

Lesiones en Trail Running, Cross-Country y Orientación: Una revisión sistemática Trail Running, Cross-Country and Orienteering Injuries: A Systematic Review

*Sofía Gil Sánchez, **Constanza Palomino Devia, **Felipe Augusto Reyes Oyola, *Fernando Otero Saborido, *José Antonio González Jurado
*Universidad Pablo de Olavide (España), **Universidad del Tolima (Colombia)

Resumen. El objetivo del estudio fue identificar las lesiones más frecuentes entre corredores de trail running, comparándolas con las lesiones en corredores de cross-country y orientación, analizando la prevalencia e incidencia de lesiones en ambos perfiles de deportistas. Se realizó una revisión sistemática considerando las bases de datos Web of Science, Medline, Scopus y Sport Discuss, siguiendo la declaración PRISMA y la estrategia PICOS. Se obtuvieron 3160 artículos; se seleccionaron 19. Se analizó el riesgo de sesgo mediante la escala de calidad JBI y la escala de evidencia científica CEBM. Los resultados revelan que los corredores de trail running informaron de un mayor porcentaje de lesiones en el tobillo (49,5%) en términos de la ubicación anatómica y tendinopatías (29,8%) en lo que respecta al diagnóstico. Por otro lado, los corredores de cross-country y orientación mostraron un mayor porcentaje de lesiones en la rodilla (14,6%) en cuanto a la ubicación anatómica, así como afecciones inflamatorias y dolor (20,2% en hombres y 33,6% en mujeres en cross-country; 75,41% en corredores de orientación) según el diagnóstico. En lo que respecta a la incidencia, en el trail running, las tasas oscilan entre 1,6 y 187,9 por cada 1000 horas de carrera, mientras que en el cross-country son más bajas, variando entre 3,96 y 17 por cada 1000 exposiciones.

Palabras clave: Lesiones, corredores, trail running, cross-country, orientación.

Abstract. The objective of the study was to identify the most frequent injuries among trail running runners, comparing them with injuries in cross-country and orienteering runners, analyzing the prevalence and incidence of injuries in both profiles of athletes. A systematic review was conducted considering Web of Science, Medline, Scopus and Sport Discuss databases, following the PRISMA statement and the PICOS strategy. A total of 3160 articles were obtained; 19 were selected. The risk of bias was analysed using the JBI quality scale and the CEBM scientific evidence scale. The results reveal that trail runners reported a higher percentage of ankle injuries (49.5%) in terms of anatomical location and tendinopathies (29.8%) in terms of diagnosis. On the other hand, cross-country and orienteering runners showed a higher percentage of knee injuries (14.6%) in terms of anatomical location, as well as inflammatory conditions and pain (20.2% in men and 33, 6% in women in cross-country; 75.41% in orienteering runners) according to the diagnosis. Regarding the incidence, in trail running, the rates oscillate between 1.6 and 187.9 per 1000 hours of running, while in cross-country they are lower, varying between 3.96 and 17 per every 1000 exposures.

Keywords: Injuries, runners, trail running, cross-country, orientation.

Fecha recepción: 21-04-23. Fecha de aceptación: 18-12-23

Felipe Augusto Reyes Oyola

fareyeso@ut.edu.co

Introducción

En la actualidad, la modalidad de carreras por montaña, también conocida como trail running, está experimentando un auge que ha llevado a su creciente popularidad en todo el mundo (Babí et al., 2021; Basantes & Sotomayor, 2020; Hespanhol et al., 2017; Hoffman et al., 2010). Paralelamente, el número de entusiastas de estas carreras ha aumentado significativamente a lo largo de los años (Hoffman & Wegelin, 2009; Llopis-Goig & Vilanova, 2015; Seguí et al., 2016; Urbaneja & Farias, 2018). Estas competiciones abarcan desde eventos de ultra-maratón (distancias superiores a 42,2 km) hasta carreras de trail running con recorridos más cortos (Hespanhol et al., 2017). La terminología que rodea a estas carreras en la naturaleza es variada, por lo que en esta revisión se utilizará el término general "trail running" para referirse de manera inclusiva tanto a las carreras de montaña según la especialidad deportiva de la Real Federación Española de Atletismo, como a las carreras por montaña especialidad deportiva de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada (Seguí et al., 2016; Urbaneja & Farias, 2018).

El trail running se caracteriza por ser una competición a pie que transcurre en una amplia gama de terrenos naturales, como tierras, bosques, senderos nevados y rutas de vía única, en entornos abiertos como montañas, desiertos,

bosques y llanuras. Aunque en ocasiones se utilizan carreteras y áreas asfaltadas para conectar senderos, no deben superar el 20% de la ruta total (ITRA, 2021; RFEA, 2021). Dadas las especificidades de cada carrera, los factores como el desnivel, el tipo de terreno, el número de puntos de avituallamiento, el equipo requerido y las condiciones climáticas varían considerablemente, lo que puede influir en los resultados finales (Puigarnau et al., 2021).

Una de las consideraciones de mayor trascendencia en el trail running es la técnica de carrera, ya que investigaciones indican que las diferencias en la forma de correr pueden incidir en las tasas generales de lesiones y, por ende, en el rendimiento (Daoud et al., 2012). Además, la necesidad constante de adaptarse a superficies cambiantes somete al organismo a un estrés fisiológico y biomecánico considerable (Mocanu, 2015). Correr en senderos demanda un procesamiento cognitivo rápido del entorno, así como respuestas ágiles a las variaciones del suelo y a obstáculos imprevistos, añadiendo una dimensión cognitiva única a la actividad (Vincent et al., 2022).

Considerando factores de riesgo relacionados con la competición, se agrupan en tres categorías: personales, de carrera o entrenamiento, y de salud y estilo de vida del corredor (Van Gent et al., 2007). Las lesiones, en su mayoría, no resultan de un solo factor de riesgo, sino de una interacción compleja entre varios de ellos (Van Poppel et al.,

2021). Esto contribuye al alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas en este contexto.

La comparación meticulosa entre corredores de trail running, cross-country y orientación se vuelve esencial en esta revisión sistemática. A pesar de que estas modalidades comparten la demanda biomecánica y física inherente a las carreras sobre terrenos desafiantes, cada una introduce tensiones particulares en el cuerpo debido a las diferencias en terreno, intensidad y patrones de movimiento. Al analizar las lesiones más comunes entre estos grupos, se pueden identificar patrones específicos y áreas potenciales de riesgo compartido, lo que puede contribuir a enriquecer las estrategias de prevención y rehabilitación para cada categoría de corredores, mejorando las prácticas médicas y de entrenamiento. Por consiguiente, la realización de una revisión sistemática se erige como un paso fundamental en la investigación actual, cuyo propósito es examinar de manera exhaustiva y objetiva la problemática de las lesiones en corredores de trail running, cross-country y orientación. Dado el creciente interés en estos perfiles deportivos y su potencial impacto en la salud de los atletas, esta revisión busca no solo identificar las lesiones más comunes en cada categoría, sino también establecer comparativas entre ellas. Al trascender las fronteras disciplinarias y recopilar evidencia de diversas fuentes, se puede arrojar luz sobre patrones de lesiones específicos, factores de riesgo compartidos y diferenciados, y finalmente, contribuir a una comprensión más completa de la prevalencia e incidencia de lesiones en estos contextos. Esta revisión sistemática no solo informará las prácticas clínicas y de entrenamiento, sino que también llenará un vacío en el conocimiento científico necesario para mejorar la salud y el rendimiento de los deportistas involucrados en estas disciplinas atléticas exigentes.

