

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 18. Número 3

Septiembre 25



RAMD

## Originales

- Relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños y jóvenes chilenos de 6 a 17 años

## Revisiones

- Impacto del Ejercicio Terapéutico sobre las Disfunciones Sexuales en Mujeres y Hombres. Una revisión sistemática
- Effect of cryotherapy on the concentration of interleukin 6 induced by physical exercise: a systematic review
- Daños microvasculares en dedos de manos de deportistas asociados a estrés repetitivo: Revisión narrativa
- Efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza sobre el equilibrio dinámico. Revisión sistemática

## Caso Clínico

- Luxación peritalar lateral en un jugador de baloncesto. Reporte de caso



# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volumen 18. Número 3

Septiembre 2025

## Originales

- 87 Relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños y jóvenes chilenos de 6 a 17 años  
*L. Martínez-González, V. Saavedra-Ibaca, S. Alejandra Sepúlveda-Martin, C. Sierra Cisternas, S. Burgos-Carrasco*

## Revisiones

- 92 Impacto del Ejercicio Terapéutico sobre las Disfunciones Sexuales en Mujeres y Hombres. Una revisión sistemática  
*L. Alcalá Anta, Y. González González, A. Alonso Calvete, L. Núñez Remiseiro, M. Fernández Paz*
- 102 Efecto de la crioterapia sobre la concentración de interleucina 6 inducida por el ejercicio físico: una revisión Sistemática  
*B. Veronese da Silva, M. Louise Beltrame, D. Patrick Artioli, M. Rosângela Buzanello, G. Ricardo Flor Bertolini*
- 108 Daños microvasculares en dedos de manos de deportistas asociados a estrés repetitivo: Revisión narrativa  
*J. María Segura-Hernández*
- 112 Efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza sobre el equilibrio dinámico. Revisión sistemática  
*A. Álvarez-García, L. Antonio Justo-Cousiño*

## Caso Clínico

- 118 Luxación peritalar lateral en un jugador de baloncesto. Reporte de caso  
*Í. Úbeda-Pérez de Heredia*

Sumario

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volum 18. Number 3

September 2025

## Original Articles

- 87 Relationship Between Muscle Fitness and Anthropometric Characteristics in Chilean Children and Adolescents Aged 6 to 17 Years  
*L. Martínez-González, V. Saavedra-Ibaca, S. Alejandra Sepúlveda-Martin, C. Sierra Cisternas, S. Burgos-Carrasco*

## Review Articles

- 92 Impact of Therapeutic Exercise on Sexual Dysfunction in Women and Men: A Systematic Review  
*L. Alcalá Anta, Y. González González, A. Alonso Calvete, L. Núñez Remiseiro, M. Fernández Paz*
- 102 Effect of cryotherapy on the concentration of interleukin 6 induced by physical exercise: a systematic review  
*B. Veronese da Silva, M. Louise Beltrame, D. Patrick Artioli, M. Rosângela Buzanello, G. Ricardo Flor Bertolini*
- 108 Microvascular Damage in Athletes' Hand Fingers Associated with Repetitive Stress: Narrative Review  
*J. María Segura-Hernández*
- 112 Effect of barefoot footwear or barefoot running on dynamic balance. Systematic review  
*A. Álvarez-García, L. Antonio Justo-Cousiño*

## Case Report

- 118 Lateral peritalar dislocation in a basketball player: case report  
*Í. Úbeda-Pérez de Heredia*

Contents

# Revista Andaluza de Medicina del Deporte

Volume 18. Número 3

setembro 2025

## Artigos Originais

- 87 Relação entre a Aptidão Muscular e as Características Antropométricas em Crianças e Jovens Chilenos de 6 a 17 Anos

*L. Martínez-González, V. Saavedra-Ibaca, S. Alejandra Sepúlveda-Martin, C. Sierra Cisternas, S. Burgos-Carrasco*

## Artigos de Revisão

- 92 Impacto do Exercício Terapêutico nas Disfunções Sexuais em Mulheres e Homens: Uma Revisão Sistemática  
*L. Alcalá Anta, Y. González González, A. Alonso Calvete, L. Núñez Remiseiro, M. Fernández Paz*
- 102 Efeito da crioterapia na concentração de interleucina 6 induzida pelo exercício físico: uma revisão sistemática  
*B. Veronese da Silva, M. Louise Beltrame, D. Patrick Artioli, M. Rosângela Buzanello, G. Ricardo Flor Bertolini*
- 108 Danos microvasculares nos dedos das mãos de desportistas associados ao estresse repetitivo: Revisão narrativa  
*J. María Segura-Hernández*
- 112 Efeito do uso de calçado barefoot ou da corrida descalça sobre o equilíbrio dinâmico. Revisão sistemática  
*A. Álvarez-García, L. Antonio Justo-Cousiño*

## Relato de Caso Clínico

- 118 Luxação peritalar lateral em um jogador de basquete: relato de caso  
*Í. Úbeda-Pérez de Heredia*

Conteúdo

Originales

## Relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños y jóvenes chilenos de 6 a 17 años



Laura Martínez-González<sup>a,\*</sup>, Vanessa Saavedra-Ibaca<sup>c</sup>, Sonia Alejandra Sepúlveda-Martin<sup>b</sup>, Cristian Sierra Cisternas<sup>c</sup>, Sebastián Burgos-Carrasco<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Enfermería, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás, Chile.

<sup>b</sup> Departamento de Ciencias Clínicas y Preclínicas, Facultad de Medicina, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile.

<sup>c</sup> Facultad de Salud y Ciencias Sociales, Universidad de las Américas, Chile.

<sup>d</sup> Académico Escuela de Terapia Ocupacional, Facultad de Salud y Ciencias Sociales, Universidad de las Américas, Chile.

### RESUMEN

**Objetivo:** Describir la relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños, niñas y adolescentes chilenos de 6 a 17 años de edad. **Método:** Estudio de diseño observacional con alcance correlacional, en una muestra de 150 escolares chilenos. Se evaluaron la fuerza de prensión manual en ambas manos, talla, peso e índice de masa corporal. El análisis estadístico se realizó con el software estadístico IBM-SPSS v27. **Resultados:** Los hombres presentan mayores valores de fuerza de prensión manual, con una diferencia estadísticamente significativa, aumentando con la edad y relacionándose positiva y significativamente con las características antropométricas y la edad. No se encontraron diferencias de fuerza prensil entre la mano derecha e izquierda. **Conclusión:** El presente estudio aporta valores referenciales útiles, destacando la necesidad de actualizar constantemente los valores normativos.

*Palabras clave:* fuerza de prensión manual; composición corporal; niños; adolescentes.

### Relationship Between Muscle Fitness and Anthropometric Characteristics in Chilean Children and Adolescents Aged 6 to 17 Years

#### ABSTRACT

**Objective:** To describe the relationship between muscular fitness and anthropometric characteristics in Chilean children and adolescents aged 6 to 17 years. **Method:** Observational study with a correlational scope in a sample of 150 Chilean schoolchildren. Handgrip strength in both hands, height, weight, and body mass index were evaluated. Statistical analysis was performed using IBM-SPSS v27. **Results:** Males showed higher handgrip strength values, with a statistically significant difference, increasing with age and showing a positive and significant relationship with anthropometric characteristics and age. No differences were found in grip strength between the right and left hands. **Conclusion:** This study provides useful reference values, highlighting the need for regular updates of normative data.

*Keywords:* handgrip strength; body composition; children; adolescents.

<sup>a</sup>**Autora de Correspondencia:** Mg. Laura Martínez-Gonzalez. Escuela de Enfermería, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Chile. Teléfono: +56997167960. Correo electrónico: [lmartinez10@santotomas.cl](mailto:lmartinez10@santotomas.cl). Dirección postal: Arturo Prat 879, Concepción, Bío Bío. Código Postal: 314000 (Laura Martínez-González)

## Relação entre a Aptidão Muscular e as Características Antropométricas em Crianças e Jovens Chilenos de 6 a 17 Anos

### RESUMO

**Objetivo:** Descrever a relação entre aptidão muscular e características antropométricas em crianças e adolescentes chilenos de 6 a 17 anos de idade. **Método:** Estudo observacional com abordagem correlacional em uma amostra de 150 escolares chilenos. Foram avaliadas a força de preensão manual em ambas as mãos, altura, peso e índice de massa corporal. A análise estatística foi realizada com o software IBM-SPSS v27. **Resultados:** Os meninos apresentaram maiores valores de força de preensão manual, com diferença estatisticamente significativa, aumentando com a idade e relacionando-se de forma positiva e significativa com as características antropométricas e a idade. Não foram encontradas diferenças de força entre as mãos direita e esquerda. **Conclusão:** Este estudo fornece valores referenciais úteis, destacando a importância de atualizar constantemente os valores normativos.

*Palavras-chave:* força de preensão manual; composição corporal; crianças; adolescentes.

### Introducción

La aptitud muscular se define como la capacidad de realizar una actividad contra resistencia<sup>1</sup> y está relacionada principalmente con la fuerza muscular. Esta última se entiende como “la capacidad de un músculo o grupo muscular de ejercer tensión contra una resistencia en un movimiento determinado y a una determinada velocidad de ejecución”<sup>2</sup>. Factores como el tamaño y número de los músculos involucrados, la proporción de las fibras reclutadas y su coordinación influyen directamente en la fuerza muscular<sup>1</sup>.

Estudios señalan que la aptitud muscular se relaciona de forma inversa con la adiposidad central, las enfermedades cardiovasculares y los factores de riesgo cardiovascular como la circunferencia de cintura y concentración de triglicéridos, mientras que presenta una relación positiva con la edad, la densidad ósea, la autoestima, la flexibilidad, la tolerancia a la glucosa y el desarrollo de actividades de la vida diaria<sup>3-7</sup>. La fuerza de presión manual es un fuerte predictor de morbilidad y esperanza de vida en población de todas las edades<sup>1,5</sup>, y ha sido definida como un indicador de la fuerza muscular y el riesgo de obesidad sarcopénica en niños y adultos (mayores índices de obesidad se relacionan a una menor fuerza de presión manual)<sup>8-10</sup>.

Respecto a la evaluación de la aptitud muscular, si bien no existe una prueba única para su determinación, la dinamometría de presión manual es uno de los métodos más utilizados debido a su facilidad de aplicación, bajo costo y alta confiabilidad en distintos períodos del crecimiento<sup>1,5,11</sup>. Chile presenta la mayor tasa de obesidad infantil en América del Sur, un 23% de los escolares y un 13,2% de los adolescentes entre 15 y 19 años son obesos<sup>12</sup>. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio es describir la relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños y jóvenes chilenos de 6 a 17 años.

### Metodología

#### Diseño

Este estudio presenta un diseño observacional con un alcance descriptivo y temporalidad transversal. Se describen las variables de fuerza de presión manual de mano derecha (FPMD) e izquierda (FPMI) y variables antropométricas de talla (m), peso (kg) e Índice de Masa Corporal (IMC, kg/m<sup>2</sup>).

#### Muestra

Se evaluaron 150 escolares de 6 a 17 años, seleccionados por conveniencia en un establecimiento de Arauco. Se excluyeron quienes presentaban condiciones médicas que pudieran alterar el crecimiento

o la fuerza. El estudio estuvo acorde a las normas éticas de la Declaración de Helsinki (versión 2013) para intervenciones con humanos. Todos los participantes firmaron una carta de asentimiento informado y sus padres o tutores legales firmaron una carta de consentimiento informado.

#### Procedimiento e instrumentos

Se enviaron consentimientos informados a los padres de 212 escolares, de los cuales 150 estudiantes participaron tras firmar el asentimiento. Las mediciones se realizaron en una sala del establecimiento, incluyendo talla, peso, IMC y fuerza de presión manual, utilizando equipos validados y ajustados al tamaño de la mano. La talla se obtuvo con un estadiómetro móvil (SECA®, Modelo 217, Alemania), el peso e IMC con una balanza con monitor corporal (Omron, Modelo HBF-514C, USA) y la fuerza de presión manual con un dinamómetro digital CAMRY, ajustable al tamaño de la mano (rango 0- 90 kg; precisión de 100 g).

#### Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico IBM-SPSS v27 para el análisis de los datos. Para identificar diferencias por sexo la prueba t de Student independiente o U de Mann Whitney, por edad la prueba de ANOVA o Kruskal-Wallis, y para relacionar las variables la prueba de correlación de Spearman, en función de la normalidad, considerándose estadísticamente significativos los valores de  $p < 0.05$ .

### Resultados

En total participaron 150 niños y jóvenes con un promedio de edad de 12.47±2.84 años, de los cuales 69 (46%) corresponden al sexo masculino y 81 (64%) al sexo femenino. En la [tabla 1](#) se presentan las características antropométricas de la muestra por edad, donde se aprecia un aumento de la talla, peso e IMC a medida que aumenta la edad cronológica. Respecto a la diferencia por sexo, no se presentó una diferencia estadísticamente significativa entre el peso y el IMC de la muestra por sexo ( $p=0,132$  y  $p=0.903$  respectivamente), pero sí en la talla ( $p=0.034$ ) donde los hombres son más altos que las mujeres.

En cuanto a la aptitud muscular, en primera instancia no existen diferencias significativas en la fuerza de presión por mano ( $p>0.05$ ). El promedio de la FPMD en el total de la muestra fue de 22.94±9.39kg, de 20.45±5.26kg en las mujeres y 25.86±12.02kg en los hombres, mientras que la FPMI para el total de la muestra fue de 21.7±9.27kg, de 19.3±4.04kg en las mujeres y 24.53±12.02 en los hombres, existiendo diferencia estadísticamente significativa en la FPMD y FPMI por sexo ( $p<0.001$  para ambas). Es importante señalar

**Tabla 1.** Descripción antropométrica de la muestra por edad y sexo

Edad	Peso (kg)*		Talla (m)*		IMC(kg/m <sup>2</sup> )*	
	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
6	29.5±10.2	28.4±0.3	1.2±0.11	1.1±0.05	18.5±3.1	28.5±0.3
7	34.8±6.1	26.9±1.3	1.3±0.01	1.2±0.03	21.4±3.5	17.5±0.2
8	31.2±2.2	39±13.4	1.3±0.10	1.3±0.09	17.8±1.4	20.5±4.7
9	41.5±14.3	46.5±8.9	1.4±0.06	1.4±0.03	21.2±5.3	22.1±4.3
10	47.5±6.9	49.6±14.1	1.4±0.02	1.4±0.08	22.4±3.0	23.5±4.8
11	50.3±15.4	53.5±16.6	1.5±0.08	1.5±0.09	21.7±4.7	23.1±4.3
12	58.9±10.3	57.6±14.8	1.5±0.07	1.5±0.05	25.3±4.1	25.8±4.7
13	68±20.2	57.8±14.4	1.6±0.12	1.5±0.07	27.2±6.9	25.1±5.5
14	57.9±13.1	59.8±11.2	1.6±0.11	1.6±0.04	23.1±4.4	24.8±4.6
15	73.3±13.6	58.2±8.9	1.7±0.06	1.6±0.06	24.6±4.9	22.9±2.9
16	78.4±20.4	53.8±7.6	1.7±0.06	1.6±0.02	26.4±6.8	22.3±3.4
17	71.7±31.3	58.7±2.8	1.7±0.13	1.5±0.13	25.5±7.2	26.4±1.8

\* Valores expresados en media y desviación estándar.  
IMC: Índice de masa corporal.

