

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



¿En qué fase del ciclo de marcha de carrera se producen las lesiones de isquiotibiales? Revisión bibliográfica.

AUTOR: Villora García, Alejandro.

Departamento: Patología y
cirugía.

TUTOR: Ríos Serra, Jaume.

COTUTOR:

Curso académico 2024-2025.

Convocatoria de junio.

ÍNDICE.

1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. INTRODUCCIÓN.....	3
4. OBJETIVOS.....	6
5. MATERIAL Y MÉTODOS.....	7
6. RESULTADOS.....	9
7. DISCUSIÓN.....	14
8. CONCLUSIONES.....	18
9. BIBLIOGRAFÍA.....	19
10. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.....	23



1. RESUMEN.

Introducción: las lesiones de isquiotibiales son frecuentes en deportes que requieren carreras de alta velocidad. Estas lesiones afectan mayoritariamente al bíceps femoral. A pesar de que su origen es multifactorial, existe debate sobre en qué fase del ciclo de carrera se producen con mayor frecuencia.

Objetivos: determinar en qué fase del ciclo de carrera tienen lugar con mayor frecuencia las lesiones de isquiotibiales. Además de conocer los mecanismos biomecánicos implicados y proponer estrategias preventivas.

Material y métodos: se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos científicas (PubMed, Scopus, Embase, Science Direct) hasta abril de 2025. Finalmente, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se seleccionaron 9 artículos para el análisis.

Resultados: la mayoría de los estudios señalaron la fase final del balanceo como la fase de mayor riesgo de lesión, debido a la elevada activación excéntrica y tensión que soporta el bíceps femoral. Factores como la fatiga, desequilibrios musculares, alteraciones en la biomecánica y debilidad del core aumentan el riesgo. Para la prevención, el ejercicio nórdico fue una de las estrategias más respaldadas por los estudios.

Conclusiones: la evidencia señala que la fase final del balanceo durante la carrera es el momento más propenso para las lesiones de isquiotibiales. Dado el carácter multifactorial de estas lesiones, se considera crucial adaptar los programas de prevención y rehabilitación a las necesidades de cada individuo.

Palabras clave: “distensión de isquiotibiales”, “desgarro de isquiotibiales”, “rotura de isquiotibiales”, “mecanismo lesional”, “biomecánica”, “fase de lesión”, “contracción excéntrica”, “deportistas”, “deportes”, “sprint”, “aceleración”, “desaceleración”.

2. ABSTRACT.

Introduction: Hamstring injuries are common in sports that require high-speed running. These injuries mainly affect the biceps femoris. Although their origin is multifactorial, there is debate as to which phase of the running cycle they occur most frequently.

Objectives: to determine in which phase of the running cycle hamstring injuries occur most frequently. In addition to understanding the biomechanical mechanisms involved and to propose preventive strategies.

Material and methods: a literature review was carried out in scientific databases (PubMed, Scopus, Embase, Science Direct) up to April 2025. Finally, after applying the inclusion and exclusion criteria, 9 articles were selected for analysis.

Results: most of the studies pointed out the final phase of the swing as the phase with the highest risk of injury, due to the high eccentric activation and tension supported by the biceps femoris. Factors such as fatigue, muscle imbalances, alterations in biomechanics and core weakness increase the risk. For prevention, Nordic exercise was one of the strategies most supported by the studies.

Conclusions: The evidence indicates that the final swing phase during running is the most prone time for hamstring injuries. Given the multifactorial nature of these injuries, it is considered crucial to adapt prevention and rehabilitation programmes to the needs of each individual.

Keywords: 'hamstring strain', 'hamstring tear', 'hamstring rupture', 'mechanism of injury', 'biomechanics', 'injury phase', 'eccentric contraction', 'athletes', 'sports', 'sprint', "acceleration", 'deceleration'.