En este contexto, la ejecución de una revisión sistemática se erige como un paso esencial en la investigación actual. Su propósito radica en examinar de manera completa y objetiva la problemática de las lesiones en corredores de trail running, cross-country y orientación. Dado el interés creciente en estas modalidades y su posible impacto en la salud de los atletas, esta revisión aspira a no solo identificar las lesiones más comunes en cada grupo, sino también a establecer comparaciones significativas entre ellos. Al recopilar evidencia de diversas fuentes y trascender las barreras disciplinarias, se puede arrojar luz sobre patrones específicos de lesiones, así como factores de riesgo compartidos y distintivos, contribuyendo a una comprensión holística de la prevalencia e incidencia de lesiones en estas disciplinas. Más allá de enriquecer las prácticas clínicas y de entrenamiento, esta revisión llenará un vacío en el conocimiento científico que a su vez beneficiará la salud y el rendimiento de los deportistas inmersos en estas exigentes disciplinas atléticas. En línea con lo mencionado, los objetivos de este estudio fueron la identificar las lesiones más frecuentes entre corredores de trail running, comparándolas con las lesiones en corredores de cross-country y orientación, analizando la prevalencia e incidencia de lesiones en ambos perfiles de deportistas.

Material y método

Fuentes de información y búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática en el mes de junio de 2022, de artículos publicados en las bases de datos Web of Science, Scopus, Sport Discuss y Medline. Se utilizaron los siguientes 3 grupos de términos usando el operador AND entre estos grupos.

- En primer lugar, se incluyeron las palabras referidas a lesión, dolor, patología y algunos sustantivos, utilizando la raíz de estas palabras en inglés para asegurar la inclusión de cualquier derivación (injur* OR lesión* OR damage* OR soreness OR pain* OR trauma* OR harm* OR patholog*).
- En el segundo grupo de palabras se usó la raíz en inglés de las palabras atleta, deportista, corredor, competidor y sus derivados (athlet* OR sport* OR runner* OR competit*) para orientar la búsqueda a un perfil concreto de deportistas.
- Por último, el tercer grupo de palabras hace referencia a la modalidad del Trail running o posibles palabras relacionadas con el entorno (trail* OR mount* OR race* OR "off-road" OR cross* OR countr* OR orient* OR ultra* OR run*).

La revisión se realizó de acuerdo con la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Moher et al., 2009). El uso de esta lista de verificación de 27 elementos mejora la calidad de los informes de las revisiones sistemáticas y los metaanálisis, y además proporciona una transparencia en el proceso de selección de artículos.

Criterios de elegibilidad y proceso de selección de artículos

La búsqueda y selección de los estudios se realizaron siguiendo la estrategia PICOS (Population, Intervention, Comparison, Outcome, Study Design) (Centre for Reviews and Dissemination, 2009). Una vez recopilados todos los artículos de las diferentes bases de datos, se eliminaron los artículos duplicados y posteriormente acordaron las no coincidencias. Los títulos y resúmenes de los artículos restantes fueron revisados de forma independiente para identificar los estudios que posteriormente se incluyeron en esta revisión. Los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión se revisaron como texto completo para determinar la selección final de los estudios. Además, se revisaron algunas de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para evitar la omisión de artículos de interés para esta investigación.

Los criterios de inclusión y exclusión de selección de los artículos fueron los siguientes:

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados desde el año 2000 hasta la actualidad.

- Estudios basados en lesiones de trail running, cross-country u orientación.
 - Estudios centrados en corredores de la modalidad trail running (ultra trail, ultra maratón, carreras por montaña, etc.), cross-country u orientación.
 - Estudios de cohortes de tipo prospectivo o retrospectivo; estudios de prevalencia.
 - Estudios realizados en seres humanos.
- Criterios de exclusión:
- Informes de casos, actas de congresos editoriales, comentarios, artículos de opinión y revisiones o metaanálisis.
 - Estudios que presentaron riesgo de sesgo.

Método de evaluación de sesgo

Se empleó la herramienta de evaluación de la calidad para estudios de prevalencia y de cohortes, descritos por Joanna Briggs Institute (JBI) de Australia. Esta consiste en una lista usada como un instrumento para evaluar riesgo de sesgo para la realización de revisiones sistemáticas que incluyan estudios de prevalencia y estudios de cohorte, como en este caso, entre otro tipo de estudios. Cuenta con un manual donde se explica de manera breve el significado de cada uno de los ítems para cada lista, según el tipo de artículo que se va a evaluar (Moola, et al., 2020; Munn et al., 2015). En segundo lugar, el nivel de evidencia de todos los artículos se determinó utilizando el modelo de Centre of Evidence Based Medicine de Oxford (CEBM, 2009), que se caracteriza por valorar la evidencia según el área temática o escenario clínico y el tipo de estudio que involucra al problema clínico en cuestión (Sousa et al., 2012). El método de evaluación de sesgo fue realizado por dos investigadores.

Identificación de estudios seleccionados

En el proceso de búsqueda se obtuvieron 3160 registros (Figura 1). Tras eliminar los duplicados, quedaron 1456 registros. Los títulos y los resúmenes de estos se evaluaron de acuerdo a los criterios de elegibilidad, excluyéndose 1358 artículos. Los 98 artículos restantes se analizaron como texto completo, de los cuales se descartaron 79, finalmente, 19 estudios fueron incluidos en esta revisión.

Riesgo de sesgo de los estudios individuales

La Tabla 1 muestra la calificación de calidad metodológica. Se evidencia que los 19 estudios elegibles han obtenido una calificación alta, con valores entre 66,7% al 100%, por tanto, fueron incluidos al no presentar riesgo de sesgo. En cuanto al nivel de evidencia, la mayoría de los artículos fueron estudios de cohorte de tipo prospectivo o retrospectivo, o estudios de prevalencia, basados en series de casos, clasificados entre los niveles de evidencia 1b y 1c. Estos resultados indican que los estudios seleccionados tienen un buen nivel de evidencia, pues todos se encuentran en la parte superior de la tabla de valoración, con un grado de recomendación y consistencia alto (Tabla 1).

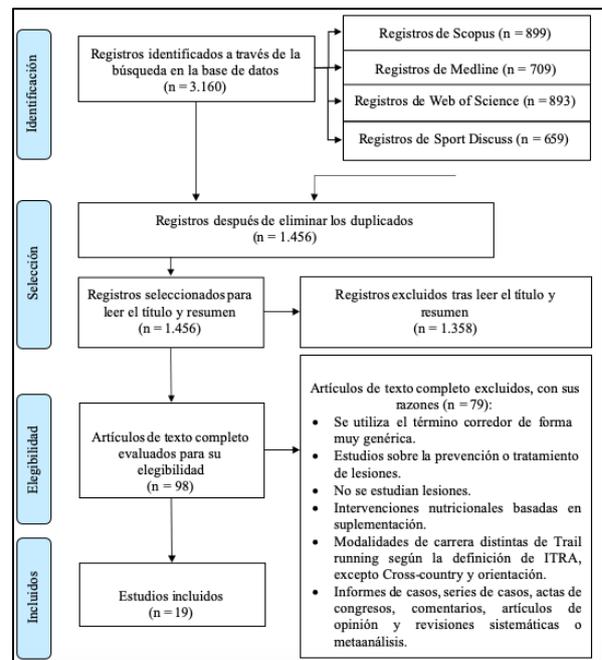


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA. Adaptado de Moher et al. (2009)

Tabla 1.