**Tabla 2.** Descripción de la aptitud muscular de la muestra por edad y sexo.

Edad	FPMD (kg)*			FPMI (kg)*		
	Hombre	Mujer	Total	Mujer	Hombre	Total
6	11.0±1.4	10.7±0.5	13.5±7.8	11.1±1.3	4.7±0.3	11.6±5.4
7	13.3±1.9	10.3±0.9	11.5±2.0	11.2±0.9	11.2±1.7	11.2±1.3
8	12.3±2.3	13.2±2.9	12.8±2.4	17.1±1.2	10.7±2.4	13.9±8.2
9	15.3±1.9	17.4±2.9	16.1±2.4	14.5±2.6	17.5±2.4	15.6±2.8
10	17.3±3.1	18.2±4.1	17.9±3.6	15.1±2.3	17.9±4.4	17.3±4.0
11	19.8±4.5	23.2±5.8	21.4±5.2	18.8±4.4	17.8±3.7	18.3±4.1
12	18.7±2.4	21.9±8.1	20.6±6.4	17.9±8.6	21.2±4.8	19.9±6.4
13	26.5±7.2	22.1±3.7	23.8±5.6	23.1±8.9	19.5±4.3	20.8±6.5
14	27.3±6.3	22.7±4.1	24.4±5.4	24.2±7.2	23.1±2.7	23.5±4.8
15	39.9±10.3	22.8±3.9	31.7±11.7	37.6±9.1	21.7±4.5	29.9±10.8
16	36.8±10.8	19.5±2.4	26.6±11.1	36.6±11.5	20.1±1.8	26.9±11.1
17	36.4±14.9	22.8±2.1	29.6±11.7	36.1±18.1	20.1±3.4	28.1±14.1

\* Valores expresados en media y desviación estándar.  
FPMD: Fuerza prensil mano derecha; FPMI: Fuerza prensil mano izquierda.

que el 86% de la muestra presentó una dominancia derecha y el 14% izquierda.

En la [tabla 2](#) se presentan los valores obtenidos de FPMD y FPMI por edad y sexo, donde se presenta un incremento a medida que aumenta la edad cronológica y existe diferencia significativa en las FPMD e izquierda por edad ( $p<0.001$  para ambas). En la prueba post hoc esta diferencia se observó entre las edades 6 a 12 años con las edades 15 a 17 años, mientras que los jóvenes de 13 y 14 años solo presentaron diferencias significativas con el grupo de 15 años, y no existieron diferencias entre los grupos de edad 15, 16 y 17 años.

En cuanto a la relación de la FPMD y FPMI con variables antropométricas y la edad, se observó una relación positiva, moderada y significativa entre la FPMD y FPMI con el peso ( $r=0.506$ ,  $p<0.001$ ;  $r=0.563$ ,  $p<0.001$  respectivamente) y la talla ( $r=0.585$ ,  $p<0.001$ ;  $r=0.629$ ,  $p<0.001$  respectivamente), y una relación positiva, débil y significativa con el IMC ( $r=0.194$ ,  $p=0.033$ ;  $r=0.243$ ,  $p<0.007$  respectivamente) y con la edad ( $r=0.366$ ,  $p<0.001$ ;  $r=0.443$ ,  $p<0.001$  respectivamente).

## Discusión

El presente estudio describe la relación entre la aptitud muscular y las características antropométricas en niños y jóvenes chilenos de 6 a 17 años, presentando resultados similares a otros estudios realizados tanto en población chilena como extranjera<sup>13-15</sup>.

Respecto a la FPMD y FPMI en general, no se evidenciaron diferencias entre estas, misma situación que plantea Escalona et al<sup>13</sup> quien evaluó a 753 niños y jóvenes escolares chilenos, concluyendo que no hay diferencia significativa entre la fuerza de la mano derecha e izquierda. En cuanto a la fuerza prensil por sexo tanto en mujeres y hombres los valores obtenidos fueron similares a los de Escalona et al<sup>13</sup> y Kastrati et al<sup>15</sup>, y en todos los estudios el intervalo de edad fue de 6 a 17 años. Sin embargo, en mujeres el mayor valor obtenido fue cerca de los 23.2kg a la edad de 11 años para este estudio versus 25.99kg a los 17 años en la literatura, mientras que para hombres la FPM aumenta lentamente hasta los 12 años y desde los 13 años aumenta rápidamente hasta alcanzar los 39 kg a los 17 años.

Asimismo, Zembura et al<sup>16</sup> evaluó a 95 niños menores caucásicos polacos con edad y características similares a la presente muestra y evidenció una media de 24 kg de FPM para el total de la muestra; 26 kg para niñas y 22 kg para niños, sin diferencia significativa por sexo. La mayor fuerza observada en las mujeres, difiere del presente estudio, en el que los hombres presentaron mayores valores con diferencia significativa respecto de las mujeres, mismo resultado presentado por Kastrati et al<sup>15</sup> y García-Hermoso et al<sup>14</sup>.

El único estudio europeo realizado en España que presenta valores de FPM menores a los obtenidos en Chile corresponde al de Marrodán et al<sup>17</sup>, quien evaluó a 2.125 niños y jóvenes de 6 a 18 años en el año 2009. Esta diferencia podría atribuirse a que los datos

referenciales chilenos y españoles corresponden a valores obtenidos el año 2009, es por aquello que el más reciente estudio de fuerza de prensión manual en niños y adolescentes españoles de García et al<sup>18</sup> presenta valores más altos, lo que podría implicar que a nivel mundial los niños están presentando mayores valores a los referenciados hace más de 15 años atrás y remarca la importancia de normalizar los parámetros de fuerza de prensión manual constantemente.

Respecto a la relación de la fuerza prensil de mano con las variables antropométricas y la edad, los resultados son similares a los obtenidos por Marrodán et al<sup>17</sup>, estableciendo una relación positiva y significativa entre las variables, siendo más fuerte con el peso y la talla, y más débil con la edad e IMC.

En cuanto a las limitaciones, es importante considerar usar instrumentos mayormente utilizados en este campo de investigación, además de considerar calcular los valores relativos de la fuerza de prensión manual puesto que varía de la fuerza de prensión manual absoluta<sup>19</sup>. Otro punto para considerar es el tamaño de la muestra, para permitir mayor objetividad de los resultados. Por otro lado, una de las principales fortalezas de este estudio es que proporciona valores de referencia normativos de fuerza de prensión manual en niñas, niños y adolescentes, fundamentales para evaluar el desarrollo motor en estas etapas. Estos datos permiten detectar alteraciones en la fuerza muscular, orientar intervenciones y establecer comparaciones con estándares muestrales. Además, su utilidad se extiende a contextos clínicos y educativos, aportando información valiosa para el seguimiento y promoción de la salud infantil y juvenil.

### Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

### Confidencialidad de los datos

Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

### Derecho a la privacidad y consentimiento informado

Los autores han obtenido el consentimiento informado de los tutores de los participantes, así como el asentimiento informado de los escolares referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

- Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjöström M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. Vol. 32, *International Journal of Obesity*. 2008. p. 1-11.
- Concha-Cisternas Y, Petermann-Rocha F, Castro-Piñeiro J, Parra S, Albala C, Van De Wyngard V, et al. Fuerza de prensión manual. Un sencillo, pero fuerte predictor de salud en población adulta y personas mayores. *Rev Med Chil* [Internet]. 2022 Oct 6;150(8). Available from: <https://www.revistamedicadechile.cl/index.php/rmedica/article/view/9496>
- Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal Fitness, Health Outcomes and Quality of Life. *J Strength Cond Res*. 2001;31(12):863-73.
- Smith JJ, Eather N, Morgan PJ, Plotnikoff RC, Faigenbaum AD, Lubans DR. The health benefits of muscular fitness for children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. Vol. 44, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2014. p. 1209-23.
- Rodrigues T, Lima DE, Custó PC, Martins C, Guerra PH, Augusto D, et al. MUSCULAR FITNESS AND CARDIOVASCULAR RISK FACTORS IN CHILDREN AND ADOLESCENTS: A SYSTEMATIC REVIEW. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018; Available from: [www.nsga.com](http://www.nsga.com)
- García-Hermoso A, Ramírez-Campillo R, Izquierdo M. Is Muscular Fitness Associated with Future Health Benefits in Children and Adolescents? A Systematic Review and Meta-Analysis of Longitudinal Studies. Vol. 49, *Sports Medicine*. Springer International Publishing; 2019. p. 1079-94.
- Jung HW, Lee J, Kim J. Handgrip Strength Is Associated with Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Children and Adolescents: Analysis of Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2014-2018. *J Obes Metab Syndr*. 2022 Dec 1;31(4):334-44.
- Palacio-Agüero A, Díaz-Torrente X, Dourado DQS. Relative handgrip strength, nutritional status and abdominal obesity in Chilean adolescents. *PLoS One*. 2020 Jun 1;15(6).
- Steffl M, Chrudimsky J, Tufano JJ. Using relative handgrip strength to identify children at risk of sarcopenic obesity. *PLoS One*. 2017 May 1;12(5).
- Palacio AC, Díaz-Torrente X, Quintiliano-Scarpelli D. Higher Abdominal Adiposity Is Associated With Lower Muscle Strength in Chilean Adults. *Front Nutr*. 2022 Feb 23;9.
- Jorquera-Cáceres I, Vega-Arriagada D, Núñez-González D, Guzmán-Muñoz E, Castillo-Retamal M, Yuing-Farias T, et al. Isometric muscle torque in Chilean children and adolescents evaluated by manual maintenance dynamometry: a reliability study. *Andes Pediatría*. 2024 May 1;95(3):252-62.
- MINSAL. ENCUESTA NACIONAL DE SALUD 2016-2017 Primeros resultados. MINSAL. Chile; 2017.
- Escalona P, Naranjo J, Lagos V, Solís F. Parámetros de Normalidad en Fuerzas de Prensión de Mano en Sujetos de Ambos Sexos de 7 a 17 Años de Edad. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2009 [cited 2025 Feb 11];80(5):435-43. Available from: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062009000500005](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062009000500005)
- García-Hermoso A, Cofre-bolados C, Andrade-schnettler R, Ceballos-ceballos R, Ferna O, Vegas-heredia ED, et al. NORMATIVE REFERENCE VALUES FOR HANDGRIP STRENGTH IN CHILEAN CHILDREN AT 8-12 YEARS OLD USING THE EMPIRICAL DISTRIBUTION AND THE LAMBDA, MU, AND SIGMA STATISTICAL METHODS. *J Strength Cond Res* [Internet]. 2018; Available from: [www.nsga.com](http://www.nsga.com)
- Kastrati A, Gashi N, Georgiev G, Gontarev S. Normative Data of Handgrip Strength in Macedonian Children and Adolescents According to Chronological and Biological Age Datos Normativos de la Fuerza de Prensión Manual en Niños y Adolescentes Macedonios Según la Edad Cronológica y Biológica. Vol. 42, *Int. J. Morphol*. 2024.
- Zembura M, Czepczor-Bernat K, Dolibog P, Dolibog PT, Matusik P. Skeletal muscle mass, muscle strength, and physical performance in children and adolescents with obesity. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14.
- Marrodán Serrano MD, Romero Collazos JF, Moreno Romero S, Mesa Santurino MS, Cabañas Armesilla MD, Pacheco Del Cerro JL, et al. Handgrip strength in children and teenagers aged from 6 to 18 years: Reference values and relationship with size and body composition. *An Pediatr (Engl Ed)*. 2009;70(4):340-8.

18. García López M, González Montero De Espinosa M, Romero-Collazos JF, Prado Martínez C, López-Ejeda N, Villarino Marín A, et al. Referencias para dinamometría manual en función de la estatura en edad pediátrica y adolescente. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*. 2017;37(4):135-9.
19. Martínez-Torres J, Gallo-Villegas JA, Aguirre-Acevedo DC. Anthropometric and body composition characteristics associated with handgrip strength in children and adolescents. A scoping review. Vol. 93, *Andes Pediatrica*. Sociedad Chilena de Pediatria; 2022. p. 906-17.

Revisión

## Effect of cryotherapy on the concentration of interleukin 6 induced by physical exercise: a systematic review



Bianca Veronese da Silva<sup>a</sup>, Mayara Louise Beltrame<sup>a</sup>, Dérick Patrick Artioli<sup>b</sup>, Márcia Rosângela Buzanello<sup>a</sup>, Gladson Ricardo Flor Bertolini<sup>a,\*</sup> 

<sup>a</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Brazil.

<sup>b</sup> Centro Universitário Lusiada (UNILUS), Brazil.

### ABSTRACT

**Objective:** The aim of this study was to carry out a literature review on the effect of cryotherapy on the concentration of interleukin 6 induced by physical exercise. **Methods:** The databases included were PubMed, Cochrane, the Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus, Web Of Science and LILACS. Also gray literature: Google Scholar, LIVIVO, Open Grey and Banco de Teses e Dissertações da CAPES. The risk of bias was assessed using the Cochrane tool, RoB 2. The outcome was the concentration of interleukin 6. **Results:** Two randomized controlled trials were selected from 8573 records. The overall risk of bias was of some concern in both studies. One suggests that cold water immersion (CWI) can reduce interleukin-6 (IL-6) levels during intense training. The other found that whole-body cryotherapy (WBC) and CWI versus passive recovery after a single run, with interventions at different times after exercise, had no significant interaction between group and time in significantly increasing IL-6 levels. **Conclusion:** CWI showed greater potential in intense training, while WBC showed more varied results. Future studies should standardize interventions and explore molecular mechanisms to optimize recovery.

**Keywords:** Cold therapy; exercise-induced muscle damage; muscle injury; interleukins.

### Efecto de la crioterapia sobre la concentración de interleucina 6 inducida por el ejercicio físico: una revisión sistemática

### RESUMEN

**Objetivo:** El objetivo de este estudio fue realizar una revisión de la literatura sobre el efecto de la crioterapia en la concentración de interleucina 6 inducida por el ejercicio físico. **Métodos:** Se incluyeron las bases de datos PubMed, Cochrane, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus, Web of Science y LILACS. También se consultó literatura gris: Google Scholar, LIVIVO, OpenGrey y el Banco de Tesis y Disertaciones de la CAPES. El riesgo de sesgo se evaluó mediante la herramienta Cochrane RoB 2. El resultado analizado fue la concentración de interleucina 6. **Resultados:** De un total de 8573 registros, se seleccionaron dos ensayos clínicos aleatorizados. El riesgo global de sesgo fue considerado preocupante en ambos estudios. Uno de ellos sugiere que la inmersión en agua fría (CWI) puede reducir los niveles de interleucina-6 (IL-6) durante entrenamientos intensos. El otro estudio encontró que la crioterapia de cuerpo entero (WBC) y la CWI, comparadas con la recuperación pasiva tras una carrera única, aplicadas en diferentes momentos posteriores al ejercicio, no mostraron una interacción significativa entre grupo y tiempo para aumentar de forma significativa los niveles de IL-6. **Conclusión:** La inmersión en agua fría (CWI) mostró un mayor potencial durante entrenamientos intensos, mientras que la crioterapia de cuerpo entero (WBC) presentó resultados más variados. Los estudios futuros deberían estandarizar las intervenciones y explorar los mecanismos moleculares para optimizar la recuperación.

**Palabras clave:** Crioterapia; daño muscular inducido por el ejercicio; lesión muscular; interleucinas.

<sup>a</sup> Corresponding author: Gladson Ricardo Flor Bertolini. Universitaria St. 2069. Zip code: 85819-110. [gladsonricardo@gmail.com](mailto:gladsonricardo@gmail.com)  
Orcid: 0000-0003-0565-2019 (Gladson Ricardo Flor Bertolini)

## Efeito da crioterapia na concentração de interleucina 6 induzida pelo exercício físico: uma revisão sistemática

### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão da literatura sobre o efeito da crioterapia na concentração de interleucina 6 induzida pelo exercício físico. **Métodos:** As bases de dados incluídas foram PubMed, Cochrane, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus, Web of Science e LILACS. Também foi consultada literatura cinzenta: Google Scholar, LIVIVO, OpenGrey e o Banco de Teses e Dissertações da CAPES. O risco de viés foi avaliado utilizando a ferramenta Cochrane RoB 2. O desfecho analisado foi a concentração de interleucina 6. **Resultados:** De um total de 8573 registros, dois ensaios clínicos randomizados foram selecionados. O risco global de viés foi considerado preocupante em ambos os estudos. Um deles sugere que a imersão em água fria (CWI) pode reduzir os níveis de interleucina-6 (IL-6) durante treinos intensos. O outro estudo verificou que a crioterapia de corpo inteiro (WBC) e a CWI, comparadas à recuperação passiva após uma corrida única, aplicadas em tempos diferentes após o exercício, não apresentaram interação significativa entre grupo e tempo no aumento dos níveis de IL-6. **Conclusão:** A imersão em água fria (CWI) demonstrou maior potencial durante treinos intensos, enquanto a crioterapia de corpo inteiro (WBC) apresentou resultados mais variados. Estudos futuros devem padronizar as intervenções e explorar os mecanismos moleculares para otimizar a recuperação.

