <https://doi.org/10.1080/02640410600718376>
- Armstrong, S. A., Till, E. S., Maloney, S. R., & Harris, G. A. (2015). Compression socks and functional recovery following marathon running: A randomized controlled trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 528–533. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000649>
- Bochmann, R. P., Seibel, W., Haase, E., Hietschold, V., Rödel, H., & Deussen, A. (2005). External compression increases forearm perfusion. *Journal of Applied Physiology*, 99(6), 2337–2344. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00965.2004>
- Born, D.-P., Sperlich, B., & Holmberg, H.-C. (2013). Bringing light into the dark: Effects of compression clothing on performance and recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 4–18. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.1.4>
- Brophy-Williams, N., Driller, M. W., Kitic, C. M., Fell, J. W., & Halson, S. L. (2019). Wearing compression socks during exercise aids subsequent performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(1), 123–127. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.06.010>
- Brown, F., Gissane, C., Howatson, G., van Someren, K., Pedlar, C., & Hill, J. (2017). Compression garments and recovery from exercise: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 47(11), 2245–2267. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0728-9>
- Bringard, A., Perrey, S., & Belluye, N. (2006). Aerobic energy cost and sensation responses during submaximal running exercise: Positive effects of wearing compression tights. *International Journal of Sports Medicine*, 27(5), 373–378. <https://doi.org/10.1055/s-2005-865718>
- Campbell, M., McKenzie, J. E., Sowden, A., Katikireddi, S. V., Brennan, S. E., Ellis, S., Hartmann-Boyce, J., Ryan, R., Shepperd, S., Thomas, J., Welch, V., & Thomson, H. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: Reporting guideline. *BMJ*, 368, 16890. <https://doi.org/10.1136/bmj.l6890>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Da Ponte, A., Giovanelli, N., Antonutto, G., Nigris, D., Curcio, F., Cortese, P., & Lazzer, S. (2018). Changes in cardiac and muscle biomarkers following an uphill-only marathon. *Research in Sports Medicine*, 26(1), 100–111. <https://doi.org/10.1080/15438627.2017.1393750>
- Davies, V., Thompson, K. G., & Cooper, S. M. (2009). The effects of compression garments on recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), 1786–1794. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181b42589>
- 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 and Conditioning Research*, 26(2), 480–486. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e318225ff61>
- Doan, B. K., Kwon, Y.-H., Newton, R. U., Shim, J., Popper, E. M., Rogers, R. A., Bolt, L. R., Robertson, M., & Kraemer, W. J. (2003). Evaluation of a lower-body compression garment. *Journal of Sports Sciences*, 21(8), 601–610. <https://doi.org/10.1080/0264041031000101971>
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques to reduce markers of muscle damage, soreness, fatigue, and inflammation: a systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>
- Engel, F. A., Holmberg, H.-C., & Sperlich, B. (2022). Compression garments and endurance performance: Current evidence and physiological mechanisms. *European Journal of Applied Physiology*, 122(4), 879–894. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04867-0>
- Fletcher, L., Raab, S., Sanderson, S., & Vargo, L. (2014). Efficacy of compression socks to enhance recovery in distance athletes. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 2(2), 15–18. <https://doi.org/10.13189/saj.2014.020201>
- Hanis, M., Hasan, H., Nural Azhan, M. A., Mison, M. I., Mohamed, R., Azisin, F. R., & Ismail, H. (2020). The effect of compression socks on running kinematics in experienced and novice runners. *Lecture Notes in Bioengineering*, 333–340. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3270-2_35



- Hasan, H., Davids, K., Chow, J. Y., & Kerr, G. (2016). Compression and texture in socks enhance football kicking performance. *Human Movement Science, 48*, 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2016.04.008>
- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., Oxman, A. D., Savovic, J., Schulz, K. F., Weeks, L., & Sterne, J. A. C. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ, 343*, d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., et al. (2023). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (2nd ed.). Wiley.
- Hill, J., Howatson, G., van Someren, K., Leeder, J., & Pedlar, C. (2014). Compression garments and recovery from exercise-induced muscle damage: a meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 48*(18), 1340–1346. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092456>
- Hulteen, R. M., Smith, J. J., Morgan, P. J., Barnett, L. M., Hallal, P. C., Colyvas, K., & Lubans, D. R. (2017). Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis. *Preventive Medicine, 95*, 14–25. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.027>
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J., & Westmorland, M. (1998). *Guidelines for critical review of quantitative studies*. McMaster University.
- Mann, S., Ultsch, D., Dietl, M., & Jansen, P. (2016). The effects of compression socks on arterial blood flow and arterial reserves in amateur sportsmen. *Development in Sport Science, 1*, 1–9.
- Morris, R. J., & Woodcock, J. P. (2004). Evidence-based compression: Prevention of stasis and deep vein thrombosis. *Annals of Surgery, 239*(2), 162–171. <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000109149.77194.6c>
- Moseley, A. M., Elkins, M. R., Van der Wees, P. J., & Pinheiro, M. B. (2020). Using Research to Guide Practice: The Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Brazilian Journal of Physical Therapy, 24*(5), 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.11.002>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Partsch, H., & Mosti, G. (2008). Thigh compression. *Phlebology, 23*(6), 252–258. <https://doi.org/10.1258/phleb.2008.008053>
- Scheerder, J., Breedveld, K., & Borgers, J. (Eds.). (2015). Running across Europe: The rise and size of one of the largest sport markets. *Palgrave Macmillan*. <https://doi.org/10.1057/9781137446374>
- Vercruyssen, F., Easthope, C., Bernard, T., Hausswirth, C., Bieuzen, F., Gruet, M., & Brisswalter, J. (2015). The influence of wearing compression stockings on performance indicators and physiological responses following prolonged trail running exercise. *European Journal of Sport Science, 14*(2), 144–150. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730062>
- Zadow, E. K., Adams, M. J., Wu, S. S. X., Kitic, C. M., Singh, I., Kundur, A., Bost, N., Johnston, A. N. B., Crilly, J., Bulmer, A. C., Halson, S. L., & Fell, J. W. (2018). Compression socks and the effects on coagulation and fibrinolytic activation during marathon running. *European Journal of Applied Physiology, 118*(10), 2171–2177. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3929-5>
- Zaleski, A. L., Ballard, K. D., Pescatello, L. S., Panza, G. A., Kupchak, B. R., Dada, M. R., Roman, W., Thompson, P. D., & Taylor, B. A. (2015). The effect of compression socks worn during a marathon on hemostatic balance. *The Physician and Sportsmedicine, 43*(4), 336–341. <https://doi.org/10.1080/00913847.2015.1072456>
- Zaleski, A. L., Pescatello, L. S., Ballard, K. D., Panza, G. A., Adams, W., Hosokawa, Y., Thompson, P. D., & Taylor, B. A. (2019). The influence of compression socks during a marathon on exercise-associated muscle damage. *Journal of Sport Rehabilitation, 28*(7), 724–728. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0060>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Diego Fernández-Lázaro	diego.fernandez.lazaro@uva.es	Autor y traductor
Gema Santamaría Gómez	gema.santamaria@uva.es	Autora
Eduardo Gutiérrez Abejón	egutierrez@saludcastillayleon.es	Autor
Joseba Díaz López	Josebadiaz_16@hotmail.com	Autor
Álvaro López Llorente	alvaro.lopez.llorente.investiga@gmail.com	Autor
David Jerves Donoso	davidjerves@hotmail.es	Autor