Calificación de la calidad de los estudios seleccionados (JBI Critical Appraisal Checklist) y clasificación de los niveles de evidencia (CECM de Oxford).

Tipo de estudio	Artículo	JBI		CECM	
		Calidad Metodológica	Nivel de evidencia %	Nivel de evidencia	Grado de recomendación
Transversal	Chandran et al. (2021a).	8/9	88,9	1c	A
	Chandran et al. (2021b)	8/9	88,9	1c	A
	Gajardo et al. (2021).	8/9	88,9	1c	A
	González et al. (2021)	7/9	77,8	1c	A
	Graham et al. (2012).	7/9	77,8	1c	A
	Hsu et al. (2020)	9/9	100	1c	A
	Kerr et al. (2016)	6/9	66,7	1c	A
	Krabak et al. (2011)	9/9	100	1c	A
	Marshall et al. (2020)	8/9	88,9	1c	A
	Roos et al. (2015).	8/9	88,9	1c	A
	Sánchez-García, et al. (2022)	8/9	88,9	1c	A
	Vernillo et al. (2016)	9/9	100	1c	A
	Viljoen et al. (2021b)	9/9	100	1c	A
Wu et al. (2021)	8/9	88,9	1c	A	
De cohorte	Daoud et al. (2012)	9/11	81,8	1b	A
	Hespanhol et al. (2017).	11/11	100	1b	A
	Rauh (2014).	11/11	100	1b	A
	Rauh et al. (2006).	9/11	81,8	1b	A
	Viljoen et al. (2021a)	11/11	100	1b	A

Características metodológicas y variables de estudio

De los 19 artículos, 10 trataban sobre eventos o entrenamiento de carreras de trail running, 8 sobre cross-country running o campo a través, y 1 sobre orientación. (Tabla 2). En cuanto al lugar, en Estados Unidos se destaca la celebración de carreras de cross-country. Las competiciones de trail running se han reportado en España, Italia, Mongolia, Sudáfrica, Países Bajos, Suiza o Taiwán. La distancia registrada también es muy variable. Los eventos de trail running oscilaron entre 5km y 100km en una o varias etapas. En cross-country, varios estudios no especificaban distancias, y los que lo hacían, mostraban distancias por debajo de los 18 km en competiciones.

Características de las lesiones

La lesión deportiva se define como la que ocurre cuando los atletas están expuestos a la práctica del deporte y se produce alteración o daño de un tejido, afectando el funcionamiento de la estructura (Osorio et al., 2007).

Tabla 2.

Las características metodológicas de los artículos incluidos.

Artículo	Diseño	Muestra	Lugar	Tipo
Chandran et al. (2021a)	Transversal retrospectivo	88 corredores masculinos	Estados Unidos	E/C
Chandran et al. (2021b)	Transversal retrospectivo	107 corredoras universitarias	Estados Unidos	E/C
Daoud et al. (2012)	Cohorte retrospectivo	52 corredores	Estados Unidos	E/C
Gajardo et al. (2021)	Transversal retrospectivo	654 corredores (36,2 años)	No se describe	C
González et al. (2021)	Transversal retrospectivo	4831 corredores (18 a 72 años)	Castilla y León (España)	C
Graham et al. (2012)	Transversal prospectivo	11 corredores (33 años)	Desierto de Gobi (Mongolia)	C
Hespanhol et al. (2017)	Cohorte prospectivo	223 corredores de trail running (23 a 47 años)	Países bajos	E
Hsu et al. (2020)	Transversal retrospectivo	709 corredores	Taiwán	C
Kerr et al. (2016)	Transversal retrospectivo	Universitarios	Estados Unidos	E/C
Krabak et al. (2011)	Transversal prospectivo	396 corredores (18 a 64 años)	Varios lugares del mundo	C
Marshall et al. (2020)	Transversal retrospectivo	681 estudiantes	Estados Unidos	E/C
Rauh (2014)	Cohorte prospectivo	421 atletas (15,6 años)	Estados Unidos	E/C
Rauh et al. (2006)	Cohorte prospectivo	421 atletas	Estados Unidos	E/C
Roos et al. (2015)	Transversal retrospectivo	31 atletas (18 a 19)	Suiza	E/C
Sánchez-García et al. (2022)	Transversal retrospectivo	51 corredores (15 a 22 años)	Competiciones internacionales	E/C
Vernillo et al. (2016)	Transversal prospectivo	77 corredores (18 a 90 años)	Italia	C
Viljoen et al. (2021a)	Cohorte prospectivo	152 corredores	Sudáfrica	E/C
Viljoen et al. (2021b)	Descriptivo transversal	305 corredores (38,3 años)	Sudáfrica	C
Wu et al. (2021)	Transversal retrospectivo	2113 jóvenes corredores	Estados Unidos	E

E: Entrenamiento; C: Competición.

Resultados

Prevalencia de lesiones en carreras de trail running

La prevalencia de lesiones se ha descrito en función de la región anatómica o según el diagnóstico de lesión, incluso según el tipo de tejido afectado (Tabla 3). Así, en función de la región anatómica, las lesiones más prevalentes son, en primer lugar, en el tobillo con un 49,5% y 32% en diferentes estudios (Sánchez-García et al., 2022 y González et al., 2021). La rodilla ha sido otra de las regiones más reportadas, ocupando la primera posición entre las lesiones musculoesqueléticas, como en el estudio de Gajardo et al. (2021) con una prevalencia del 34,9% en hombres y un

30% en mujeres; según Hsu et al. (2020) con un 38%, y para Viljoen et al. (2021a, 2021b) con un 29,8% y 26,5%, respectivamente (Tabla 3). Otra de las áreas del cuerpo que se ha informado consistentemente como una de las tres primeras en cuanto a lesiones es la región inferior de la pierna. Diversos estudios han arrojado cifras como el 32% (Hsu et al., 2020), 20,3% (Hespanhol et al., 2017) y 18,0% (Viljoen et al., 2021a). Además, las lesiones en el pie también son comunes entre los corredores de trail running, tal como lo señalan Krabak et al. (2011), quienes reportaron un porcentaje del 73,7%. En investigaciones más recientes, Hsu et al. (2020) y Viljoen et al. (2021b) documentaron tasas del 16% y 16,7%, respectivamente, en relación a lesiones en el pie.

Con respecto al diagnóstico, las lesiones musculoesqueléticas más reportadas son las tendinopatías, con un 27,8% (Viljoen et al., 2021a) y 18,9% (Sánchez-García et al., 2022). La lesión del tendón de Aquiles (12,8%), también ha sido una de las más prevalentes (Hespanhol et al., 2017), así como los esguinces articulares, con una prevalencia del 43,2% (Sánchez-García et al., 2022), y 20,5% (Viljoen et al., 2021a). Concretamente, el esguince de tobillo es el que más se ha descrito, con valores de 28,6% (Vernillo et al., 2016). Asimismo, las lesiones de tipo muscular tienen una gran prevalencia, con valores del 20,5% (Viljoen et al., 2021a) y del 6,3% (Sánchez-García et al., 2022). Entre las alteraciones de la piel, las ampollas en los pies y a larga exposición durante la carrera han sido las de mayor prevalencia, con 16,2% de causa mayor y 57,8% de causa menor (Krabak, et al., 2011).