*Palavras-chave:* Crioterapia; dano muscular induzido pelo exercício; lesão muscular; interleucinas.

### INTRODUCTION

Over the centuries, cold temperatures have been used by humans for healing, health and sports recovery purposes. The application of cold for therapeutic purposes is regularly referred to as cryotherapy (1). From a physiological point of view, the benefits of cryotherapy are due to the reduction in metabolism and analgesic effects, resulting from the reduction in the speed of transmission of sensory nerve signals (2-6).

Traditionally, ice is used to treat musculoskeletal injuries (6,7), while cold water immersion or whole-body cryotherapy (WBC) are used for recovery from exercise. Among sports recovery methods, cold water immersion (CWI), contrast water therapy (CWT) and WBC have been widely applied to improve recovery after strenuous exercise (8,9).

Exercise-induced muscle damage usually results from performing unusual exercises or exercises of great intensity or duration. The most documented symptoms of muscle damage include prolonged impairment of muscle function; delayed onset muscle soreness (DOMS); the presence of muscle damage markers and inflammation (10-13). Following high-intensity stress or an inadequate level of exercise for around 24 hours, leukocytes secrete various inflammatory mediators (TNF $\alpha$ , IL-1, etc.), and even anti-inflammatory mediators such as interleukin 6 (IL-6) and IL-10, which alter the pain threshold (14-16). Specifically, IL-6, which is the main cytokine released by skeletal muscle and has an extremely high concentration during exercise, improves insulin sensitivity, mobilizes immune cells, reduces DNA damage and stimulates the production of other anti-inflammatory cytokines (16-18).

In a meta-analysis published by Leeder et al. (19) CWI has been shown to be an effective strategy for reducing the symptoms of DOMS after a series of strenuous exercises. One of the proposed mechanisms by which exposure to cold improves recovery is its vasoconstrictive and metabolism-reducing effect, which leads to a reduction in the inflammatory process (20). However, this effect can also influence a reduction in the levels of anti-inflammatory factors such as IL-6 (21), in other words, it could have a contradictory effect. This raised the question of the possible effects of cryotherapy in reducing the concentration of IL-6, hindering its activity in reducing insulin resistance, changes in lipid metabolism and inflammation. Although the widespread use of cryotherapy to reduce the symptoms of muscle damage after exercise is popular in the field of sports science, the evidence is still limited as to its effectiveness. Due to conflicting data, the aim of this research was to carry out a systematic

review analyzing the effects of cryotherapy on IL-6 concentration in humans after physical exercise.

### METHODS

#### Protocol

This review was prepared according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flowchart, and registered with the Open Science Framework (OSF) <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/M97N8>.

#### Eligibility criteria

The acronym PICOS was used to formulate the question focused on in this study. P (population) - physically active men and women; I (intervention) - cryotherapy; C (comparison) - exercise group or control group; O (outcome) - interleukin 6 concentration; S (study design) - randomized clinical trials.

Inclusion criteria: Physically active individuals, without the use of licit and/or illicit drugs, with no restrictions on the use of cryotherapy.

Exclusion criteria: Clinical trials that did not use cryotherapy as the main technique, studies that could not be read in full, even after contacting the author, were excluded from the study.

#### Search strategies

A comprehensive and sensitive search (table 1) was carried out, with no restrictions on period or language. The initial search was conducted using the keywords: Muscle damage, Cryotherapy and Muscular inflammatory responses, in the PubMed database, with the Medical Subject Headings (MeSH) medical metadata system and also free terms. The following databases were consulted: PubMed, Cochrane, the Physiotherapy Evidence Database (PEDro), Scopus, LILACS, Web Of Science. Grey literature was also consulted via Google Scholar, LIVIVO, Open Grey and the CAPES thesis and dissertation catalog.

#### Selection of studies

Two independent reviewers (1R and 2R) selected the included articles in two phases. In a first phase (Phase 1), the two reviewers assessed the titles and abstracts according to the eligibility criteria; in

**Table 1.** Database search

Database	06/11/24	References
<b>PubMed NBIB</b>	((("Sprains and Strains"[Title/Abstract]) OR ("Sprains and Strains") OR ("Sprains and Strains"[Mesh] OR "Strains and Sprains" OR "Sprains" OR "Sprain" OR "Strains" OR "Strain" OR "Trauma" OR "Traumas" OR "Wound" OR "Wounds" OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage") AND (((("Cryotherapy"[Mesh]) OR ("Cryotherapy")) OR ("Cryotherapy"[Title/Abstract]) OR "Cryotherapies" OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature"[Mesh] OR "Cold Temperature" OR "Cold water immersion"))	741
<b>Web of Science RIS</b>	("Strains and Sprains" OR Sprains OR Sprain OR Strains OR Strain OR Trauma OR Traumas OR Wound OR Wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage") (Topic) and (Cryotherapy OR cryotherapie OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature" OR "Cold water immersion") (Topic)	1.258
<b>Scopus RIS</b>	TITLE-ABS-KEY ("Strains and Sprains" OR sprains OR sprain OR strains OR strain OR trauma OR traumas OR wound OR wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage") AND TITLE-ABS-KEY (cryotherapy OR cryotherapies OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR cryostimulation OR "Cold Temperature" OR "Cold water immersion")	4.298
<b>Lilacs RIS</b>	((("Cryotherapy OR Cryotherapies OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature" OR Crioterapia OR "Cold water immersion")) AND (("Strains and Sprains" OR Sprains OR Sprain OR Strains OR Strain OR Trauma OR Traumas OR Wound OR Wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage" OR Lesiones OR Lesión OR Traumatismo OR Traumatismos OR "Heridas y Traumatismos" OR "Ferimentos e Lesões" OR Lesão OR Lesões))	296
<b>Cochrane RIS</b>	("Strains and Sprains" OR Sprains OR Sprain OR Strains OR Strain OR Trauma OR Traumas OR Wound OR Wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage") in Title Abstract Keyword AND (Cryotherapy OR Cryotherapies OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature" OR "Cold water immersion") in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)Via Café	541
<b>PEDro</b>	Therapy: electrotherapies, heat, cold Subdiscipline: sports Method: clinical trial	488
<b>Google scholar (cinzenta)</b>	(Cryotherapy OR Cryotherapies OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature" OR Crioterapia OR "Cold water immersion") AND ("Strains and Sprains" OR Sprains OR Sprain OR Strains OR Strain OR Trauma OR Traumas OR Wound OR Wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage" OR Lesiones OR Lesión OR Traumatismo OR Traumatismos OR "Heridas y Traumatismos" OR "Ferimentos e Lesões" OR Lesão OR Lesões)	100
<b>Open Grey (cinzenta)</b>	(Cryotherapy OR Cold Therapy) AND (Muscle soreness)	39
<b>LIVIVO RIS (cinzenta)</b>	(Cryotherapy OR Cryotherapies OR "Cold Therapy" OR "Cold Therapies" OR Cryostimulation OR "Cold Temperature" OR Crioterapia OR "Cold water immersion") AND ("Strains and Sprains" OR Sprains OR Sprain OR Strains OR Strain OR Trauma OR Traumas OR Wound OR Wounds OR "Wounds and Injury" OR "Muscle damage" OR "Muscle soreness" OR "Muscular inflammatory responses" OR "Exercise-induced muscle damage" OR Lesiones OR Lesión OR Traumatismo OR Traumatismos OR "Heridas y Traumatismos" OR "Ferimentos e Lesões" OR Lesão OR Lesões)	808
<b>Catálogo de Tese e dissertação da CAPES (cinzenta)</b>	(Cryotherapy) AND (Muscle soreness) (Crioterapia) AND (Muscle soreness)	2 2
<b>TOTAL</b>		8573

a second phase (Phase 2), they examined the full texts. In the event of disagreements, a third reviewer (R3) was called in.

#### Data collected

Data was collected on the characteristics of the studies (authors, year of publication, country), the sample (age, gender), intervention modality, training/damage protocol, time points and conclusion.

#### Individual assessment of the risk of bias

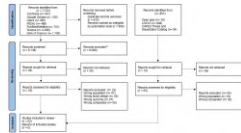
The risk of bias assessment was carried out using the Cochrane tool, ROB 2, by two blinded reviewers; when there were disagreements, a third reviewer was called in to break the tie. The included studies were assessed in five domains: deviations from the planned interventions, lack of data in the results, measurement of the results, selection of the studies reported, overall result of the bias

analysis. Each domain with an overall result: low risk, some concern and high risk.

**RESULTS**

*Study selection*

During the search, 8573 records were found, 7722 in the main databases and 851 in the gray literature. The search was carried out in all databases on 02/Feb/24 and updated on 06/Nov/24. The EndNote Web and Rayyan reference managers were used for the exclusion of duplicates and the selection process (Figure 1).



**Figure 1.** PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases, registers and other sources.

*Results of individual studies*

The total number of subjects in this review was 63 men. Of the 2 randomized clinical trials, one was conducted in China (11) and the other in the UK (12). Included in the study by Guo et al. (11) elite runners, over a period of 15 consecutive days, at the start of the competitive season. The second study (12) included participants with an adequate level of physical fitness, participation in regular physical activities.

*Intervention protocols*

In the study by Guo et al. (11) the comparator was a group with simple stretching exercises. While in the study by Haq et al. (12) the control group underwent passive recovery.

In the research by Guo et al. (11) A 15-day training program was carried out, consisting of four light load sessions (distance 10 km, pace - 5 minutes and 20 seconds/km), one moderate load session (distance 20 km, pace 5 minutes/km) and two high load sessions (distance 30 km, pace - 4 minutes and 50 seconds/km). On the other hand, in the second study (12), the participants ran for 30 minutes on a treadmill inclined downwards at an incline of 15%, using the procedures described previously. The target heart rate was predetermined based on the relationship between VO<sub>2</sub> max and heart rate, so that a running intensity corresponding to 60% of VO<sub>2</sub> max was maintained.

In the study by Guo et al. (11) after each training day, the runners in the cold water immersion (CWI) and contrast water therapy (CWT) groups underwent a recovery intervention 6 times a week. The CWI group was immersed continuously in cold water at 10 °C, while the CWT group alternated immersions in water at 38 °C and 12 °C in 2.5-minute cycles. Each athlete remained immersed in a sitting position, until the water reached nipple level. In the study by Haq et al. (12) The WBC protocol was conducted in a cryogenic chamber in two phases. The first phase lasted 30 seconds (-60°C) and the second 150 seconds (-120°C). The WBC1 group received the intervention 60 minutes after a downhill run. The WBC4 group received the intervention 4 hours after the race. Finally, the CWI group was exposed to the recovery intervention immersed in a 200 L tank, with the water reaching the iliac crest, one hour after the race, with water at 15±0.5° C, for 10 minutes.

*Outcome - interleukin 6 concentration*

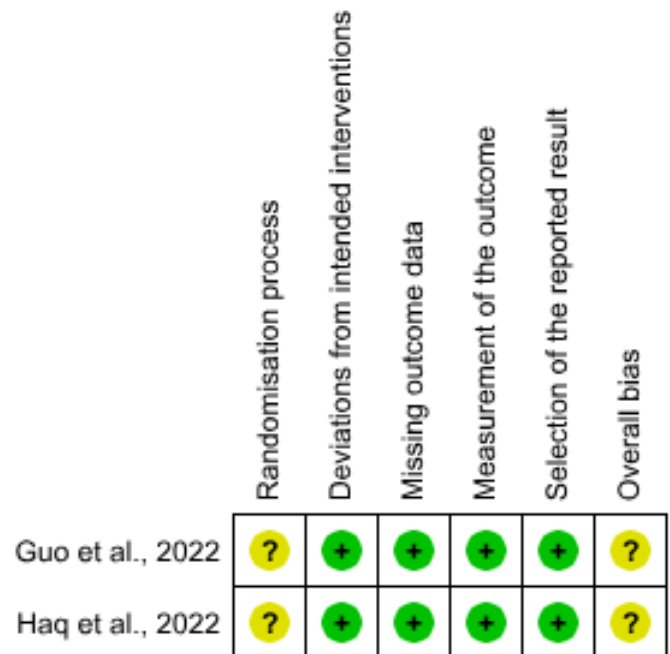
Guo et al. (11) suggest that cold water immersion (CWI) can reduce interleukin-6 (IL-6) levels more effectively than contrast water therapy (CWT) at specific times during training, such as the first adjustment and the second high-load period. This effect seems to coincide with DOMS and may help decrease inflammation, improving recovery and metabolism in athletes in later phases of training.

A different behavior occurred in the study by Haq et al. (12), in which the results showed no significant increases in IL-6 levels after exercise for any group (p > 0.10), and no significant interaction between group and time was observed (p = 0.43).

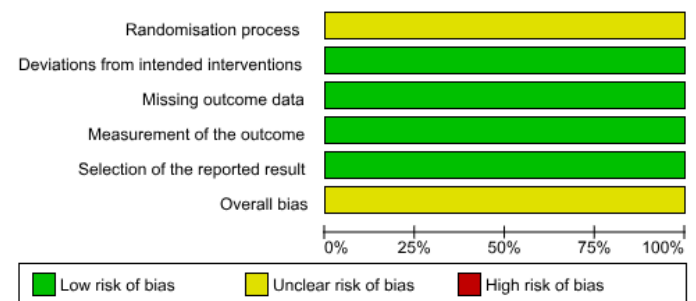
*Analysis of the risk of bias*

Regarding the randomization process and overall bias, the two studies were considered to have some concerns about the risk of bias (11,12). The other domains: deviations from the intended intervention, missing outcome data, measurement of the outcome and selection of the reported outcome were scored with a low risk of votes.

More detailed information on the risk of bias of the studies is shown in Figures 2 and 3.



**Figure 2.** Risk of bias graph: review authors' judgements about each risk of bias item presented percentages across all included studies.



**Figure 3.** Risk of bias summary: review authors' judgements about each risk of bias item for each included study.

**DISCUSSION**

Only two randomized clinical trials were included in this review (11,12) who evaluated the effects of different cryotherapy protocols on

the concentration of Interleukin-6 (IL-6). Although both studies were conducted with physically active male populations, the differences in intervention protocols, sample collection methods and analysis strategies offer important insights, but limit direct comparability, thus limiting the performance of a metanalysis.

The studies included in this review adopted different approaches to muscle exercise protocols. Guo et al. (11) implemented a 15-day progressive program for elite runners, with sessions designed to simulate real training demands during the start of the competitive season. The sessions ranged from light loads (10 km to 5'20"/km) to moderate loads (20 km to 5'00"/km) and high loads (30 km to 4'50"/km). This continuous and progressive training model made it possible to assess the cumulative effects of intense exercise on inflammation and muscle recovery. On the other hand, Haq et al. (12) used a single, controlled approach, with participants running on a treadmill at a negative incline for 30 minutes at 60% of  $\dot{V}O_2$ max. This strategy aimed to induce an eccentric load, known to cause muscle damage and an inflammatory response, allowing analysis of the acute impact of recovery.