3. INTRODUCCIÓN.

Los isquiotibiales están formados por tres músculos principales en la parte posterior del muslo: el semimembranoso, ubicado en la zona más medial; el bíceps femoral, con sus cabezas larga y corta en la región lateral; y el semitendinoso, situado en el centro. Estos músculos tienen una gran relevancia clínica, ya que presentan una alta susceptibilidad a lesiones, especialmente en deportistas. La función principal de los músculos isquiotibiales es la flexión de rodilla y la extensión de la cadera (6).

Las lesiones por distensión de los isquiotibiales (HSI) son de las más recurrentes en deportes que requieren carrera de velocidad elevada, representando hasta un 24% de todas las lesiones en fútbol y alrededor del 17% en atletismo. Este tipo de lesión se caracteriza por un dolor agudo en la parte posterior del muslo con interrupción de las fibras musculares de los isquiotibiales, donde el contacto externo directo con el muslo se excluye como causa de lesión. En el deporte de élite, estas lesiones no solo afectan el rendimiento de los jugadores, sino que también suponen una carga económica significativa, con un promedio estimado de 90 días de baja y la pérdida de aproximadamente 15 partidos por club en cada temporada. Además, se ha reportado que más del 47% de estas lesiones ocurren durante la fase de carrera de velocidad, con una tasa de recurrencia cercana al 18% (1,2). Por lo tanto, la importancia de las lesiones de los isquiotibiales en los deportes es primordial.

El incremento en la incidencia de lesiones de isquiotibiales parece estar determinado por múltiples factores. Uno de los principales es la creciente exigencia física en la competición, donde una mayor exposición a carreras de alta velocidad aumenta el riesgo de sufrir este tipo de lesión (2). La fatiga neuromuscular es un factor de riesgo significativo para las lesiones de los isquiotibiales (HSI). Se define como la disminución de la capacidad para mantener una determinada intensidad de ejercicio o producción de potencia, causada por una carga física aguda o acumulativa, es decir, una recuperación insuficiente tras exposiciones repetidas. Además, el análisis de electromiografía

(EMG) en función de la distancia recorrida sugiere que la fatiga del bíceps femoral y del recto femoral aparece antes que, en otros músculos de las piernas, como el vasto lateral, el gastrocnemio y el tibial anterior, cuando se corre a alta velocidad (5). Por otro lado, una lesión previa en los isquiotibiales, una edad avanzada y un pico de torque elevado del cuádriceps son factores de riesgo fuertemente asociados con una lesión de isquiotibiales. Un pico de torque elevado del cuádriceps indica un desequilibrio de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales (6).

No existe un acuerdo claro sobre el mecanismo de lesión de los isquiotibiales. Según Askling et al. (3), estas lesiones pueden producirse en dos situaciones principales: durante carreras a alta velocidad o en movimientos de estiramiento. Las lesiones provocadas por carreras rápidas suelen involucrar la cabeza larga del bíceps femoral (BFlh) y, por lo general, requieren un tiempo de recuperación más corto en comparación con las lesiones por estiramiento, que afectan con mayor frecuencia al semimembranoso (SM), un fenómeno que suele presentarse en la fase final del balanceo en el ciclo de la marcha de carrera. Con la unión musculotendinosa (aponeurosis y fibras musculares adyacentes) reportada como la ubicación de lesión más común (3, 4).

La susceptibilidad de los isquiotibiales a lesionarse en carreras de alta velocidad guarda relación con las exigencias biomecánicas que soportan estos músculos. Sin embargo, aún se debate si la lesión es más probable durante la fase de apoyo o en la fase de equilibrio del ciclo de marcha de carrera (7).

La mayoría de los estudios sobre lesiones de los isquiotibiales en la carrera sugieren que estos músculos son más susceptibles a lesionarse en la fase de equilibrio tardío debido a la carga excéntrica que soportan. Sin embargo, algunas investigaciones indican que el riesgo de lesión es mayor durante la fase de apoyo (4).