Prevalencia de lesiones en Cross-Country y carreras de orientación

Las lesiones con mayor prevalencia según el diagnóstico han sido las afecciones inflamatorias para Chandran et al. (2021a, 2021b) y Kerr et al. (2016) con un 20,2% y 18,1% en hombres y un 33,6% y 23,8% en mujeres, respectivamente. En corredores de orientación, la inflamación y el dolor son las lesiones más prevalentes (75,41%), seguido de los esguinces (8,2%) y dislocaciones (8,2%) (Roos et al., 2015). En esta línea, otra de las lesiones más comunes entre los corredores de cross-country fueron los esguinces y las contracturas. Así, se reportaron datos de prevalencia de esguinces del 11,5% (Chandran et al., 2021a), o un 22,0% (Wu et al., 2021). Las contracturas presentan datos del 18,7% (Chandran et al., 2021a), y hasta un 21,5% (Daoud et al., 2012).

Por último, en cuanto a la región anatómica, los lugares de lesión más prevalentes para estos corredores fueron la parte inferior de la pierna, rodilla, tobillo y pie, con valores de 29,1%, 14,6%, 12,1% y 12,1%, respectivamente (Chandran et al., 2021a).

Tabla 3.

Características de las lesiones descritas en los artículos incluidos.

Artículo	Distancia	Lesiones más frecuentes	Prevalencia	Incidencia
Chandran et al. (2021a)	NE	Esguinces de tobillo (8,2%); síndrome de estrés de la tibia medial (6,6%).	SD: Total 364; Inflamación 30,2%, contractura 18,7%, esguinces 11,5% SA: parte inferior pierna 29,1%, tobillo	TGL: 4,01/1000 EA TSD: Esguinces tobillo: 3,31/10000 EA.

			12,1%, pie 12,1%	
Chandran et al. (2021b)	NE	Síndrome de estrés de la tibia medial (10,0%); esguinces de tobillo (4,2%)	SD: Total 429, inflamación 33,6%, contractura 17,7%, fractura 9,1% SA: parte inferior pierna 30,3%, pie 18,2%, muslo 14%	TDL: 3,96/1000 EA. TSD: Esguinces tobillo: 1,66/10000 EA.
Daoud et al. (2012)	Entre 800m y 10km	Tendinopatías, fascitis plantar, reacciones de estrés y fracturas por estrés	SD: contractura 21,5%, síndrome de tensión tibial medial 13,8%, dolor de rodilla 7,7%	LL: por estrés repetitivo 3,19/10000 millas (RFS); 1,25/10000 millas (FFS) LMG: por estrés repetitivo 8,66/10000 millas (RFS); 5,0/10000 millas (FFS)
Gajardo et al. (2021)	11-18-24-45-63 km y una Travesía Crossing de 23 km y 22 km en dos días	Dolor, rigidez, hinchazón	SA: Rodilla H 34,9%, M 30%; parte inferior de la pierna H 14,3%, M 8,6%; tobillo H 16,7%, M 11,4%	No se describe en el estudio
González et al. (2021)	20 a 42 km. Distancia media: 28 km	Musculo-esqueléticas	SA: tobillo 32%, rodilla 14%, pie/dedos de los pies 11%	TGL: 1,6/1000h
Graham et al. (2012)	150 millas en 7 días	Lesiones menores por abrasión en extremidades inferiores, deshidratación y estrés por calor.	SD: Agotamiento por calor, daño en la piel, ampollas en los pies, dolor o falta de movilidad articular de rodillas, dolor del tendón de Aquiles y en la espinilla. SA: Parte inferior pierna 25%, rodilla 18%, pies 14,88%	No se describe en el estudio
Hespanhol et al. (2017)	33,6 km/semana	Trastornos del sistema musculo-esquelético o conmociones cerebrales	SD: tendón de Aquiles 12,8%, muscular en pantorrilla 10,7%, dolor de rodilla no diagnosticado 8,7%	TGL: 10,7/1000 h de carrera.
Hsu et al. (2020)	Minimaratón: 5km; Media maratón: 21 km; Maratón: 43 km	Músculo-esqueléticas en extremidades inferiores	SA: Rodilla 38%, pantorrilla 32% muslo 20%	En la pantorrilla (+18%), muslos (+12%) y pies (+6%), que el valor de maratón de referencia.
Kerr et al. (2016)	M: 5-6 km. H: 8-10 km	Esguinces de tobillo, tendinitis parte inferior de la pierna, distensiones de muslo	SA: Parte inferior de la pierna H 35,2%, M 23,5%; Tobillo H 13%, M 5%; Pie H 15,7%, M SD: Inflamación H 18,1%, M 23,8%; Distensión H 19,9%, M 5,8%; Tendinitis H 13,4%, M 9,6%	TGL: H 4,66/1000 AE; M: 5,85/1000 AE
Krabak et al. (2011)	240 km en 7 días por etapas (4 etapas/día = 40 km/día)	Bursitis, esguince, distensión, tendinitis.	SA: extremidad inferior 92,6%, en el pie 73,7%, parte inferior de la pierna 8,6%.	TGL: 3,8/corredor y de 65/1000 h de carrera.
Marshall et al. (2020)	NE	Esguince/distensión del muslo/cadera/ingle; Esguince/distensión del tobillo.	SA: rodilla 21,4%, tobillo 20,4% pantorrilla 17,5%. SD: Esguince o distensión 43,6%, tendinopatía 18,5%, dolor en general 9,5%	No se describe en el estudio
Rauh (2014)	NE	Lesión muscular, articular u ósea reportada de la espalda baja o extremidad inferior	SA: Total 67; rodilla 28,4%, espinilla 28,4%, cadera o tensor de la fascia lata 13,4%	TGL: 9,41/1000 AE
Rauh et al. (2006)	NE	Lesión muscular, articular u ósea reportada de la espalda baja o extremidad inferior	No se describe en el estudio	TGL: 17,0/1000 AE
Roos et al. (2015).	NE	Inflamación y dolor, esguince, dislocación, fractura, laceración, moretones	SD: Inflamación y dolor 75,41%, esguince 8,20%, dislocación 8,20%. SA: Rodilla 32,79%, parte inferior pierna 21,31%, tobillo 18,3%	TGL: 2,18 ± 2,13/1000 h de entrenamiento.
Sánchez-García et al. (2022)	NE	92% de las lesiones se produjeron en la parte inferior del cuerpo	SD: Esguince articular 43,2%, tendinopatía 18,9%, lesión muscular 6,3%. SA: Tobillo 49,5%, rodilla 17,9%, parte inferior pierna 9,5%	TGL: H 2,2 ± 1,8 lesiones por 1000 h de práctica. M 1,8 ± 1,3 lesiones por 1000 h de práctica
Vernillo et al. (2016)	65km	Fascitis plantar, esguince tobillo, tendinopatías tendón de Aquiles, esguinces rodilla, lesión muslo	Enfermedades médicas 50,3%, lesiones musculo-esqueléticas 32,8%, Trastornos piel 16,9%	Ratio lesiones/enfermedades totales: 1,9/corredor y 187,9/1000 h de carrera
Viljoen et al. (2021a)	M: 59,1 km cada dos semanas. H: 73,2 km cada dos semanas	Tendinopatías, lesiones musculares y esguinces articulares	SA: rodilla 29,8%, parte inferior pierna 18,0%, pie: 13,7%. SD: tendinopatías 27,8%, lesiones musculares 20,5%, esguince articular 8,8%	TGL: 19,6/1000 h de carrera. H: 12,7/1000 h M: 3,1/1000 h
Viljoen et al. (2021b)	38 km, 65km o 100 km	Tendonopatías, conmoción cerebral, fracturas, laceraciones	SA: rodilla 26,5%, tobillo 21,6%, pie 16,7% STA: músculo o tendón 44,1%, hueso 9,8%, articulación 19,6%	Incidencia lesiones anual retrospectiva: 49,5/1000 horas de carrera
Wu et al. (2021)	Niñas: 17,1-17,7 km. Niños: 16,1-16,7 km	Esguince de tobillo, dolor patelofemoral, calambres en las piernas	SD: esguince tobillo 22%, dolor patelofemoral 12,9%, distensión de isquiotibiales 7,7%	No se describe en el estudio