The cryotherapy recovery protocols also differed greatly between the studies. Guo et al. (11) used cold water immersion (CWI) at 10 °C and contrast therapy (CWT) alternating between hot (38 °C) and cold (12 °C) water, six times a week after training. Haq et al. (12) investigated whole body cryotherapy (WBC) in two phases (-60 °C for 30" and -120 °C for 150") at different times after exercise, as well as CWI at 15 ± 0.5 °C for 10'. Such differences in the protocols, such as the form, temperature, timing and duration of the interventions may have an impact on the effectiveness of recovery and inflammatory modulation. Guo et al. (11) used water at 10 °C, with immersion up to the level of the nipples, carried out six times a week after each training session. In a different way, Haq et al. (12) used water at 15 ± 0.5 °C, with immersion up to the iliac crest, performed only once, one hour after exercise. Both studies maintained the 10-minute duration, but the greater frequency and body area submerged in the protocol by Guo et al. (11) suggest a more intense impact on the reduction of a possible inflammatory process and late muscle pain, while the protocol by Haq et al. (12) had a localized and punctual focus.

There were variations in the centrifugation protocol between the studies, which could affect the quality and volume of the fraction obtained (serum or plasma). The revolutions per minute (rpm) in the study by Guo et al. (11) were not converted to relative force of gravity (g), which also makes a direct comparison difficult. Haq et al. (12), specified a highly reliable quantitative method for IL-6, while Guo et al. (11) did not detail the method. Thus, these factors may influence the levels of IL-6 and other biomarkers detected, making direct comparisons between the results of the studies difficult.

The study by Guo et al. (11) investigated the effects of different water immersion protocols on levels of IL-6, a key cytokine that connects immune and endocrine responses in cases of muscle damage caused by exercise. IL-6 is one of the first and most striking indicators of muscle damage and is usually elevated after high-intensity exercise, which results in muscle pain and lower sports performance. The findings indicated that there was no significant difference in IL-6 levels between contrast water therapy (CWT) and cold water immersion (CWI) immediately after low-intensity training. However, during the first adjustment period (L1) and the second period of high-intensity training (H2), IL-6 levels in the CWI group were significantly lower than in the CWT group, coinciding with the onset of delayed-onset muscle soreness (DOMS), i.e. there was less protection by IL-6 in the inflammatory phenomenon, which is one of the important implications of this interleukin in skeletal muscle, understanding it as an endocrine organ and not just functional in physical aspects (21). But these authors (11) also observed a significant reduction in the concentration of prostaglandin-2, i.e. cryotherapy in itself may have had a direct influence on reducing the inflammatory process, not depending on IL-6 levels for this. On the other hand, Haq et al. (12) observed that IL-6 levels did not

show significant increases after exercise in any of the groups, and the group-time interaction analysis showed no significant differences. These findings can be attributed to the lower impact of the exercise protocol used, characterized by a single moderate eccentric session, compared to the progressive and intensive program adopted by Guo et al. (11).

Regarding the risk of bias, both studies were assessed as having some concerns in the area of randomization, but with low risk in important aspects such as deviations from the planned intervention, missing data, measurement of the outcome and selection of reported results. This methodological consistency reinforces the reliability of the findings, although differences in populations, intervention protocols and exercise intensities limit direct comparisons. Thus, while Guo et al. (11) show the potential of CWI to reduce IL-6 under high load conditions, the results of Haq et al. (12) suggest that cryotherapy can prevent acute inflammatory responses to lower intensity exercise.

A major limitation of this study was the inclusion of only two primary studies, with different exercise and cryotherapy protocols. It is therefore suggested that future studies should consider standardizing exercise and intervention protocols in order to clarify the role of cryotherapy in modulating cytokines such as IL-6.

## CONCLUSION

CWI showed greater potential in intense training, while WBC showed more varied results. Future studies should standardize interventions and explore molecular mechanisms to optimize recovery.

## CONFLICT OF INTERESTS

None.

## REFERENCES


- Allan, R., Malone, J., Alexander, J., Vorajee, S., Ihsan, M., Gregson, W., Kwiczen, S., & Mawhinney, C. (2022). Cold for centuries: a brief history of cryotherapies to improve health, injury and post-exercise recovery. *European journal of applied physiology*, 122(5), 1153–1162.
- Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Sciences*. 2011; 29: 217–225.
- Bailey, D. M., Erith, S. J., Griffin, P. J., Dowson, A., Brewer, D. S., Gant, N., & Williams, C. (2007). Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *Journal of sports sciences*, 25(11), 1163–1170.
- Branco GE, Poços GD. Imersão em água fria e outras formas de crioterapia: alterações fisiológicas que podem afetar a recuperação de exercícios de alta intensidade. *Extrem Physiol Med*. 2013; 2(1):26.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81(11 Suppl), S52–S69.
- Costello, J. T., Baker, P. R., Minett, G. M., Bieuzen, F., Stewart, I. B., & Bleakley, C. (2015). Whole-body cryotherapy (extreme cold air exposure) for preventing and treating muscle soreness after exercise in adults. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2015(9).
- Crystal, N. J., Townson, D. H., Cook, S. B., & LaRoche, D. P. (2013). Effect of cryotherapy on muscle recovery and inflammation

- following a bout of damaging exercise. *European journal of applied physiology*, 113(10), 2577–2586.
8. Eston, R., & Peters, D. (1999). Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of sports sciences*, 17(3), 231–238.
  9. F. Haddad, F. Zaldivar, DM Cooper, GR Adams Skeletal muscle atrophy induced by IL-6 *J. Appl. Fisiol.*, 98 (2005), pp. 911–917.
  10. Goodall, Stuart & Howatson, Glyn. (2008). The Effects of Multiple Cold Water Immersions on Indices of Muscle Damage. *Journal of sports science & medicine*. 7. 235–41.
  11. Guo C, Yongzhao Fan, Xiaoyang Kong, Chenyan Zhao. The effect of different water immersion strategies on delayed onset muscle soreness and inflammation in elite race walker. *Journal of Men's Health*. 2022. 18(3);1–8.
  12. Haq, A., Ribbans, W. J., Hohenauer, E., & Baross, A. W. (2022). The Comparative Effect of Different Timings of Whole Body Cryotherapy Treatment With Cold Water Immersion for Post-Exercise Recovery. *Frontiers in sports and active living*, 4, 940516.
  13. Herrera E, et al. A condução nervosa motora e sensorial é afetada de maneira diferente pela bolsa de gelo, massagem com gelo e imersão em água fria. *Fisioterapia*. 2010; 90 (4):581–591.
  14. Hohenauer, E., Costello, J. T., Deliens, T., Clarys, P., Stoop, R., & Clijsen, R. (2020). Partial-body cryotherapy (-135°C) and cold-water immersion (10°C) after muscle damage in females. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(3), 485–495.
  15. Kwiecien, S. Y., & McHugh, M. P. (2021). The cold truth: the role of cryotherapy in the treatment of injury and recovery from exercise. *European journal of applied physiology*, 121(8), 2125–2142.
  16. Leeder, J., Gissane, C., van Someren, K., Gregson, W., & Howatson, G. (2012). Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 46(4), 233–240.
  17. Machado, A. F., Almeida, A. C., Micheletti, J. K., Vanderlei, F. M., Tribst, M. F., Netto Junior, J., & Pastre, C. M. (2017). Dosages of cold-water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 27(11), 1356–1363.
  18. Murray, A., & Cardinale, M. (2015). Cold applications for recovery in adolescent athletes: a systematic review and meta analysis. *Extreme physiology & medicine*, 4, 17.
  19. Pesenti, Fernanda & Da Silva, Rubens & Monteiro, Daniel & Silva, Leticia & Macedo, Guerino. (2020). THE EFFECT OF COLD WATER IMMERSION ON PAIN, MUSCLE RECRUITMENT AND POSTURAL CONTROL IN ATHLETES. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 26. 323–327.
  20. Qu, C., Wu, Z., Xu, M., Qin, F., Dong, Y., Wang, Z., & Zhao, J. (2020). Cryotherapy Models and Timing-Sequence Recovery of Exercise-Induced Muscle Damage in Middle- and Long-Distance Runners. *Journal of athletic training*, 55(4), 329–335.
  21. Vieira, A., Siqueira, A. F., Ferreira-Junior, J. B., do Carmo, J., Durigan, J. L., Blazevich, A., & Bottaro, M. (2016). The Effect of Water Temperature during Cold-Water Immersion on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage. *International journal of sports medicine*, 37(12), 937–943.

Revisiones

## Daños microvasculares en dedos de manos de deportistas asociados a estrés repetitivo: Revisión narrativa



Juanita María Segura-Hernández<sup>a,\*</sup> 

<sup>1</sup> Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Colombia.

### RESUMEN

**Introducción:** La isquemia digital, es la entidad arterial más común de los miembros superiores en deportistas. Se manifiesta clínicamente como enfriamiento, palidez y dolor en los dedos, principalmente índice y medio, asociados a la inflamación, golpes repetitivos o traumas cerrados. La detección precoz de esta condición es fundamental para prevenir eventos tromboembólicos, deterioro funcional y necrosis tisular irreversible. **Objetivo:** El objetivo principal es establecer la prevalencia según la disciplina deportiva, explorar los mecanismos fisiopatológicos implicados, y describir los métodos diagnósticos y las estrategias terapéuticas actuales. Esto resulta especialmente pertinente dado el creciente número de personas que practican deportes tanto de forma recreativa como competitiva, lo que incrementa el riesgo de patologías vasculares en la mano. **Métodos:** Esta revisión narrativa de la literatura se realizó mediante una búsqueda sistemática en PubMed. **Resultados:** Se identificaron un total 12 artículos relevantes. Además, se complementó con referencias cruzadas y estrategia de bola de nieve para asegurar una cobertura bibliográfica amplia. **Conclusión:** Las lesiones vasculares en deportistas, aunque poco frecuentes, deben sospecharse ante dolor persistente o signos de isquemia digital. Su detección temprana y manejo oportuno son esenciales para un retorno rápido al deporte.

**PALABRAS CLAVE:** Atletas; Lesión por esfuerzo repetitivo; Lesiones vasculares; Extremidad superior.

### Microvascular Damage in Athletes' Hand Fingers Associated with Repetitive Stress: Narrative Review

#### ABSTRACT

**Introduction:** Digital ischemia is the most common arterial condition of the upper limbs in athletes. It clinically presents as cooling, pallor, and pain in the fingers—mainly the index and middle—associated with inflammation, repetitive impacts, or closed trauma. Early detection of this condition is essential to prevent thromboembolic events, functional deterioration, and irreversible tissue necrosis. **Objective:** The main objective is to establish prevalence according to sports discipline, explore the underlying pathophysiological mechanisms, and describe current diagnostic methods and therapeutic strategies. This is particularly relevant given the increasing number of individuals participating in both recreational and competitive sports, which raises the risk of vascular pathologies in the hand. **Methods:** This narrative literature review was conducted through a systematic search in PubMed. **Results:** A total of 12 relevant articles were identified. Additional references were incorporated through cross-referencing and a snowball strategy to ensure broad bibliographic coverage. **Conclusion:** Vascular injuries in athletes, although uncommon, should be suspected in cases of persistent pain or signs of digital ischemia. Early detection and timely management are essential for a rapid return to sport.

**KEYWORDS:** Athletes; Repetitive strain injury; Vascular injuries; Upper extremity.

\* Autor de correspondencia: Juanita María Segura Hernández, Facultad de Medicina, Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia.  
Email: [jsegurah@unbosque.edu.co](mailto:jsegurah@unbosque.edu.co). ORCID: 0000-0003-0467-3002 Teléfono: +57321439987. Dirección postal: Universidad El Bosque, Bogotá, Colombia (Juanita María Segura-Hernández)

## Danos microvasculares nos dedos das mãos de desportistas associados ao estresse repetitivo: Revisão narrativa

### RESUMO

**Introdução:** A isquemia digital é a condição arterial mais comum dos membros superiores em desportistas. Clinicamente manifesta-se por arrefecimento, palidez e dor nos dedos—principalmente no indicador e médio—associados a inflamação, impactos repetitivos ou traumatismos fechados. A deteção precoce desta condição é fundamental para prevenir eventos tromboembólicos, deterioração funcional e necrose tecidual irreversível. **Objetivo:** O objetivo principal é estabelecer a prevalência de acordo com a modalidade desportiva, explorar os mecanismos fisiopatológicos envolvidos e descrever os métodos diagnósticos e as estratégias terapêuticas atuais. Isto é especialmente relevante face ao crescente número de pessoas que praticam desporto, tanto recreativo como competitivo, aumentando o risco de patologias vasculares da mão. **Métodos:** Esta revisão narrativa da literatura foi realizada mediante uma pesquisa sistemática no PubMed. **Resultados:** Foram identificados 12 artigos relevantes. A pesquisa foi complementada com referências cruzadas e estratégia de bola de neve para assegurar uma cobertura bibliográfica abrangente. **Conclusão:** As lesões vasculares em desportistas, embora pouco frequentes, devem ser suspeitadas diante de dor persistente ou sinais de isquemia digital. A deteção precoce e o tratamento oportuno são essenciais para um rápido retorno à atividade desportiva.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atletas; Lesão por esforço repetitivo; Lesões vasculares; Membro superior.

### INTRODUCCIÓN

La extremidad superior, se enfrenta a múltiples patologías secundarias a su uso excesivo, en el contexto laboral, por ejemplo, neuropatías periféricas como el síndrome del túnel carpiano o radial y/o tenosinovitis (1); los atletas profesionales, están expuestos a múltiples lesiones, las principales y más descritas son las osteomusculares, sin embargo, también sufren lesiones vasculares.

La isquemia digital, es la entidad arterial más común de los miembros superiores en deportistas (2). Se manifiesta como dedos índices o medios fríos, pálidos y dolorosos (3). Sin embargo, al ser población sana, sin factores de riesgo para enfermedad arterial en la mayoría de los casos, muchas veces pasa desapercibida a la hora de sospecharla y por ende diagnosticarla. La detección temprana de esta entidad puede prevenir potencialmente complicaciones tromboembólicas y daño tisular irreversible (4).

El endotelio de los vasos sanguíneos está diseñado para regular el flujo, a través de producción de endotoxinas capaces de generar vasodilatación y vasoconstricción, que adicionalmente, ayudan a mantener un ambiente antitrombótico, sin embargo, la inflamación, golpes repetitivos o traumas cerrados pueden favorecer la inducción de estrés oxidativo en las células endoteliales, ocasionando un ambiente protrombótico y antifibrinolítico (5).

Ante el aumento en número de personas a prácticas deportivas con fines recreacionales o competitivos, esta revisión de la literatura tiene como objetivo, establecer la prevalencia por deporte, fisiopatología, diagnóstico y aproximación a tratamiento de las alteraciones vasculares en los dedos secundarias a deportes. Facilitando al médico el direccionamiento cuando se enfrenta a un cuadro clínico, sugestivo de isquemia digital.

El objetivo fue proporcionar una revisión de la literatura sobre la asociación entre lesiones microvasculares en dedos de deportistas y traumas o movimientos repetitivos. Adicionalmente, establecer la prevalencia por deporte, fisiopatología, diagnóstico y aproximación a tratamiento de las alteraciones vasculares secundarias a deportes en los dedos. Facilitando al médico el direccionamiento cuando se enfrenta a un cuadro clínico, sugestivo de isquemia digital.

### MÉTODOS

Como base de la revisión narrativa se realizó una búsqueda en PubMed utilizando los términos MeSH: Athletes, Repetitive Strain Injury, Vascular Injuries y Upper Extremity. Se incluyeron todo tipo de artículos, sin importar fecha de publicación e idioma. La búsqueda arrojó 13 artículos, se incluyeron 12 artículos, los cuales se consideraron pertinentes para esta revisión de la literatura. El

artículo excluido, enfatizaba en lesiones osteomusculares, por lo tanto, no cumplía con el objetivo de esta revisión. Finalmente se incluyeron artículos por referencia cruzada y/o estrategia de bola de nieve para completar la revisión y su contextualización.