Por lo tanto, si tenemos esto en cuenta, los programas de prevención de lesiones en isquiotibiales deben incluir entrenamiento excéntrico en una posición alargada, ya que mejora la fuerza, la activación neuromuscular e incrementa la longitud de los fascículos musculares. Estudios

recientes muestran que ejercicios como el ejercicio nórdico y el planeador (glider exercise) aumentan la longitud de los fascículos y reducen el riesgo de lesiones. Implementar estas estrategias puede ser clave para la prevención y rehabilitación en deportes de alta exigencia (8).



4. OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL: Analizar en qué fase del ciclo de marcha durante la carrera se producen con mayor frecuencia las lesiones de isquiotibiales, a través de una revisión bibliográfica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Identificar los mecanismos biomecánicos implicados en la lesión de isquiotibiales durante la carrera.
- Comparar los resultados de distintos estudios para entender qué factores aumentan el riesgo de lesión de isquiotibiales durante la carrera.
- Analizar que tipos de estrategias de prevención son las mas adecuadas para reducir el riesgo de lesión.



5. MATERIAL Y MÉTODOS.

Esta revisión bibliográfica es llevada a cabo con la autorización del comité de ética por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: TFG.GFL.JRS.AVG.250323

Para llevar a cabo esta revisión, se consultaron diversas bases de datos científicas reconocidas, entre ellas PubMed, Scopus, Embase y Science Direct. Se incluyeron todos los estudios disponibles hasta abril de 2025, aplicando los criterios de selección que se mencionan más adelante.

En una primera etapa, se identificaron las palabras clave más relevantes relacionadas con el tema de estudio, lo que permitió formular una estrategia de búsqueda estructurada mediante el uso de operadores booleanos OR y AND. Además, se incluyeron sinónimos de los términos principales para ampliar el alcance y recuperar un mayor número de publicaciones potencialmente útiles.

Las palabras clave de la búsqueda empleada en todas las bases fueron las siguientes: Hamstring strain, Hamstring Tear, Hamstring Rupture, Injury Mechanism, Biomechanics, Phase of Injury, Eccentric Contraction, Athletes, Sports, Sprint, Acceleration y Deceleration.

Se introdujo la ecuación de búsqueda en cada una de las bases de datos sin aplicar filtros iniciales, con el propósito de identificar la evidencia científica disponible hasta el momento sobre la temática planteada, dado que se desconocía su alcance. Esta búsqueda arrojó una gran variedad de resultados, lo que hizo necesario establecer criterios de inclusión y exclusión para reducir el número de estudios seleccionados y permitir un análisis más preciso y conciso de la literatura existente. Los criterios de inclusión utilizados en esta revisión fueron los siguientes:

Criterios de Inclusión:

1. **Población:** Deportes de carrera a alta velocidad (fútbol, atletismo, rugby, etc.).
2. **Lesión específica:** Estudios que analicen lesiones de isquiotibiales (distensión, desgarro o rotura).

3. **Idioma:** Artículos en inglés y español.

Criterios de Exclusión:

1. **Revisiones bibliográficas.**
2. **Estudios en animales:** Solo se incluyen investigaciones en humanos.
3. **Publicaciones antiguas:** Estudios previos a 2015, salvo que sean fundamentales para la revisión.



6. RESULTADOS.

Se obtuvieron un total de 849 artículos. Tras aplicar los límites de búsqueda se obtuvieron 46 artículos, que se quedaron en 41 tras suprimir los artículos duplicados. Tras aplicar el resto de los criterios de exclusión el número final de artículos seleccionado fue de 9 artículos. Se puede observar todo este proceso de manera resumida (Figura 1. Diagrama de flujo Prisma). Toda la información se encuentra con los aspectos más importantes de los artículos y de manera resumida en el apartado de anexos en la tabla resumen (Tabla 1. Resumen de la información de los artículos excluidos).

En cuanto a los artículos seleccionados, se han incluido en esta revisión un total de nueve, entre los cuales, cinco son experimentales (10, 14, 15, 16, 17) y cuatro observacionales (9, 11, 12, 13).