NE: No se especifica; SD: Según diagnóstico; SA: Según región anatómica; STA: Según tejido afectado; TGL: Tasa general de lesiones; TSD: Tasa según diagnóstico; RFS: parte trasera de la planta del pie; FFS: parte delantera de la planta del pie; LL: Lesiones leves; LMG: Lesiones moderadas y graves; H: Hombres; M: Mujeres; AE: Exposiciones deportivas

Datos de incidencia de lesiones para todas las modalidades

La tasa general de lesiones en los estudios con corredores de trail running reportada es variada, así González et al. (2021), informa de 1,6 lesiones/1000h de exposición; Sánchez-García et al. (2022) de 1,8 lesiones para hombres y 1,3 para mujeres por 1000h de práctica. Otros autores reportan una incidencia ligeramente mayor: 10,7/1000 h de carrera (Hespanhol et al., 2017), 65/1000 h de carrera (Krabak, et al., 2011) y 187,9/1000 h de carrera (Vernillo et al., 2016).

Para las lesiones en corredores masculinos de cross-country, Chandran et al. (2021a) presentaron datos de 4,01/1000 de exposiciones deportivas (AE), y Kerr et al. (2016) con 4,66/1000 AE. En mujeres, según Chandran et al. (2021b) se obtienen valores de 3,96/1000 AE, y Kerr et al. (2016) indican 5,85/1000 AE. Por otro lado, las tasas generales de lesiones van desde 9,41/1000 AE (Rauh, 2014) a 17,0/1000 AE (Rauh, et al., 2006). La tasa de incidencia de lesiones en corredores de orientación es de $2,18 \pm 2,13/1000$ h de entrenamiento (Roos et al., 2015).

Discusión

El objetivo de este estudio fue identificar las lesiones más comunes entre corredores de trail running, comparándolas con las lesiones en corredores de cross-country y carreras de orientación, y analizar su prevalencia. En este sentido, las lesiones más comunes se pueden diferenciar según la región anatómica, el diagnóstico y la prevalencia.

Prevalencia de lesiones según región anatómica

En las tres modalidades de carrera, las lesiones más reportadas fueron en las extremidades inferiores (Viljoen et al., 2012a, 2012b; González et al., 2021; Hsu et al., 2020; Sánchez-García et al., 2022; Roos et al., 2015; y otros), identificadas como lesiones de carácter leve (González et al., 2021; Vernillo et al., 2016) o de naturaleza menor (Krabak et al., 2011), en el caso de las carreras de trail running. Otras revisiones orientadas a esta modalidad coinciden con la localización anatómica descrita anteriormente, mostrando mayor tasa de lesiones en las extremidades inferiores (Van Gent et al., 2007; Viljoen et al., 2021c). La rodilla fue uno de los lugares con mayor prevalencia para ambas modalidades. Para corredores de trail running, la rodilla ha sido la región más reportada entre las lesiones musculoesqueléticas, en estudios como el de Hsu et al. (2020) con un 38%; Gajardo et al. (2021), con 34,9% en hombres y un 30% en mujeres; para Viljoen et al. (2021a, 2021b) con un 29,8% y un 26,5%, respectivamente. Datos coincidentes con estudios similares, que también se concluye que uno de los sitios más comunes de lesiones fue la rodilla (Van Gent et al., 2007; Viljoen et al., 2021c).

Además, la región del tobillo fue otra de las más prevalentes para corredores de trail running, con valores entre el 49,5% y 54,3% para González et al. (2021) y Sánchez-García, et al. (2022), respectivamente. Incluso, en la mayoría de los estudios reportaban lesiones en tobillo con mayor

frecuencia que otras zonas del cuerpo. No obstante, esto se contradice con Van Gent et al. (2007), siendo la lesión en tobillo y cadera/pelvis las menos frecuentes entre sus estudios. Las lesiones en parte inferior de la pierna ha de ser considerada en corredores de trail running, en donde se observa que la prevalencia varía de 8,6% (Krabak et al., 2011), hasta el 32% (Hsu et al., 2020). Por otro lado, el pie también ha sido un lugar común de lesión para corredores de trail running con valores similares, entre el 11% y 16% como indican Gajardo et al. (2021), González et al. (2021), Hespanhol et al. (2017), Hsu, et al. (2020) o Viljoen, et al. (2021b). Los datos mostrados anteriormente sobre corredores de trail running, concuerdan con los reportados por corredores de cross-country y orientación, pues en cuanto a la región anatómica, los lugares de lesión más prevalentes en estas modalidades fueron la parte inferior de la pierna, rodilla, tobillo y pie. Los valores más altos identificados fueron de hasta 30,3% para la parte inferior de la pierna (Chandran et al., 2021b), 32,79% para la rodilla, un 18,03% para el tobillo en corredores de orientación (Roos, et al., 2015), y un 18,03% para el pie en corredores de cross-country (Chandran et al., 2021b). Estos valores son similares a otras investigaciones como la de Van Gent et al. (2007) (del 9.0 al 32.2%).

Prevalencia de lesiones según diagnóstico

En función del diagnóstico se reportan resultados discordantes. En carreras de trail running, según Krabak et al. (2011), la mayoría de las lesiones son trastornos relacionados con la piel (74,3%), seguido de lesiones musculoesqueléticas (18,2%) y enfermedades patológicas genéricas médicas (7,5%). Sin embargo, para Vernillo et al. (2016), el orden de prevalencia es a la inversa, siendo las enfermedades médicas más frecuentes (50,3%), luego las lesiones musculoesqueléticas (32,8%) y por último los trastornos cutáneos (16,9%). Esto puede deberse a la diferencia del tipo de prueba que se abordó en cada investigación, pues Krabak et al. (2011) se centran en una carrera por etapas de varios días, en donde la mayoría de las lesiones de la piel son ampollas y hematomas en los pies. Por otro lado, en el estudio de Vernillo et al. (2016), se estudió una carrera de 65 km en un solo día, en donde las lesiones musculoesqueléticas tenían mayor impacto que las ampollas en los pies.