### RESULTADOS

Las lesiones vasculares son poco comunes en los deportistas y generalmente son resultado de un impacto de alta velocidad o movimientos repetitivos con implementos deportivos como raquetas o palos (6,7). Dada su baja prevalencia, suelen ser atribuidas a causas musculoesqueléticas (8). Cuando se comparó el flujo sanguíneo del miembro superior en deportistas frente a sujetos control, se estableció que los atletas, tienen un flujo sanguíneo inducido por el ejercicio atenuado y una función endotelial deteriorada en el brazo afectado (9).

En el 2005, se estudiaron cambios vasculares en dígitos de treinta y seis jugadores de béisbol de ligas menores en Estados Unidos, se incluyó toma de ecografía Doppler, prueba de Allen cronometrada, índices de presión braquial digital y medición del tamaño del anillo en los dedos, se concluyó que los receptores tuvieron una mayor prevalencia de síntomas subjetivos en la mano en comparación con los lanzadores (44% en comparación con 7% respectivamente). Adicionalmente, comparo la mano enguantada frente a la no enguantada, encontrando resultados muy similares, poniendo en duda la función protectora del guante para traumatismos repetitivos de la mano (19).

Se han descrito muchas lesiones vasculares en los miembros superiores de los deportistas, como el síndrome del espacio cuadrilátero y la compresión de la cabeza humeral sobre la arteria axilar (12). Sin embargo, la mayoría confluye en la isquemia digital, la prevalencia en deportes varía, así como también según la posición que desempeñe en su equipó. Los más afectados, son los atletas que lanzan, atrapan o dan golpes con las manos (12).

Los síntomas de isquemia digital se pueden confundir con el Síndrome de Raynaud, la presentación clínica es muy variada, el 37% de los pacientes presentan síntomas unilaterales como dolor que exacerba con el frío, frialdad constante, entumecimiento y palidez en los dedos y la mano, los principales dedos afectados son el tercero, cuarto y quinto de la mano dominante dado que su irrigación proviene del arco palmar superficial (10,11). En jugadores de voleibol la prevalencia es de 31% (12). En balón mano, un estudio realizado en 22 jugadores reportó que 15 de ellos, padecían de frialdad, entumecimiento o palidez en uno o más dedos, además, 12 de todos los jugadores, refirieron entumecimiento especialmente al exponerse al frío; adicionalmente, la termografía realizada en los jugadores

reportó áreas frías (30). Esto se explica gracias a la disminución de la perfusión en las manos y dedos.

La isquemia digital se atribuye a la alteración endotelial, dada por pequeños desgarros de la capa íntima de los vasos sanguíneos, que genera, exposición de las proteínas de la matriz, promoviendo así, la agregación plaquetaria y llegada de células como los macrófagos y otras células inflamatorias, que sumadas, provocan vasoconstricción, hiperplasia, fibrosis y trombosis (9,10). También, puede ser secundaria a un embolismo de una arteria proximal del miembro superior (14,15). Un artículo que estudió 92 extremidades de 19 lanzadores, 16 jugadores que no lanzaban y 11 sujetos control que no eran deportistas, encontró que el 83% de los brazos en posición de lanzamiento comprimían la arteria axilar con la cabeza del humero, pero solo el 7,6% ocasionaron una estenosis mayor del 50% (16). Lo anterior, favorece el trauma intermitente en la arteria axilar y favorece la trombosis de dicha arteria, lo que posteriormente ocasiona isquemia digital (16).

Otra causa descrita de la isquemia digital es la hipertrofia de los músculos y ligamentos de la mano (17,18). Un lanzador de béisbol presentó síntomas de isquemia digital, al estudió, se evidenció atrapamiento de los vasos sanguíneos de los dedos afectados en el canal lumbrical, y se atribuyó a la hipertrofia de los músculos lumbricales y al engrosamiento de la aponeurosis palmar (18). Inclusive, se documentó en un fisicoculturista de 30 años, quien constaba con angiografía la cual mostró oclusión de las arterias radial y cubital digitales a nivel de la falange proximal (13).

Otra entidad vascular importante en los deportistas es el síndrome del martillo hipotenar, la cual comprende la alteración de la arteria cubital o del arco palmar superficial por uso excesivo de la mano (10-12). Se ha descrito en muchos deportes, su severidad se asocia al uso de equipo de protección e intensidad del entrenamiento. El primer reporte de caso en un jugador de hockey fue publicado en noviembre del 2013, el deportista de 26 años presentó una oclusión de la arteria cubital vista por angiografía, repercutiendo en la perfusión de los dígitos de la mano dominante, con la que sostenía el palo de hockey (10). Requiere terapia trombolítica intraarterial y manejo oral con anticoagulante por 3 meses, así como recanalización del arco palmar profundo y las arterias digitales (10).

La angiografía de contraste es el estándar de oro para el diagnóstico de estas patologías (12). El médico debe considerar una evaluación arterial desde el hombro hasta el dedo, se recomienda toma de Doppler para evaluar el flujo arterial, en caso de oclusión completa, se debe realizar un procedimiento de revascularización (3).

## DISCUSIÓN

Esta revisión narrativa sintetiza la relación entre las lesiones vasculares digitales y los traumas o estrés repetitivo, a los que se enfrentan los dedos de deportistas durante entrenamiento o competencia. La circulación digital, tuvo una relación negativa con dichos traumas repetitivos; entre el deporte y/o posición del deportista más requiera de lanzar o atrapar, más alteraciones angiográficas presentaron los atletas (12).

Años atrás, se describió el síndrome vibración mano-brazo, en donde la frecuencia de las vibraciones es directamente proporcional a la vasoconstricción de los vasos sanguíneos, adicionalmente esta descrito que las vibraciones de baja frecuencia afectan codo y hombro; mientras que de alta frecuencia mano y muñeca (21,20). Para Bonzani et al (1), la vibración altera por dos mecanismos diferentes la integridad de los vasos sanguíneos, por un lado, produce vasodilatación local y actúa el sistema simpático central de vasoconstricción, que ocasiona vasoconstricción en las cuatro extremidades, generando a largo plazo, hipertrofia muscular y alteración vascular. El mecanismo por el cual, se genera lesión microvascular en los dígitos de los deportistas, parece ser el mismo que ocasiona el síndrome de vibración mano-brazo; aumento de la concentración en sangre de endotelina-1 y calcitonina, que induce la vasoconstricción y el metabolismo del Ca<sup>2+</sup> (22).

En 1976, C. W. Lowrey y colaboradores, describieron este fenómeno en jugadores de béisbol, mediante un reporte de casos, concluyeron que el impacto repetitivo en las manos de jugadores de béisbol puede provocar lesiones vasculares, hipertrofia de los artejos, principalmente en falange proximal y en la articulación interfalángica proximal de la mano enguantada (27,28). Posteriormente en 1986, M. Sugawara y colaboradores, realizaron arteriografías y termografías a manos de 8 jugadores de béisbol jóvenes, encontrando en 4 jugadores, angiografías con oclusión segmentaria o estrechamiento de las arterias digitales, e imágenes termográficas con zonas frías en los dedos índices de los mismos 4 jugadores, lo que se relaciona directamente con los hallazgos angiográficos obtenidos (29). Las lesiones se relacionan directamente proporcional con las horas de juego, años de práctica y también con la posición que desempeña cada jugador dentro del campo (29).

Los deportistas que practican cualquier tipo de lanzamiento o recepción pueden sufrir de lesiones vasculares a cualquier nivel del brazo (3). El voleibol es uno de los 5 deportes más populares del mundo (24). Tiene una tasa relativamente baja de lesión en comparación a otros, sin embargo, dada la exposición de los dígitos durante el juego, alcanzando y golpeando la pelota, sumado al repetitivo movimiento de lanzamiento del hombro, está descrito ampliamente, que pueden presentar aneurismas traumáticos en la arteria circunfleja posterior o sus afluentes (25). En el 2012, en Ámsterdam, se encontró que el 27% de todos los entrevistados sufrieron de frialdad en dedos de la mano dominante durante la práctica o competencia, además, el 12% reportó sufrir de una combinación entre frialdad y palidez (26). En el voleibol de playa, la prevalencia de síntomas de isquemia digital fue similar, se reportó en el 38% de 60 jugadores que participaron Grand Slam Beach Volleyball de 2013 en los Países Bajos (4).

En el tiro con arco, también se han descrito muchas lesiones microvasculares, a diferencia de los deportes que implican golpe directo a pelota o balón, el mecanismo de lesión vascular en el tiro con arco es la vibración, lo que afirma lo propuesto por Bonzani et Al (1) y el reporte de caso, que involucró una arquera de 16 años con dolor crónico en manos bilateral, evidenció mediante un estudio capilaroscópico, anomalías microvasculares, sin embargo, solo se encontró anomalías en la mano dominante.

## CONCLUSIONES

Las lesiones vasculares son poco comunes en los deportistas, sin embargo, no deben descartarse en pacientes con dolor cónico que no mejora con reposo y/o signos de fenómeno de Raynaud. La fisiopatología de la isquemia digital en la población estudiada corresponde a lesión endotelial, trombosis de arterias proximales de los miembros superiores, o hipertrofia muscular y ligamentosa que comprime los vasos sanguíneos que perfunde los dígitos. Adicionalmente, se concluye que, los deportistas más afectados, son los que desempeñan acciones de lanzamiento o recepción de pelotas, por ejemplo, jugadores de voleibol. La angiografía contrastada, es el estándar de oro para el diagnóstico de esta patología, sin embargo, la medición de la temperatura y flujo sanguíneo de mano y dígitos, junto con un examen físico amplio, pueden aproximar el diagnóstico temprano para el deportista, para inicio de manejo médico o intervención quirúrgica oportuna, que permita el retorno al deporte lo más rápido posible.

## REFERENCIAS


1. Bonzani PJ, Millender L, Keelan B, Mangieri MG. Factors prolonging disability in work-related cumulative trauma disorders. *J Hand Surg Am.* 1997;22(1):30-4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9018609/>

2. Perlowski AA, Jaff MR. Vascular disorders in athletes. *Vasc Med*. 2010;15(6):469–79. Available from: <http://vmj.sagepub.com>
3. Sunagawa T, Nakashima Y, Shinomiya R, Adachi N. Digital arterial occlusion in the throwing hand of elite baseball pitchers: report of 2 cases and review of the literature. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(8):2325967120942064. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7418254/>
4. Van De Pol D, Alaeikhanehshir S, Maas M, Kuijer PPFM. Self-reported symptoms and risk factors for digital ischaemia among world-class beach volleyball players. *J Sports Sci*. 2016;34(12):1141–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26436960/>
5. Sirufo MM, Catalogna A, Raggiunti M, De Pietro F, Galeoto G, Bassino EM, et al. Capillaroscopic evidence of microvascular damage in volleyball players. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(20):10601. Available from: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/20/10601>
6. Howse CM. Wrist injuries in sport. *Sports Med*. 1994;17(3):163–75. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8191174/>
7. Rettig AC. Neurovascular injuries in the wrists and hands of athletes. *Clin Sports Med*. 1990;9:389–417. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2183953/>
8. Fredericson M, Jennings F, Beaulieu C, Matheson GO. Stress fractures in athletes. *Top Magn Reson Imaging*. 2006;17(5):309–25.
9. Brunnekreef JJ, Benda NMM, Schreuder THA, Hopman MTE, Thijssen DHJ. Impaired endothelial function and blood flow in repetitive strain injury. *Int J Sports Med*. 2012;33(10):835–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22592545/>
10. Karimi MH, Perlmutter AE, Freeman BG. Overuse-related vascular injury of the hand: hypothenar hammer syndrome. *W V Med J*. 2005;101(4). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16625809/>
11. Ferris BL, Taylor LM, Oyama K, McLafferty RB, Edwards JM, Moneta GL, et al. Hypothenar hammer syndrome: proposed etiology. *J Vasc Surg*. 2000;31(1):104–13.
12. de Mooij T, Duncan AA, Kakar S. Vascular injuries in the upper extremity in athletes. *Hand Clin*. 2015;31(1):39–52. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25455355/>
13. Busconi BD, Morgan WJ. Acute digital ischemia in a body builder. *Orthopedics*. 1998;21(1):85–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9474636/>
14. Jackson MR. Upper extremity arterial injuries in athletes. *Semin Vasc Surg*. 2003;16(3):232–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12975763/>
15. Sotta RP. Vascular problems in the proximal upper extremity. *Clin Sports Med*. 1990;9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2183952/>
16. Rohrer MJ, Pappas AM, Phillips DA, Wheeler HB, Cardullo PA. Axillary artery compression and thrombosis in throwing athletes. *J Vasc Surg*. 1990;11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2359189/>
17. de Mooij T, Duncan AA, Kakar S. Vascular injuries in the upper extremity in athletes. *Hand Clin*. 2015;31(1):39–52.
18. Itoh Y, Wakano K, Takeda T, Murakami T. Circulatory disturbances in the throwing hand of baseball pitchers. *Am J Sports Med*. 1987;15(3):264–9. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354658701500315>
19. Ginn TA, Smith AM, Snyder JR, Koman LA, Smith BP, Rushing J. Vascular changes of the hand in professional baseball players with emphasis on digital ischemia in catchers. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(7):1464–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15995112/>
20. Serrano, MF, Gómez, A. Alteraciones de la mano por traumas acumulativos en el trabajo. *Rev Iberoam Fisioter Kinesol* 2004;7(1):41-61. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-pdf-13063603>
21. Bovenzi M, Lindsell CJ, Griffin MJ. Acute vascular responses to the frequency of vibration transmitted to the hand. *Occup Environ Med*. 2000;57(6):422–30. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10810133/>
22. Vihlborg P, Lundberg O, Pettersson-Pablo P, Johansson N, Bryngelsson IL, Stjernbrandt A, et al. Blood biomarkers for occupational hand–arm vibration exposure. *Toxicol Ind Health*. 2024. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/07482337241253996>
23. Nilsson T, Wahlström J, Burström L. Hand–arm vibration and the risk of vascular and neurological diseases: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2017;12(7):e0180362. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/5509149/>
24. de Azevedo Sodré Silva A, Sassi LB, Martins TB, de Menezes FS, Migliorini F, Maffulli N, et al. Epidemiology of injuries in young volleyball athletes: a systematic review. *J Orthop Surg Res*. 2023;18(1):748. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10548731/>
25. Vlychou M, Spanomichos G, Chatziioannou A, Georganas M, Zavras GM. Embolisation of a traumatic aneurysm of the posterior circumflex humeral artery in a volleyball player. *Br J Sports Med*. 2001;35(2):136. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1724317/>
26. Van De Pol D, Kuijer PPFM, Langenhorst T, Maas M. High prevalence of self-reported symptoms of digital ischemia in elite male volleyball players in the Netherlands. *Am J Sports Med*. 2012;40(10):2296–302. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22926747/>
27. Lowrey CW, Chadwick RO, Waltman EN. Digital vessel trauma from repetitive impact in baseball catchers. *J Hand Surg Am*. 1976;1(3):236–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1018092/>
28. Ginn TA, Smith AM, Snyder JR, Koman LA, Smith BP, Rushing J. Vascular changes of the hand in professional baseball players with emphasis on digital ischemia in catchers. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(7):1464–9.
29. Sugawara M, Ogino T, Minami A, Ishii S. Digital ischemia in baseball players. *Am J Sports Med*. 1986;14(4):329–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3728787/>
30. Buckhout BC, Warner MA. Digital perfusion of handball players. *Am J Sports Med*. 1980;8(3):206–7. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/036354658000800313>
31. Sirufo MM, Catalogna A, De Pietro F, Ginaldi L, De Martinis M. Raynaud’s phenomenon in a drummer player: microvascular disorder and nailfold videocapillaroscopic findings. *EXCLI J*. 2021;20:1526. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8678061/>

Revisiones

## Efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza sobre el equilibrio dinámico. Revisión sistemática



Anxo Álvarez-García<sup>a</sup>, Lorenzo Antonio Justo-Cousiño<sup>a,b,\*</sup> 

<sup>a</sup> Universidade de Vigo. Facultade de Fisioterapia, España.

<sup>b</sup> Grupo de Investigación Fisioterapia Clínica (FSI), Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur (IIS Galicia Sur). SERGAS-UVIGO, España.

### RESUMEN

**Introducción:** el calzado barefoot (BF) ha ganado popularidad en los últimos años pero, pocos estudios analizan su efecto sobre el equilibrio dinámico. **Objetivo:** determinar el efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza sobre el equilibrio dinámico en personas adultas. **Material y métodos:** se realizó una búsqueda en 8 bases de datos siguiendo la escala PRISMA. Se evaluó el riesgo de sesgo mediante las directrices de la colaboración Cochrane y la calidad metodológica según la escala PEDro. **Resultados:** se incluyeron 5 ECAs y los resultados fueron contradictorios. **Conclusión:** el BF carece de resultados que sustenten su efecto positivo sobre el equilibrio dinámico.

*Palabras clave:* barefoot; carrera descalza; balance postural; propiocepción.

### Effect of barefoot footwear or barefoot running on dynamic balance. Systematic review

#### ABSTRACT

**Introduction:** Barefoot (BF) footwear has gained popularity in recent years, but few studies analyze its effect on dynamic balance. **Objective:** To determine the effect of using barefoot footwear or running barefoot on dynamic balance in adults. **Materials and Methods:** A search was conducted in eight databases following the PRISMA guidelines. Risk of bias was assessed using Cochrane Collaboration guidelines, and methodological quality was evaluated with the PEDro scale. **Results:** Five RCTs were included, and the findings were contradictory. **Conclusion:** BF lacks evidence supporting its positive effect on dynamic balance.

*Keywords:* barefoot; barefoot running; postural balance; proprioception.

### Efeito do uso de calçado barefoot ou da corrida descalça sobre o equilíbrio dinâmico. Revisão sistemática

#### RESUMO

**Introdução:** O calçado barefoot (BF) ganhou popularidade nos últimos anos, mas poucos estudos analisam seu efeito sobre o equilíbrio dinâmico. **Objetivo:** Determinar o efeito do uso de calçado barefoot ou da corrida descalça sobre o equilíbrio dinâmico em adultos. **Materiais e Métodos:** Foi realizada uma busca em oito bases de dados seguindo as diretrizes PRISMA. O risco de viés foi avaliado segundo as diretrizes da Colaboração Cochrane, e a qualidade metodológica pela escala PEDro. **Resultados:** Cinco ECRs foram incluídos e os resultados foram contraditórios. **Conclusão:** O BF carece de evidências que sustentem seu efeito positivo sobre o equilíbrio dinâmico.

*Palavras-chave:* barefoot; corrida descalça; equilíbrio postural; propriocepção.

<sup>b</sup>**Autor para correspondencia:** Dr. Lorenzo Antonio Justo Cousiño. Facultad de Fisioterapia. Universidade de Vigo. Campus A Xunqueira s/n, 36005 Pontevedra. Galicia. España. Teléfono: (+34) 986 801 750. E-mail: [lorenzo.justo@uvigo.es](mailto:lorenzo.justo@uvigo.es). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1787-4017> (Lorenzo Antonio Justo-Cousiño)

**Tabla 1.** Ecuaciones de búsqueda.

Base de datos	Ecuación de búsqueda
PubMed	(barefoot[Title] OR "minimalist footwear"[Title] OR "barefoot running"[Title] OR "running barefoot" [Title]) AND ("dynamic balance"[Title/Abstract] OR "dynamic posturography"[Title] OR "stability"[Title/Abstract] OR "proprioception" [Title/Abstract] OR balance, postural[MeSH Terms])
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (barefoot AND running) OR TITLE-ABS KEY (minimalist AND footwear) AND TITLE-ABS KEY (postural AND balance) OR TITLE-ABS KEY (postural AND stability)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar"))
SPORTDiscus	(TI barefoot running OR TI minimalist shoes OR TI minimalist footwear OR TI Barefoot) AND (TI stability OR TI postural balance OR TI Proprioception OR TI dynamic balance)
CINAHL	(TI barefoot running OR TI minimalist shoes OR TI minimalist footwear OR TI Barefoot) AND (TI stability OR TI postural balance OR TI Proprioception OR TI dynamic balance)
Medline	(TI barefoot running OR TI minimalist shoes OR TI minimalist footwear OR TI Barefoot) AND (TI stability OR TI postural balance OR TI Proprioception OR TI dynamic balance)
Web of Science	Búsqueda 1: ((TS=(barefoot running)) OR TS=(minimalist footwear)) AND TS=(dynamic balance) Búsqueda 2: (((TI=(barefoot)) OR TI=(barefoot running)) OR TI=(minimalist footwear)) AND TI=(postural balance) Búsqueda 3: (TI=(barefoot running)) AND TI=(stability)
PEDro	Barefoot AND stability
Cochrane	(barefoot running):ti,ab,kw OR (minimalist footwear):ti,ab,kw AND (stability):ti,ab,kw

## INTRODUCCIÓN

El término barefoot (BF) se usa como un sinónimo de calzado minimalista en la literatura científica actual. A su vez, se acepta este último como aquel que presenta una mínima interferencia en el movimiento natural del pie, tiene gran flexibilidad, poco peso y ausencia de mecanismos de estabilidad<sup>1</sup>. En la actualidad, el calzado deportivo moderno cuenta con grandes suelas que aportan amortiguación y estabilidad por partes iguales<sup>2</sup>. Esta variabilidad da lugar al debate sobre qué calzado es mejor<sup>3</sup>.

En los últimos años la popularidad de la carrera descalza o con calzado minimalista ha aumentado ya que se ha asociado a mejoras en la eficiencia de la carrera, el rendimiento y la prevención de lesiones<sup>4,5</sup>. La carrera descalza o con calzado barefoot suele acompañarse de un apoyo en el antepié que propicia: mayor cadencia en la carrera, mayor estrés mecánico en el tobillo, menor carga en la rodilla, mayor rango de movimiento (ROM) de flexión dorsal de tobillo en la fase de apoyo y mayor actividad muscular de los gastrocnemios<sup>6,7</sup>. Pocos trabajos estudian el efecto de este tipo de calzado en el equilibrio dinámico, aspecto de vital importancia relacionado con la funcionalidad, riesgo de caídas y prevención de lesiones<sup>8</sup>.

Actualmente se define el equilibrio dinámico como el mantenimiento o recuperación del equilibrio en respuesta a perturbaciones externas o interna<sup>9</sup>. Las investigaciones actuales sobre el equilibrio dinámico emplean tests unipodales estáticos, lo que genera controversia<sup>10</sup>.

En la literatura actual existen pocos artículos que estudien el efecto del uso del calzado barefoot o la carrera descalza sobre el equilibrio dinámico, motivo por el que se justifica esta revisión.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión sobre la literatura para determinar el efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza en el equilibrio dinámico en comparación al calzado deportivo convencional en poblaciones adultas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Estrategia de búsqueda

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo las directrices de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses)<sup>11</sup>. Se realizó una búsqueda

bibliográfica durante los meses de febrero y marzo de 2025 en las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus, SPORTDiscus, CINAHL, Medline, Web of Science (WOS), PEDro y Cochrane. Las ecuaciones de búsqueda se recogen en la [tabla 1](#).

Se establecieron los siguientes criterios de selección. Los criterios de inclusión fueron; artículos de ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) y artículos cuyo objetivo principal fuese analizar el uso de BF sobre el equilibrio dinámico. Por otro lado, los criterios de exclusión fueron artículos escritos en idiomas diferentes al inglés o al español, inaccesibilidad al texto completo, y artículos cuyo objetivo principal fuese analizar la biomecánica de la pisada o efecto en la musculatura tras el uso de calzado barefoot.

### Análisis de la calidad metodológica y evaluación del riesgo de sesgo

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados se empleó la escala PEDro<sup>12</sup>. También se emplearon los criterios Van Tulder con el fin de concretar los niveles de evidencia científica que poseían los ECA seleccionados para la revisión sistemática<sup>13</sup>.

Finalmente, se evaluó el riesgo de sesgo a las investigaciones seleccionadas según las indicaciones de la Colaboración Cochrane<sup>14</sup>.

## RESULTADOS

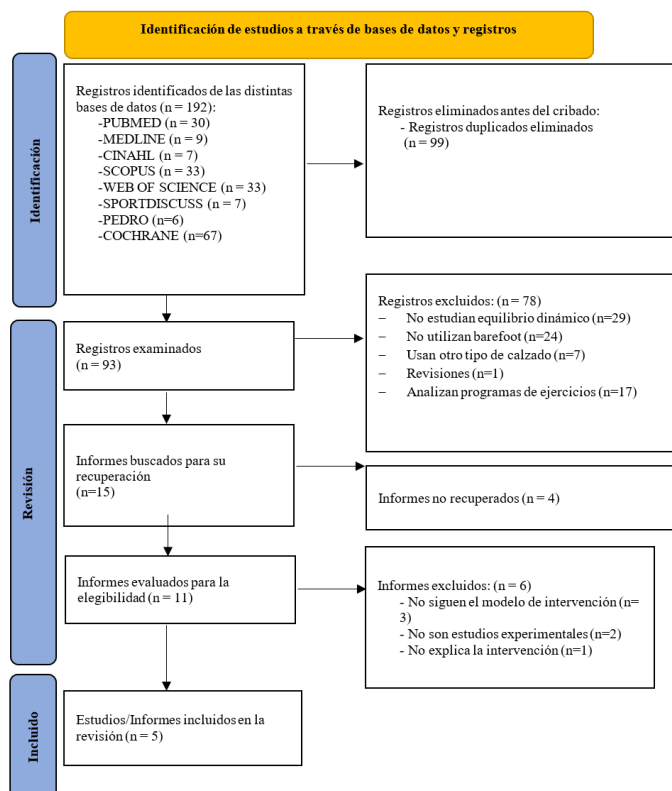
La búsqueda proporcionó un total de 192 artículos. De estos 192 artículos, y después de varios cribados, finalmente se incluyeron 5 publicaciones para responder al objetivo de esta revisión<sup>15-19</sup>. El proceso de selección de los estudios se representa en el diagrama de flujo según la normativa PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) 2020<sup>11</sup> ([figura 1](#)).

Las características de la muestra se detallan en la [tabla 2](#). Las características de las intervenciones y resultados de los estudios se muestran en la [tabla 3](#). En la [tabla 4](#) se muestran los resultados desglosados para el cumplimiento de los criterios de la escala PEDro<sup>12</sup> para cada artículo. Por otro lado, en la [tabla 5](#) se representa la evaluación del riesgo de sesgo gráficamente de manera individualizada para cada estudio según las indicaciones de la Colaboración Cochrane<sup>14</sup>.

**Tabla 2.** Características de la muestra de cada estudio.

Estudio (año), País	Muestra (n) Grupos	Experiencia corriendo (Km/sem.)	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Ekizos A et al.<sup>15</sup> (2017), Alemania</b>	n = 20 No se divide por grupos. Pacientes son su propio GC	NE	- Adultos jóvenes sanos. - Adaptados al uso de calzado convencional para caminar y correr en su VD.	- Lesiones musculoesqueléticas en los 6 meses previos. - Lesiones neuromusculares en los 6 meses previos.
<b>Frank NS et al.<sup>16</sup> (2019), Canadá</b>	n = 24 Novatos = 12 Entrenados = 12	Novatos- < 10. Entrenados- ≥ 30	- Corredores novatos o entrenados.	- Lesiones en los 3 meses previos. - Experiencia previa con calzado barefoot
<b>Hollander K et al.<sup>17</sup> (2021), Alemania</b>	n = 41 Descalzo (GE) = 21 Calzado (GC) = 20	NR	- Físicamente activos - Adaptados al calzado convencional - Entre 18 y 35 años	- Deportistas cuya disciplina no suponga realizarla descalzo o con calzado minimalista - Lesiones neuromusculares en los 6 meses previos.
<b>Mullen S et al.<sup>18</sup> (2014), EEUU</b>	n = 29 Calzado (GC) = 10 Descalzo (GE) = 14	GC = 16,96 GE = 14,69	- Corredores experimentados. - Entre 14 y 65 años. - Corredores de 10 millas/sem. - Capaces de correr durante 45'. - Sin patología cardíaca.	- Incapacidad para correr las distancias establecidas. - Incapacidad para seguir el programa de 8 semanas. - Lesiones recientes de MMII - Patología cardíaca.
<b>Petersen E et al.<sup>19</sup> (2020), Noruega</b>	n = 64 Jóvenes = 31 Mayores = 33	NE	- ≤35 años o ≥65 años. - Capacidad para caminar de forma autónoma y sin pausa durante 5'. - No estar familiarizados con el calzado Barefoot.	- Lesiones musculoesqueléticas - Lesiones neuromusculares

Km= kilómetros, sem= semana, GC=grupo control, NE=no especificado, VD=vida diaria, GE=grupo experimental, NR=no requerido, MMII=miembros inferiores, EEUU= Estados Unidos

**Figura 1.** Diagrama de flujo según la normativa PRISMA

## DISCUSIÓN

En la presente revisión sistemática se buscó analizar el efecto del uso de calzado barefoot o la carrera descalza en el equilibrio dinámico en comparación al calzado deportivo convencional en poblaciones adultas. Actualmente, los estudios en este campo se centran en analizar la biomecánica de la marcha y el equilibrio en condiciones estáticas<sup>20,21</sup>. Los resultados obtenidos en los distintos artículos son escasos y ambiguos, mostrando tanto resultados positivos como negativos.

### Características de los artículos analizados

Cabe destacar que es interesante analizar cómo se interpretó el equilibrio dinámico de los artículos analizados<sup>15-19</sup>. Se cuantificó mediante el exponente Lyapunov<sup>22</sup> que se utiliza en 4 de los 5 artículos incluidos en esta revisión sistemática de forma heterogénea<sup>15-17,19</sup>. El artículo restante analiza los resultados sobre el equilibrio dinámico en un ejercicio de alcances<sup>18</sup>. Actualmente, los artículos se basan en sistemas más funcionales como el test de la estrella o de la Y<sup>23,24</sup>. Como mejoras para estudios futuros, se propone emplear una plataforma de presiones o pruebas funcionales con el fin de aumentar la comparabilidad de los resultados.

En cuanto a las muestras, podemos observar que varios estudios cuentan con una muestra de entre 20 y 30 participantes<sup>15,16,18</sup>. En la revisión de Xu et al.<sup>25</sup> analizando el efecto del calzado minimalista sobre la carrera, la media del tamaño muestral es de 18,57 participantes, por lo que el tamaño muestral de los estudios analizados está en línea con otros estudios. Las muestras son heterogéneas en cuanto a experiencia corriendo y edad de los participantes.