Entre estos diagnósticos, las lesiones más reportadas relacionadas con la piel fueron las ampollas (Graham et al., 2012; Krabak et al., 2011; Vernillo et al., 2016), sobre todo entre corredores de montaña. Las lesiones musculoesqueléticas más comunes fueron las tendinopatías, con un 27,8% y un 18,9%, para Viljoen et al. (2021a), y Sánchez-García, et al. (2022). Así como los esguinces articulares, con una prevalencia del 43,2% para Sánchez-García et al. (2022), y un 20,5% según Viljoen et al., (2021a). Concretamente, el esguince de tobillo es el que más se ha descrito en carreras de trail running, con valores que oscilan desde 7% (Hespanhol et al., 2017), hasta 28,6% (Vernillo et al., 2016). Incluso, Sánchez-García et al. (2022) indican que el 95,1% de los esguinces articulares son de tobillos. Estos

datos coinciden con estudios en corredores de trail running que reportan las ampollas, contracturas, calambres y esguinces como las más comunes según el diagnóstico (Viljoen et al., 2021c).

Entre los corredores de cross-country, las lesiones más comunes fueron las afecciones inflamatorias, seguidas de las contracturas y esguinces. En cuanto a las afecciones inflamatorias, los valores oscilan entre sexos como indican Chandran et al. (2021a, 2021b) con un 20,2% en hombres y un 33,6% en mujeres, respectivamente, coincidiendo con Kerr et al. (2016), siendo más prevalente en mujeres (23.8%) que en hombres (18,1%). Respecto a los esguinces, de forma general los datos de prevalencia giran en torno al 11,5% (Chandran et al., 2021a); o el 7,2% (Chandran et al., 2021b). Además, los esguinces de tobillo también son muy comunes en esta modalidad, con prevalencias del 4,2% para las mujeres y el doble para los hombres con 8,2% según Chandran et al. (2021a, 2021b). Estos valores se asemejan al 9,3% observado en Marshall et al. (2020). No obstante, Wu et al. (2021) muestra valores más altos para las mujeres (22,5%) que para los hombres (21,6%) para el esguince de tobillo, aunque en este caso los valores son semejantes entre sexos. En cambio, las contracturas presentan prevalencias algo mayores que los esguinces, en corredores de cross-country con datos de 5,8% en mujeres según Kerr et al. (2016); hasta el valor más alto de 21,5% según Daoud et al. (2012).

Prevalencia de lesiones según tejido afectado y tipo de lesión

En cuanto al tipo de tejido afectado, varios estudios sobre trail running y cross-country coinciden en que el músculo, tendón y ligamentos son los más lesionados (Viljoen et al., 2021b; Hespagnol et al., 2017; Marshall, et al., 2020). Así lo muestran los datos de prevalencia del 27,7% en músculo, 23,6% en tendón y 7,44% en ligamentos según Hespagnol et al. (2017); o del 44,1% para músculo o tendón y el 19,6% en ligamentos para Viljoen et al. (2021b). Esto puede deberse a que los tejidos con un riego sanguíneo deficiente, como ligamentos, tendones y cartílagos, corren un riesgo particular al adaptarse más lentamente que los músculos al aumento de la tensión (Walther et al., 2005).

Por otro lado, se considera que los corredores de montaña están expuestos a un gran estrés mecánico, especialmente en las secciones de descenso, incrementando el riesgo de lesiones óseas por sobrecarga (Giandolini et al., 2016). En esta revisión las lesiones óseas no han sido las más prevalentes entre corredores por montaña, aunque se han reportado datos sobre lesiones óseas por uso excesivo del 2,9% (Viljoen et al., 2021a), un 4,2% (Sánchez- García et al., 2022) para fracturas óseas, o con valores del 5,37% (Hespagnol et al., 2017) al 9,8% (Viljoen et al., 2021b) en lesiones que involucran el tejido óseo.

En relación con lo anterior, la prevalencia de lesiones por sobrecarga fue mayor que en lesiones agudas, con valores de 17,7% y 4,1% en carreras de trail running (Hespagnol et al., 2017), del 72,13% y 27,87% en orientación

(Roos et al., 2015) y del 52,5% de lesiones por uso excesivo en corredores de cross-country (Wu et al., 2021). Resultados acordes con otros estudios sobre lesiones (Walther et al., 2005; Van der Worp et al., 2015), en donde se especifica que las lesiones por uso excesivo del sistema musculoesquelético generalmente ocurren cuando una estructura se expone repetidamente a fuerzas de carga. De esta forma, Daoud et al. (2012) indica que el tipo de impacto, el sexo, la distancia de la carrera y el promedio de km por semana se correlacionan con las tasas de lesiones repetitivas en corredores de cross-country.

Tasa de incidencia de lesiones general

En cuanto a la tasa general de lesiones, los datos registrados varían en las carreras de trail running, desde 1,6 lesiones/1000h de exposición (González et al., 2021), hasta 4285,0/1000h de carrera (Vernillo et al., 2016). Ambos rangos coinciden con otras revisiones como la de Viljoen et al. (2021c).

Si comparamos la incidencia de lesiones por sexo, algunos estudios concluyen que sí existen diferencias, sobre todo entre los corredores de cross-country. De esta forma, según Kerr et al. (2016), la tasa de lesiones de las mujeres en general fue 1,25 veces mayor que la de los hombres, coincidiendo con otros autores (Rauh et al., 2006; Rauh, 2014; Wu et al., 2021). En este sentido, correr más tiempo en terrenos en pendientes e irregulares se asociaron con un mayor riesgo de lesiones para mujeres jóvenes que practican cross-country (Rauh, 2014). Esto puede atribuirse a una combinación de factores fisiológicos, biomecánicos y comportamentales que varían entre hombres y mujeres, por ejemplo, diferencias en la estructura ósea, la distribución de la masa muscular, la biomecánica, las hormonales, la percepción del esfuerzo y la gestión del riesgo.

En contraposición, estos datos no coinciden con los resultados de otros estudios como el de Van der Worp et al. (2015) sobre lesiones en corredores, donde se concluye que, en general, las mujeres tenían un riesgo menor que los hombres de sufrir lesiones relacionadas con la carrera. En esta línea, otros estudios en corredores de trail running demuestran que la incidencia de lesiones es mucho mayor en hombres (12,7/1000 h de carrera) que en mujeres (3,1/1000h de carrera) (Viljoen et al., 2021a). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sánchez-García et al. (2022), en donde los hombres muestran incidencias de lesiones de práctica mayores que las mujeres ($2,2 \pm 1,8/1000$ h de práctica vs $1,8 \pm 1,3/1000$ h). Incluso, según Hespagnol et al. (2017) la tasa de lesiones es mayor en hombres (11,3 RRI) que en mujeres (9,1 RRI). Por tanto, los datos permiten concluir que las corredoras femeninas de cross-country tienen mayores tasas de lesiones en comparación con los hombres, al contrario que los corredores masculinos de trail running, con mayores tasas de lesiones que las mujeres. Por otro lado, Chandran et al. (2021a; 2021b), exponen que las lesiones específicas de tobillo en corredores de cross-country, tenían mayor incidencia en hombres que en mujeres. En contraposición, en el estudio realizado por Marshall et

al. (2020), se observó que las partes del cuerpo lesionadas y los diagnósticos eran similares entre sexos, para cross-country. En cambio, en otros estudios sobre corredores de trail running, como indican Gajardo et al. (2021), no se encontraron diferencias significativas en lesionados y no lesionados por sexo, edad, IMC y distancia de competencia. No obstante, según Hsu et al. (2020), los hombres demostraron un mayor riesgo de lesión en el muslo que las mujeres, así como los corredores con menor peso, respecto a los de mayor peso.