**Tabla 3.** Características de las intervenciones, variables y equipos de los estudios.

Estudio (año), País	Diseño experimental e Intervención	VARIABLES analizadas	Equipos empleados	Resultados obtenidos
Ekizos A et al. <sup>15</sup> (2017), Alemania	Carrera de 2 minutos sobre cinta de correr a su velocidad preferida. Realizan una medición con calzado y otra, descalzos.	- Equilibrio dinámico local - Parámetros biomecánicos de la carrera	- Cámara de captura de movimiento en 3D Vicon. - Sensores inerciales y acelerómetros a nivel dorsal. - Placa de presiones integrada en cinta de correr.	- ↓ de la estabilidad dinámica local. (p=0,009)
Frank NS et al. <sup>16</sup> (2019), Canadá	Carrera de 5 minutos en 4 condiciones del calzado (varía grosor y rigidez)	- Equilibrio dinámico local en cadera rodilla y tobillo.	- Cámara de captura de movimiento en 3D Optotrak. - Sensores inerciales y acelerómetros en MMII.	- No diferencias significativas en la estabilidad entre los diferentes tipos de suela. - En novatos, ↓ estabilidad cadera al usar calzado con suela blanda (p=0,0029).
Hollander K et al. <sup>17</sup> (2021), Alemania	<b>GE (descalzo):</b> correr 8 semanas, 15 min./sem. en cinta al 70% del VO <sub>2</sub> máx. <b>GC (con calzado):</b> mismo protocolo con zapatillas.	- Equilibrio dinámico local	- Cámara de captura de movimiento en 3D Optotrak. - Sensores inerciales y acelerómetros a nivel de tibia. - Software Consensus	- ↓ Estabilidad (p=0,037) en GE - ↓ Estabilidad dentro de una misma sesión (15 min de carrera) (p=0,012)
Mullen S et al. <sup>18</sup> (2014), EEUU	<b>GE:</b> programa de entrenamiento de 8 semanas con Barefoot. <b>GC:</b> mismo protocolo con calzado convencional.	- Equilibrio dinámico local - Fuerza de musculatura de MMII	- Caja de metacrilato. - Dispositivo Vertec de salto vertical. - Metrónomo.	<b>Prueba de alcance y balanceo:</b> - <b>GE:</b> ↑ en la pierna derecha (p=0,003) - <b>GC:</b> ↑ en ambas piernas. (p=0,03)
Petersen E et al. <sup>19</sup> (2020), Noruega	Caminar sobre suelo plano en dos condiciones: descalzos y con calzado minimalista.	- Equilibrio dinámico local	- Sensores inerciales y acelerómetros. - Software de análisis biomecánico.	- ↑ estabilidad con calzado minimalista. (p=0,013)

3D = tres dimensiones, ↓ = disminución, MMII = miembros inferiores GE = grupo experimental, GC = grupo control, ↑ = aument, VO máx = Volumen Máximo de Oxígeno

**Tabla 4.** Evaluación de la calidad metodológica según escala PEDro.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Ekizos A et al. <sup>15</sup> (2017)	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	6
Frank NS et al. <sup>16</sup> (2019)	+	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	6
Hollander K et al. <sup>17</sup> (2021)	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7
Mullen S et al. <sup>18</sup> (2014)	+	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	7
Petersen E et al. <sup>19</sup> (2020)	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5

Se indica (+) cuando el ítem está presente y (-) en caso contrario. Ítems: 1) Criterios de elección especificados; 2) Asignación al azar; 3) Asignación oculta; 4) Comparabilidad al inicio; 5) Sujetos cegados; 6) Terapeutas cegados; 7) Evaluadores cegados; 8) Resultados por encima de 85%; 9) Intención de tratar; 10) Comparaciones entre grupos; 11) Datos de medida y variabilidad.

\* Nota El ítem nº 1 (criterios de elección especificados) no contribuye a la puntuación total.

#### Intervenciones realizadas

Con respecto a las intervenciones realizadas en cada estudio, los estudios son diferentes en cuanto a protocolos realizados. El estudio que arrojó mejores resultados fue el de Petersen et al.<sup>19</sup>. En su caso se compara con la condición descalza, por lo que sería interesante compararlo en un futuro con el calzado convencional.

Estas diferencias en cuanto a protocolos realizados, puede dificultar que los resultados sean fácilmente comparables ya que no existe un programa estandarizado. Además, los estudios actuales que analizan un tipo de entrenamiento sobre la carrera suelen tener, al menos, una duración de entre 6 y 12 semanas<sup>26,27</sup>. Por lo tanto, solo dos de los cinco<sup>17,18</sup> estudios analizados en esta revisión cumplen con esta duración de la intervención y tienen una duración acorde a la literatura científica actual.

#### Efectos del uso de calzado barefoot sobre el riesgo de caída

El estudio de Petersen et al.<sup>19</sup> analiza el efecto del calzado barefoot o la carrera descalza sobre el riesgo de caídas afirmando que el uso de BF reduce el riesgo de caídas. Acorde a esta afirmación nos encontramos con la revisión de Franklin et al.<sup>21</sup>. Por otro lado, se asume que las personas mayores al caminar descalzos pueden tener miedo a las caídas, desconfianza en sus propios pies o sensación desagradable de frío en los pies mientras caminan descalzos<sup>28</sup>. Estos argumentos y la afirmación de Petersen et al.<sup>19</sup> muestran la necesidad de una mayor investigación en este ámbito.

**Tabla 5.** Evaluación del riesgo de sesgo para cada estudio.

Estudio	D1	D2	D3	D4	D5	Riesgo global
Ekizos et al. <sup>15</sup>	+	!	+	!	+	!
Frank et al. <sup>16</sup>	!	!	+	!	+	!
Hollander et al. <sup>17</sup>	-	+	+	+	+	-
Mullen et al. <sup>18</sup>	!	!	+	!	+	!
Petersen et al. <sup>19</sup>	!	!	+	!	+	!

D1	Proceso de aleatorización.	+	Bajo riesgo
D2	Desviaciones de las intervenciones previstas.	!	Poco claro
D3	Datos de resultados ausentes.	-	Alto riesgo
D4	Medición del resultado.		
D5	Selección del resultado reportado.		

### Análisis de resultados

Los resultados positivos son minoritarios<sup>18,19</sup>. Además, en el caso de Mullen et al.<sup>18</sup> se atribuyen estos resultados a la dominancia de un miembro y no a la condición del calzado. El resto de resultados se mostraron negativos o sin diferencias estadísticamente significativas<sup>15-17</sup>. En cuanto a la calidad metodológica de los estudios analizados, el único estudio que observó un aumento significativo de la estabilidad dinámica bipodal es el de Petersen et al.<sup>19</sup>, el cual obtuvo la menor puntuación en la escala PEDro<sup>12</sup> (5/10).

### Limitaciones de los estudios

La cantidad de evidencia sobre el tema es reducida y heterogénea debido a las ambigüedades sobre el término y la falta de protocolización a nivel experimental. La muestra total es de 178 participantes, con características diferentes entre ellos.

En cuanto al riesgo de sesgo, los estudios cuentan con un riesgo de sesgo generalmente poco claro, debido a falta de información. El único riesgo de sesgo alto se da en el estudio de Hollander et al.<sup>17</sup> cuyo proceso de aleatorización se realizó mediante una estratificación por sexo. Según los criterios Van Tulder<sup>13</sup> la evidencia mostrada es contradictoria y con un nivel de evidencia moderada.

### Futuras líneas de investigación

Se precisaría una mayor cantidad de estudios, con un programa de intervención y muestras estandarizados y con mayor nivel de calidad metodológica. También puede ser interesante comparar el BF con métodos que ya han demostrado mejoras en el equilibrio dinámico como el ejercicio multicomponente<sup>29,30</sup> y el método Pilates<sup>31-33</sup>.

### CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en esta revisión son contradictorios y no arrojan resultados certeros a la hora de confirmar un efecto positivo del uso de calzado barefoot o la realización de carrera descalza sobre el equilibrio dinámico frente al calzado convencional en poblaciones adultas. Además, la calidad metodológica de los estudios podría mejorarse para futuras investigaciones.

Así mismo, se mostraron efectos positivos del calzado minimalista sobre el riesgo de caídas en personas mayores. Será necesario realizar un protocolo estandarizado para futuras investigaciones al respecto y comparar este tipo de intervención con otros que también hayan observado resultados estadísticamente positivos y clínicamente relevantes.

### REFERENCIAS

1. Marchena-Rodriguez A, Ortega-Avila AB, Cervera-Garvi P, Cabello-Manrique D, Gijon-Nogueron G. Review of Terms and Definitions Used in Descriptions of Running Shoes. *Int J Environ Res Public Health*. 19 de mayo de 2020;17(10):3562. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103562>
2. Altman AR, Davis IS. Barefoot Running: Biomechanics and Implications for Running Injuries. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(5):244-50. <https://doi.org/10.1249/JSR.Ob013e31826c9bb9>
3. Carpentier M, Perpiñá Martínez S, De Man A, Pierrakos C, Isenborgh S, De Bels D, et al. Barefoot running: Between fashion and real way to prevent joint osteo lesions? *J Transl Intern Med*. 25 de septiembre de 2020;8(3):188-94. <https://doi.org/10.2478/jtim-2020-0028>
4. Shakoor N, Block JA. Walking barefoot decreases loading on the lower extremity joints in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. septiembre de 2006;54(9):2923-7. <https://doi.org/10.1002/art.22123>
5. Lindlein K, Zech A, Zoch A, Braumann KM, Hollander K. Improving Running Economy by Transitioning to Minimalist Footwear: A Randomised Controlled Trial. *J Sci Med Sport*. diciembre de 2018;21(12):1298-303. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.05.012>
6. Perkins KP, Hanney WJ, Rothschild CE. The Risks and Benefits of Running Barefoot or in Minimalist Shoes: A Systematic Review. *SPORTS Health*. 2014;6(6). <https://doi.org/10.1177/1941738114546846>
7. Esteban-Yáñez C, Santos-Lozano A, Martín-Hernández J, Justo-Cousiño LA. Carrera descalza ¿Naturamente descalzos? Análisis desde la biomecánica. *Medicina Naturista* 2021;15(2):55-63. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7998128.pdf>
8. Pizzigalli L, Micheletti Cremasco M, Mulasso A, Rainoldi A. The contribution of postural balance analysis in older adult fallers: A narrative review. *J Bodyw Mov Ther*. abril de 2016;20(2):409-17. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.12.008>
9. Ringhof S, Stein T. Biomechanical assessment of dynamic balance: Specificity of different balance tests. *Hum Mov Sci*. abril de 2018;58:140-7. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.02.004>

10. Vanmeerhaeghe AF, Rodriguez DR, Tutusaus LC, Calafat CB, Riera ML, Vidal AM. Diferencias en la estabilidad postural estática y dinámica según sexo y pierna dominante. *Apunts Med Esport.* 2009;44(162):74-81. [https://doi.org/10.1016/S1886-6581\(09\)70112-4](https://doi.org/10.1016/S1886-6581(09)70112-4)
11. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ.* 29 de marzo de 2021;n160. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
12. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother.* enero de 2020;66(1):59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
13. Van Tulder M, Furlan A, Bombardier C, Bouter L. Updated Method Guidelines for Systematic Reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group: Spine. junio de 2003;28(12):1290-9. <https://doi.org/10.1097/01.BRS.0000065484.95996.AF>
14. Higgins JPT, Altman DG, Gotzsche PC, Juni P, Moher D, Oxman AD, et al. The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 18 de octubre de 2011;343(oct18 2):d5928-d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
15. Ekizos A, Santuz A, Arampatzis A. Transition from shod to barefoot alters dynamic stability during running. *Gait Posture.* julio de 2017;56:31-6. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.035>
16. Frank NS, Prentice SD, Callaghan JP. Local dynamic stability of the lower extremity in novice and trained runners while running intraditional and minimal footwear. *Gait Posture.* febrero de 2019;68:50-4. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.034>
17. Hollander K, Hamacher D, Zech A. Running barefoot leads to lower running stability compared to shod running - results from a randomized controlled study. *Sci Rep.* 23 de febrero de 2021;11(1):4376. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-83056-9>
18. Mullen S, Cotton J, Bechtold M, Toby EB. Barefoot Running: The Effects of an 8-Week Barefoot Training Program. *Orthop J Sports Med.* 1 de marzo de 2014;2(3):2325967114525582. <https://doi.org/10.1177/2325967114525582>
19. Petersen E, Zech A, Hamacher D. Walking barefoot vs. with minimalist footwear - influence on gait in younger and older adults. *BMC Geriatr.* diciembre de 2020;20(1):88. <https://doi.org/10.1186/s12877-020-1486-3>
20. Reutimann S, Hill-Strathy M, Krewer C, Bergmann J, Müller F, Jahn K, et al. Influence of footwear on postural sway: A systematic review and meta-analysis on barefoot and shod bipedal static posturography in patients and healthy subjects. *Gait Posture.* febrero de 2022;92:302-14. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.11.022>
21. Franklin S, Grey MJ, Heneghan N, Bowen L, Li FX. Barefoot vs common footwear: A systematic review of the kinematic, kinetic and muscle activity differences during walking. *Gait Posture.* septiembre de 2015;42(3):230-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.05.019>
22. Winter L, Taylor P, Bellenger C, Grimshaw P, Crowther RG. The application of the Lyapunov Exponent to analyse human performance: A systematic review. *J Sports Sci.* 17 de noviembre de 2023;41(22):1994-2013. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2308441>
23. Reyburn RJ, Powden CJ. Dynamic Balance Measures in Healthy and Chronic Ankle Instability Participants While Wearing Ankle Braces: Systematic Review With Meta-Analysis. *J Sport Rehabil.* 1 de mayo de 2021;30(4):660-7. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0224>
24. Tang F, Xiang M, Yin S, Li X, Gao P. Meta-analysis of the dosage of balance training on ankle function and dynamic balance ability in patients with chronic ankle instability. *BMC Musculoskelet Disord.* 31 de agosto de 2024;25(1):689. <https://doi.org/10.1186/s12891-024-07800-8>
25. Xu L, Wang Y, Wen X. The role of footwear in improving running economy: a systematic review with meta-analysis of controlled trials. *Sci Rep.* 1 de febrero de 2025;15(1):3963. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88271-2>
26. Llanos-Lagos C, Ramirez-Campillo R, Moran J, Sáez De Villarreal E. The Effect of Strength Training Methods on Middle-Distance and Long-Distance Runners' Athletic Performance: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med.* julio de 2024;54(7):1801-33. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02018-z>
27. Thurlow F, Huynh M, Townshend A, McLaren SJ, James LP, Taylor JM, et al. The Effects of Repeated-Sprint Training on Physical Fitness and Physiological Adaptation in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* abril de 2024;54(4):953-74. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01959-1>
28. Menant JC, Steele JR, Menz HB, Munro BJ, Lord SR. Optimizing footwear for older people at risk of falls. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(8):1167. <https://doi.org/10.1682/JRRD.2007.10.0168>
29. Thomas E, Battaglia G, Patti A, Brusa J, Leonardi V, Palma A, et al. Physical activity programs for balance and fall prevention in elderly: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* julio de 2019;98(27):e16218. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016218>
30. Linhares DG, Borba-Pinheiro CJ, Castro JBPD, Santos AOB, Santos LLD, Cordeiro LDS, et al. Effects of Multicomponent Exercise Training on the Health of Older Women with Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 30 de octubre de 2022;19(21):14195. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114195>
31. Casonatto J, Yamacita CM. Pilates exercise and postural balance in older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complement Ther Med.* enero de 2020;48:102232. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2019.102232>
32. De Campos Júnior JF, De Oliveira LC, Dos Reis AL, De Almeida LIM, Branco LV, De Oliveira RG. Effects of Pilates exercises on postural balance and reduced risk of falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Complement Ther Clin Pract.* noviembre de 2024;57:101888. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2024.101888>
33. Arik MI, Kiloatar H, Saracoglu I. Do Pilates exercises improve balance in patients with multiple sclerosis? A systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord.* enero de 2022;57:103410. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2021.103410>

Casos Clínicos

## Luxación peritalar lateral en un jugador de baloncesto. Reporte de caso

Íñigo Úbeda-Pérez de Heredia<sup>a,\*</sup> 

<sup>a</sup> Grupo Beiman Instituto Andaluz de Medicina Deportiva, Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla, España.



### RESUMEN

La luxación periastragalina es una lesión de baja incidencia que puede desembocar en secuelas que impiden el retorno a la actividad laboral o deportiva. El tratamiento suele ser conservador salvo en las luxaciones abiertas, irreductibles, compromiso neurovascular o ante lesiones asociadas que indiquen la cirugía.

Se presenta el caso de un jugador de baloncesto que sufrió una luxación periastragalina lateral, la cual se trató de forma conservadora mediante reducción cerrada bajo sedación, inmovilización con férula de yeso durante 6 semanas y posterior rehabilitación funcional.

Cuatro meses después del accidente el paciente fue dado de alta médica con un déficit de dorsiflexión de 25°, sin dolor ni inestabilidad, aunque tuvo que abandonar la competición deportiva.

*Palabras clave:* Luxación; Periastragalina; Talar; Astrágalo; Deporte; Conservador.

### Lateral peritalar dislocation in a basketball player: case report

#### ABSTRACT

Peritalar dislocation is a low-incidence injury that can lead to sequelae preventing the return to work or sports activities. Treatment is usually conservative, except in cases of open, irreducible dislocations, neurovascular compromise, or associated injuries that indicate surgery.

We present the case of an amateur basketball player who suffered a lateral peritalar dislocation, which was treated conservatively with closed reduction under sedation, immobilization with a plaster splint for 6 weeks, and subsequent functional rehabilitation.

Four months after the accident, the patient was discharged with a 25° dorsiflexion deficit, without pain or instability, but ceased competitive sports.

*Keywords:* Dislocation; Peritalar; Subtalar; Talus; Sports; Conservative.

### Luxação peritalar lateral em um jogador de basquete: relato de caso

#### RESUMO

A luxação periastragalina é uma lesão de baixa incidência que pode resultar em sequelas que impedem o retorno à atividade laboral ou esportiva. O tratamento geralmente é conservador, exceto em casos de luxações abertas, irreductíveis, comprometimento neurovascular ou lesões associadas que indiquem cirurgia.

Apresentamos o caso de um jogador amador de basquete que sofreu uma luxação peritalar lateral, tratada de forma conservadora com redução fechada sob sedação, imobilização com tala de gesso por 6 semanas e posterior reabilitação funcional.

Quatro meses após o acidente, o paciente recebeu alta médica com um déficit de dorsiflexão de 25°, sem dor ou instabilidade, abandonando a competição esportiva.

\* Autor de Correspondencia: Íñigo Úbeda Pérez de Heredia, Beiman Instituto Andaluz de Medicina Deportiva, Facultad de Medicina de la Universidad de Sevilla, Teléfono: +34 607 22 75 61, Glorieta de las Cigarreras 1, local 3. 41011-Sevilla, [iusevilla@us.es](mailto:iusevilla@us.es) (Íñigo Úbeda-Pérez de Heredia)

**Palavras-chave:** Luxação; Periastragalina; Talar; Astrágalo; Esporte; Conservador.

## INTRODUCCIÓN

El astrágalo es un hueso particular puesto que está completamente cubierto por cartilago hialino, careciendo de inserciones tendinosas ni ligamentarias. Desde el punto de vista anatomofuncional absorbe el peso corporal, lo distribuye hacia el resto del pie y participa en tres articulaciones: la tibioperoneoastragalina, la subastragalina y la astragaloescaloidea<sup>1</sup>.

Las luxaciones del astrágalo se producen por un traumatismo de alta energía donde, en función del vector de la fuerza, el astrágalo se luxa en dirección anterior, posterior, medial o lateral. De esta manera y en función de la articulación afectada, las luxaciones del astrágalo se pueden dividir en: 1) *luxatio tali totalis*, donde el astrágalo se luxa de las tres articulaciones; 2) *luxatio pedis cum talus*, en la que el astrágalo se luxa de la articulación tibioastragalina, y 3) *luxatio pedis subtalus* o luxación periastragalina, cuando el astrágalo se disloca de las articulaciones subastragalina y astragaloescaloidea<sup>1</sup>.

Las luxaciones del astrágalo fueron descritas por Dufarest y Judey en 1811<sup>2</sup>. Posteriormente, Malgaigne estableció subvariantes dependiendo de la posición del calcáneo respecto al astrágalo<sup>3</sup>. Grantham acuñó el término *basketball foot* porque una parte importante de los pacientes incluidos en sus estudios sufrieron esta lesión mientras jugaban a baloncesto<sup>4</sup>.

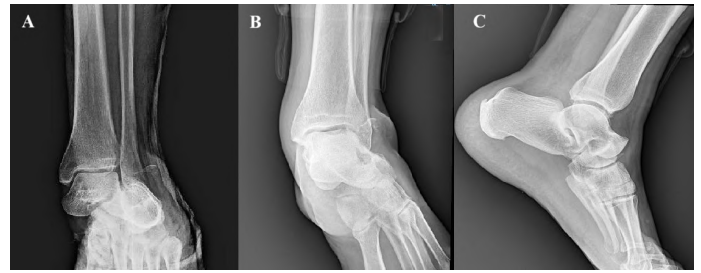
Las luxaciones periastragalinas apenas representan el 2% de las luxaciones de todas las grandes articulaciones y solo el 1% de las lesiones traumáticas del pie<sup>1-5</sup>. Las más infrecuentes son las luxaciones anteriores y las posteriores (3%), seguidas por las laterales (17%), siendo algo más frecuentes las mediales (80%). Dado que las luxaciones anteriores y posteriores siempre cursan con cierto grado de desplazamiento medial o lateral, algunos autores las clasifican dentro de las luxaciones periastragalinas medial y lateral<sup>6-9</sup>.

Un tratamiento defectuoso se traduce en déficits funcionales que, a veces, se diagnostican años después de la lesión debido a dolor crónico del mediopie, por tanto, debe realizarse un correcto manejo terapéutico, siendo el tratamiento habitual la reducción cerrada bajo sedación, anestesia regional o general, reservándose la reducción quirúrgica para los casos de luxación irreductible, luxación abierta, lesión neurovascular o lesiones asociadas<sup>7,10,11</sup>.

## CASO CLÍNICO

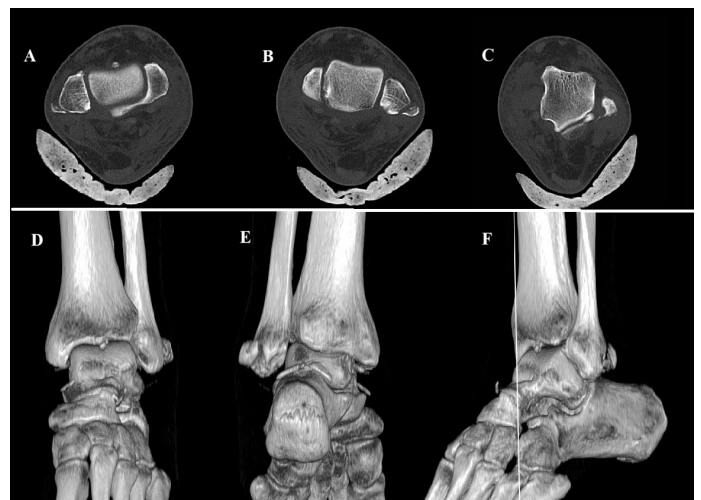
Se trata de un jugador masculino de baloncesto, de 24 años, sin antecedentes médicos de interés, que sufrió una torcedura del pie izquierdo por un apoyo defectuoso después de dar un salto para coger un rebote.

El Jugador fue trasladado a su mutualidad deportiva, en donde presentó deformidad del pie con dolor e impotencia funcional. En el estudio radiológico convencional se apreció una luxación periastragalina lateral con incongruencia de las articulaciones subtalar y talonavicular (Figura 1). Se inmovilizó el tobillo con una férula supropédica y se derivó al hospital de referencia.



**Figura 1.** Estudios de radiología simple del tobillo izquierdo del lesionado, con proyecciones anteroposterior (A), oblicua (B) y lateral (C), realizadas en la primera asistencia. Se aprecia la luxación periastragalina con desplazamiento lateral del calcáneo y de la articulación de Chopart, con congruencia de la articulación tibiotalar o talocrural (*luxatio pedis subtalus*).

Al ingreso en el servicio de urgencias hospitalarias se confirmó la existencia de la lesión, descartándose daño neurovascular. Se intentó realizar una reducción cerrada con maniobras incruentas que resultó infructuosa, por lo que se llevó a cabo en el quirófano, bajo sedación, comprobándose la reducción de la luxación mediante fluoroscopia. Se inmovilizó con férula supropédica y se solicitó tomografía computarizada (TC) en el cual se apreció una pequeña fractura en el margen posteroinferior del maléolo peroneo, mínima fractura marginal de la apófisis lateral del astrágalo y pequeño fragmento óseo en el margen anterior de la tibioastragalina (Figura 2).



**Figura 2.** Imágenes convencionales de TC del tobillo y reconstrucción tridimensional, realizado tras la reducción de la luxación. Se evidencia una pequeña fractura en el margen posteroinferior del maléolo peroneo (B,C,D,E,F), pequeño fragmento óseo en el margen anterior de la tibioastragalina (A,D,F) y mínima fractura marginal de la apófisis lateral del astrágalo (C,D,F).

A las 6 semanas de inmovilización y descarga del miembro afectado, se retiró la férula de yeso y se inició tratamiento de rehabilitación con terapia antiedema, técnicas vasopresivas, movilización y ejercicios propioceptivos, iniciando carga parcial con dos bastones ingleses hasta conseguir una deambulación sin ayudas a los 3 meses.

Tras completar 4 meses de tratamiento, el paciente fue dado de alta con una limitación del balance articular de 25° para la dorsiflexión del tobillo, recuperación de la flexión plantar, la inversión y la eversión del pie. El patrón de marcha estaba normalizado y reanudó su actividad habitual con la excepción de actividades deportivas de carrera y salto.

## DISCUSIÓN

La luxación periastragalina lateral se produce por una fuerza indirecta que lesiona los elementos capsulares, ligamentarias y, en ocasiones, óseos, de las articulaciones subastragalina y astragaloescaloidea, de manera que se produce un desplazamiento lateral de los huesos tarsianos sobre el astrágalo, el cual queda normoposicionado en la mortaja tibioperonea<sup>5</sup>. Se trata de una lesión muy infrecuente que se produce mayoritariamente en varones jóvenes en el contexto de accidentes de tráfico, caídas de altura y actividades deportivas<sup>5-9</sup>.

Ante una luxación periastragalina es obligada una exploración neurovascular, pues se han descrito hasta un 70% de lesiones neurovasculares en las luxaciones laterales<sup>5</sup> sobre todo por la lesión de la arteria del canal del tarso, rama de la arteria tibial posterior, que puede conllevar a necrosis avascular y/o a osteoartritis de la articulación subastragalina<sup>6</sup>.

La luxación debe reducirse a la mayor brevedad para evitar las complicaciones y se recomiendan estudios de imagen mediante TC post-reducción para confirmar una reducción anatómica y valorar la existencia de fracturas asociadas<sup>8</sup>. Ha de tenerse en cuenta que las luxaciones laterales tienen un peor comportamiento debido a que precisan una energía mayor para su producción y que hasta un 47% de los casos pueden ser irreductibles debido a la interposición del tendón del tibial posterior o del flexor del primer dedo. Si la reducción cerrada no es posible o ante luxaciones abiertas o asociación de otras lesiones que la indiquen, debe procederse a la cirugía, que, según los casos, puede consistir en fijación externa o artrodesis (temporal o permanente) con agujas o tornillos, seguida de inmovilización durante 4 a 6 semanas y posterior rehabilitación funcional<sup>1,7,9-11</sup>.

El caso que se presenta resulta de interés ya que el mecanismo de producción no es el propio de las luxaciones peritalares, que necesitan un traumatismo de alta energía. Por otra parte, aun cuando la luxación se asoció con algunas lesiones óseas, por su localización no contribuyeron en el mecanismo de la luxación ni fueron causantes de la incongruencia articular de las articulaciones afectadas, por lo que el caso puede extrapolarse al de una luxación periastragalina lateral pura, cuya incidencia es extremadamente rara<sup>7,12,13</sup>.

## CONCLUSIONES

Las luxaciones periastragalinas laterales son muy infrecuentes y, normalmente, están ocasionadas por traumatismos de alta energía. Los casos de luxaciones cerradas, sin interposición de partes blandas, normalmente se reducen ortopédicamente bajo sedación o anestesia. Cuando ello no es posible se debe recurrir al tratamiento quirúrgico, siempre de manera urgente puesto que una reducción precoz y correcta reduce la posibilidad de desarrollar complicaciones.

Es importante que previamente y después de la reducción debe prestarse atención a la existencia de compromiso neurovascular y se recomienda realizar un estudio mediante TC post-reducción para confirmar una reducción anatómica y valorar la existencia de fracturas asociadas. Tras la reducción, se aconseja inmovilizar el miembro por periodos no prolongados de entre 4 a 6 semanas, siendo recomendable un tratamiento de fisioterapia una vez retirada la inmovilización.

## REFERENCIAS

1. Graef F, Rühling M, Niemann M, Stöckle U, Gehlen T, Tsitsilonis S. Retrospective analysis of treatment strategies and clinical outcome of isolated talar dislocations. *J Clin Orthop Trauma*. 2021;23:101648. doi: 10.1016/j.jcot.2021.101648.
2. Judey P. Observation d'une luxation métatarsienne. *Bull Fac Med Paris*. 1811;11:81-6.

3. Malgaigne JF, Burger DC. Die Knochenbrüche und Verrenkungen. Stuttgart: Rieger; 1856. p. 820.
4. Grantham SA. Medial subtalar dislocations: five cases with a common etiology. *J Trauma*. 1964;4:845-9.
5. Gómez Alcaraz J, Ajuria Fernández E, García López JM, Capel Agúndez A, Sánchez Morata E, Vilá y Rico J. Luxaciones periastragalinas: análisis de una serie de casos. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2024;68:142-50. doi: 10.1016/j.recot.2023.05.015.
6. Severyns M, Dudouit S, Carret P, et al. Talar dislocation: is reimplantation a safe procedure? *J Foot Ankle Surg*. 2020;59(5):1101-5. doi: 10.1053/j.jfas.2019.09.042.
7. Prada Cañizares AC, García Robledo HM, Auñón Martín I, Vilá y Rico J. Luxación periastragalina lateral pura: a propósito de un caso y revisión de la bibliografía. *Rev Pie Tobillo*. 2015;29(1):38-41. doi: 10.1016/S1697-2198(16)30008-8.
8. Prada-Cañizares A, Auñón-Martín I, Vila y Rico J, Pretell-Mazzini J. Subtalar dislocation: management and prognosis for an uncommon orthopaedic condition. *Int Orthop*. 2016;40:999-1007. doi: 10.1007/s00264-015-2910-8.
9. Garofalo R, Moretti B, Ortolano V, Cariola P, Solarino G, Wettstein M, et al. Peritalar dislocations: a retrospective study of 18 cases. *J Foot Ankle Surg*. 2004;43:166-72. doi: 10.1053/j.jfas.2004.03.008.
10. Kou JX, Fortin PT. Commonly missed peritalar injuries. *J Am Acad Orthop Surg*. 2019;17:775-86. doi: 10.5435/00124635-200912000-00006.
11. Arain AR, Adams CT, Haddad SF, Moral M, Young J, Desai K, Rosenbaum AJ. Diagnosis and treatment of peritalar injuries in the acute trauma setting: a review of the literature. *J Orthop Trauma*. 2020;34:1852025. doi: 10.1155/2020/1852025.
12. Sanz Hospital FJ. Luxaciones periastragalinas. En: Nuñez-Samper M, Llanos LF, editores. *Biomecánica, medicina y cirugía del pie*. Madrid: Masson; 2007. p. 47.
13. Perugia D, Basile A, Massoni C, Gumina S, Rossi F, Ferretti A. Conservative treatment of subtalar dislocations. *Int Orthop*. 2002;26(1):56-60. doi: 10.1007/s002640100296.