En definitiva, los corredores de cross-country revelan incidencias de lesiones más bajas que los otros corredores incluidos en esta investigación, con valores desde 3,96/1000 exposiciones (Chandran et al., 2021b) hasta las 17,0 lesiones por 1000 exposiciones (Rauh et al., 2006). En cambio, la tasa de lesiones de los corredores de trail running es mayor, con valores que oscilan desde 1,6/1000 h de exposición (González et al., 2021), hasta los 4285,0/1000 h de carrera (Vernillo et al., 2006).

Conclusiones

Las lesiones más frecuentes se categorizan por ubicación anatómica y tipo de tejido afectado. En carreras de trail running, las lesiones predominantes se sitúan en extremidades inferiores, especialmente en rodilla y tobillo. En corredores de cross-country, las prevalencias en rodilla y tobillo son comparables, mientras que en orientación se reporta mayor prevalencia de lesiones en rodilla y menor en tobillo. En términos de diagnóstico, las tendinopatías, esguinces (principalmente de tobillo) y contracturas prevalecen en todas las modalidades. Muscular, tendinoso y ligamentoso son los tejidos más afectados. Lesiones por sobreesfuerzo superan a las agudas. En cuanto a incidencia, en trail running, las tasas van de 1,6 a 187,9/1000 h de carrera, mientras que en cross-country son más bajas, de 3,96 a 17/1000 exposiciones. Concluimos que las carreras de trail running presentan mayor incidencia de lesiones en comparación con el cross-country, si bien la prevalencia según ubicación anatómica y diagnóstico es similar en todas las modalidades.

Los resultados de esta revisión tienen importantes implicaciones clínicas para los profesionales de la salud y los entrenadores que trabajan con corredores de diferentes modalidades. La identificación de las lesiones más comunes, su prevalencia y su incidencia en corredores de trail running, cross-country y orientación permite una comprensión más profunda de los riesgos específicos asociados con cada disciplina. Estos hallazgos pueden guiar la toma de decisiones en la prevención, el manejo y la rehabilitación de lesiones en atletas de estas modalidades, así como en la planificación de programas de entrenamiento personalizados. Por ejemplo, al conocer las áreas de mayor vulnerabilidad y las lesiones típicas, los profesionales de la salud pueden diseñar estrategias de prevención y ejercicios específicos para fortalecer los grupos musculares relevantes y mejorar la técnica de carrera en terrenos particulares.

Esta revisión también tiene un valor significativo para la

comunidad deportiva en general, al proporcionar una visión más completa de los riesgos asociados con las diferentes modalidades de carrera. Los entrenadores y atletas pueden utilizar estos resultados para tomar decisiones informadas sobre la planificación del entrenamiento, la elección de terrenos y la preparación física en función de las lesiones más comunes y sus factores de riesgo.

No obstante, es importante tener en cuenta las limitaciones del estudio. Una limitación potencial fue la variabilidad en la definición de las lesiones y la falta de estandarización en la clasificación de lesiones entre los estudios incluidos. Además, la calidad y representatividad de los datos pueden variar, lo que podría influir en la precisión de las tasas de prevalencia e incidencia reportadas. La heterogeneidad en la población de corredores, los métodos de recopilación de datos y la duración de los estudios también podrían influir en la comparabilidad de los resultados. Asimismo, las diferencias en la metodología entre los estudios podrían limitar la generalización de los resultados a todas las poblaciones de corredores.

Basado en las conclusiones de este estudio, las futuras investigaciones podrían enfocarse en identificar factores de riesgo específicos que contribuyen a las lesiones prevalentes en distintas modalidades de carrera, como el trail running, cross-country y orientación, así como analizar en profundidad las técnicas de entrenamiento y programas de rehabilitación para reducir la incidencia y mejorar la recuperación de estas lesiones. Además, sería valioso realizar un seguimiento a largo plazo de corredores para comprender el impacto a lo largo de sus carreras. La estandarización de datos y la evaluación de intervenciones preventivas específicas también son áreas de investigación prometedoras, al igual que el desarrollo de perfiles de riesgo individualizados para guiar la planificación del entrenamiento.

Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés.

Referencias

- Babí, J., Soler, S., Inglés, E., & Labrador, V. (2021). Historia y proceso de ordenación de las carreras en la montaña en España. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 17(64), 140-159. <https://doi.org/10.5232/ricyde2021.06403>
- Basantes, O. P., & Sotomayor Mosquera, P. R. (2020). Efectos del trail running en la resistencia aerobia de atletas inexpertos del Club A2 Aventura. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 25(266), 78-86. <https://doi.org/10.46642/efd.v25i266.2337>
- CEBM. (2009). *Oxford Centre for Evidence-based Medicine (CEBM)*. Centre for Evidence Based Medicine – Levels of Evidence. <https://www.cebm.ox.ac.uk/resources/levels-of-evidence/oxford-centre-for-evidence-based-medicine-levels-of-evidence-march-2009>

- Centre for Reviews and Dissemination. (2009). *Systematic Reviews: CRD Guidance for undertaking reviews in health care*. University of York. http://www.york.ac.uk/inst/crd/pdf/Systematic_Reviews.pdf.
- Chandran, A., Morris, S. N., Boltz, A. J., Robison, H. J., & Collins, C. L. (2021a). Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Men's Cross-Country: 2014–2015 Through 2018–2019. *Journal of Athletic Training*, 56(7), 629-635. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-394-20>
- Chandran, A., Morris, S. N., Boltz, A. J., Robison, H. J., & Collins, C. L. (2021b). Epidemiology of Injuries in National Collegiate Athletic Association Women's Cross-Country: 2014–2015 Through 2018–2019. *Journal of Athletic Training*, 56(7), 622-628. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-395-20>
- Daoud, A. I., Geissler, G. J., Wang, F., Saretsky, J., Daoud, Y. A., & Lieberman, D. E. (2012). Foot strike and injury rates in endurance runners: a retrospective study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(7), 1325-1334. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182465115>
- Gajardo, R., Monrroy-Uarac, M., Barría-Pailaquilén, R. M., Norambuena-Noches, Y., Van Rensburg, D. C., Bascour-Sandoval, C., & Besomi, M. (2021). Frequency of injury and illness in the final 4 weeks before a trail running competition. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), 5431. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105431>
- González-Lázaro, J., Arribas-Cubero, H. F., & Rodríguez-Marroyo, J. A. (2021). Musculoskeletal injuries in mountain running races: A 5 seasons study. *Injury*, 52(4), 747-749. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.10.045>
- Graham, S. M., McKinley, M., Chris, C. C., Westbury, T., Baker, J. S., Kilgore, L., & Florida-James, G. (2012). Injury occurrence and mood states during a desert ultramarathon. *Clinical journal of sport medicine*, 22(6), 462-466. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182694734>
- Hespanhol, L. C., Van Mechelen, W., & Verhagen, E. (2017). Health and economic burden of running-related injuries in dutch trailrunners: a prospective cohort study. *Sports Medicine*, 47(2), 367–377. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0551-8>
- Hoffman, M. D., & Wegelin, J. A. (2009). The Western States 100-Mile Endurance Run: participation and performance trends. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(12), 2191–2198. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a8d553>
- Hoffman, M. D., Ong, J. C., & Wang, G. (2010). Historical analysis of participation in 161 km ultramarathons in North America. *The International journal of the history of sport*, 27(11), 1877-1891. <https://doi.org/10.1080/09523367.2010.494385>
- Hsu, C. L., Yang, C. H., Wang, J. H., & Liang, C. C. (2020). Common running musculoskeletal injuries and associated factors among recreational gorge marathon runners: An investigation from 2013 to 2018 Taroko Gorge marathons. *International journal of environmental research and public health*, 17(21), 8101. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218101>
- ITRA. (2021). *ITRA: International Trail Running Association*. Discover Trail-Running. <https://itra.run/About/DiscoverTrailRunning>
- Kerr, Z. Y., Kroshus, E., Grant, J., Parsons, J. T., Folger, D., Hayden, R., & Dompier, T. P. (2016). Epidemiology of National Collegiate Athletic Association men's and women's cross-country injuries, 2009–2010 through 2013–2014. *Journal of athletic training*, 51(1), 57-64. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.1.10>
- Krabak, B. J., Waite, B., & Schiff, M. A. (2011). Study of injury and illness rates in multiday ultramarathon runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(12), 2314-2320. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318221bfe3>
- Llopis-Goig, L., & Vilanova, A. (2015). *A Sociological Analysis of the Evolution and Characteristics of Running Across Europe: The Rise and Size of One of the Largest Sport Markets*. Palgrave Macmillan.
- Marshall, A. N., Valovich McLeod, T. C., & Lam, K. C. (2020). Characteristics of injuries occurring during cross-country: a report from the athletic training practice-based research network. *Journal of athletic training*, 55(12), 1230-1238. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-541-19>
- Mocanu, P. (2015). Risks and benefits in practicing trail running. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series IX: Sciences of Human Kinetics*, 8(2), 65-80.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA, Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *PLoS medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Moola, S., Munn, Z., Tufanaru, C., Aromataris, E., Sears, K., Sftcu, R., & Mu, P. F. (2020). Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. In M. Z. Aromataris E, *JBI Manual for Evidence Synthesis*.
- Munn, Z., Moola, S., Lisy, K., Riitano, D., & Tufanaru, C. (2015). Methodological guidance for systematic reviews of observational epidemiological studies reporting prevalence and incidence data. *International Journal of Evidence Based Healthcare*, 13(3), 147–153. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000054>
- Osorio, J., Clavijo, M., Arango, E., Patiño, S., & Gallego, I. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, 20(2), 167-177.
- Puigarnau, S., Rosselló, L., Foguet, O. C., & Balcells, M. C. (2021). Creación y Validación del Instrumento «AECM» Análisis de la Estrategia en Carreras por Montaña. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (39), 177-181. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.72111>

- Rauh, M. J. (2014). Summer training factors and risk of musculoskeletal injury among high school cross-country runners. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 44(10), 793-804. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.5378>
- Rauh, M. J., Koepsell, T. D., Rivara, F. P., Margherita, A. J., & Rice, S. G. (2006). Epidemiology of musculoskeletal injuries among high school cross-country runners. *American Journal of Epidemiology*, 163(2), 151-159. <https://doi.org/10.1093/aje/kwj022>
- RFEA. (2021). *RFEA: Real Federación Española de Atletismo. Trail running. Reglamento de Trail Running*. https://www.rfea.es/normas/pdf/reglamento2021/05_ReglamentoTrailRunning.pdf
- Roos, L., Taube, W., Zuest, P., Clénin, G., & Wyss, T. (2015). Musculoskeletal Injuries and Training Patterns in Junior Elite Orienteering Athletes. *Biomed Research International*, 259531-259531. <https://doi.org/10.1155/2015/259531>
- Sánchez-García, L. F., Penichet-Tomas, A., Pueo, B., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2022). Injury Incidence and Pattern in Elite Young Male and Female Trail Runners. *Applied Sciences*, 12(3), 1155. <https://doi.org/10.1155/2015/259531>
- Seguí, J., Inglés, E., Labrador, V., & Fariás, E. (2016). Carreras (de o por) montaña o trail running. El reconocimiento de la modalidad deportiva. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (30) 162-167. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i30.39868>
- Sousa, M. M., Navas, P. Z., Laborde, M. M., Alfaro, J. J., & Carrascosa, P. U. (2012). Niveles de evidencia clínica y grados de recomendación. *Revista de la Sociedad Andaluza de Traumatología y Ortopedia*, 29(1), 59-72.
- Urbaneja, J. S., & Fariás, E. I. (2018). El trail running (carreras de o por montaña) en España. Inicios, evolución y (actual) estado de la situación. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (33), 123-128. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.56462>
- Van der Worp, M. P., Ten Haaf, D. S., Van Cingel, R., de Wijer, A., Nijhuis-Van der Sanden, M. W., & Staal, J. B. (2015). Injuries in runners; a systematic review on risk factors and sex differences. *PLoS one*, 10(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114937>
- Van Gent, R. N., Siem, D., Van Middelkoop, M., Van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *British journal of sports medicine*, 41(8), 469-480. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- Van Poppel, D., Van der Worp, M., Slabbekoorn, A., Van den Heuvel, S. S., Van Middelkoop, M., Koes, B. W., Verhagen, A. P., & Scholten-Peeters, G. G. (2021). Risk factors for overuse injuries in short-and long-distance running: a systematic review. *Journal of sport and health science*, 10(1), 14-28. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.006>
- Vernillo, G., Savoldelli, A., La Torre, A., Skafidas, S., Bortolan, L., & Schena, F. (2016). Injury and illness rates during ultratrail running. *International journal of sports medicine*, 37(07), 565-569. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1569347>
- Viljoen, C. T., Janse Van Rensburg, D. C., Verhagen, E., Van Mechelen, W., Korkie, E., & Botha, T. (2021a). Epidemiology, clinical characteristics, and risk factors for running-related injuries among South African trail runners. *International journal of environmental research and public health*, 18(23), 12620. <https://doi.org/10.3390/ijerph182312620>
- Viljoen, C. T., Van Rensburg, D. C., Van Rensburg, A. J., Booyesen, E., Chauke, S., Coetzee, P., Hurlimann, A., Jooste, M., Nibe, Y., Schulenburg C., Korkie, E., Ramagole, D., Grant, C., & Cronje, T. (2021b). One in four trail running race entrants sustained an injury in the 12 months training preceding the 2019 SkyRun race. *Physical Therapy in Sport*, 47, 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.11.029>
- Viljoen, C. T., Van Rensburg, D. C., Verhagen, E., Van Mechelen, W., Tomás, R., Schoeman, M., Scheepers, S., & Korkie, E. (2021c). Epidemiology of injury and illness among trail runners: a systematic review. *Sports medicine*, 51(5), 917-943. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01418-1>
- Vincent, H. K., Brownstein, M., & Vincent, K. R. (2022). Injury prevention, safe training techniques, rehabilitation, and return to sport in trail runners. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e151-e162. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.032>
- Walther, M., Reuter, I., Leonhard, T., & Engelhardt, M. (2005). Injuries and overuse reactions in running. *Der Orthopade*, 34, 399-404.
- Wu, A. C., Rauh, M. J., DeLuca, S., Lewis, M., Ackerman, K. E., Barrack, M. T., Heiderscheit, B., Krabak, B. J., Roberts, W. O., & Tenforde, A. S. (2021). Running-related injuries in middle school cross-country runners: Prevalence and characteristics of common injuries. *PM&R*, 14(7), 793-780. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12649>