La calidad metodológica fue evaluada mediante la escala PEDro (Tabla 2. Resultados de la escala PEDro), a pesar de que solo el 22,2% de los artículos son ensayos aleatorizados. En el resto de los estudios se analiza la biomecánica de carrera, la actividad muscular en determinados ejercicios y músculos concretos, por lo que algunos de los ítems de la escala PEDro no es posible de obtener, ya que en este tipo de estudios con esta metodología no se puede aleatorizar la muestra y tampoco se puede cegar al evaluador, que tiene que analizar los resultados, ni a los participantes, que tienen que saber que ejercicios están realizando. Por ende, la puntuación es entre baja y moderada en la mayoría de ellos, que no quiere decir que el estudio sea de mala calidad.

Los tamaños de muestra de los artículos seleccionados oscilan entre 10 y 24 sujetos, con un total de 148 participantes entre todos los artículos finalmente seleccionados. De estos, el 91,22% fueron hombres y el 8,78% mujeres. La edad media general de todos los participantes fue de 24,23 años.

En cuanto a la metodología de los estudios el 55,5% de los estudios utilizó la electromiografía (EMG), como herramienta para el análisis de la actividad muscular de los isquiotibiales durante distintos ejercicios. Todos estos artículos midieron la actividad muscular del bíceps femoral, en concreto la cabeza larga del bíceps femoral (BFlh). Algunos midieron también la actividad de

otros músculos como el glúteo mayor, semitendinoso, vasto medial y glúteo medio. El 22,2% lo hizo en carrera (10, 14), mientras que el otro 22,2% lo realizó durante un ejercicio nórdico (11, 16). El 11,11% restante se mencionará más adelante.

Dentro del grupo del análisis en carrera, el primero de ellos (14), analizó la actividad muscular del semitendinoso y de la cabeza larga del bíceps femoral en una cinta de correr de gravedad reducida, en la que aumentaban el peso corporal hasta el 100%, además de aumentar la velocidad. Se observó que la actividad muscular máxima de los isquiotibiales laterales durante las pruebas de carrera fue similar tanto en la fase de balanceo como en la de apoyo, mientras que los isquiotibiales mediales mostraron una reducción aproximada del 20 % durante la fase de apoyo en comparación con la de balanceo. Sin embargo, el otro estudio que los analizó en carrera (10) analizó el glúteo mayor y el bíceps femoral, tras previamente inducir fatiga en el glúteo mayor mediante un ejercicio de extensión de cadera, esto indujo un cambio sinérgico causado por la fatiga del glúteo mayor, lo que en algunos sujetos aumentó la exigencia muscular del bíceps femoral.

Por otro lado, el siguiente 22,2% que utilizó EMG tuvieron diferentes formas de analizar la actividad muscular, el primero (11) analizó glúteo mayor, semitendinoso y bíceps femoral, a través de cuatro ejercicios para isquiotibiales, ejercicio nórdico (NH), cinturón ruso (RB), patada tumbada (LK) y planeador (GL). RB y GL mostraron una menor activación de los isquiotibiales. La mayor activación de los isquiotibiales se alcanzó en el NH y el LK. Aún así, estos ejercicios exigieron una activación menor al 70% comparados con la activación EMG máxima durante el sprint.

El segundo estudio, dentro de este 22,2%, realizó una contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) para normalizar la EMG, en contraposición con el anterior estudio que lo hizo a través de un sprint, y luego ejecutaron tres variaciones del ejercicio nórdico (bilateral y unilateral a 40° y unilateral a 50°) mientras se registraban la actividad EMG de BFlh y semitendinoso (ST) y el ángulo de flexión de rodilla. El %MVIC de BFlh fue significativamente mayor en el ejercicio nórdico unilateral a 40° y 50° (N40U, N50U) que en el bilateral (N40). Se observó una diferencia

significativa en el %MVIC de BFlh y el %MVIC de ST entre N40U y N50U. Los valores medios del ángulo punto de quiebre (BPA) y el ángulo de pico EMG de BFlh fueron $< 30^\circ$ para todas las variaciones del NH.

El siguiente 22,2% de los artículos finales indujeron una fatiga previa antes de analizar, aunque lo hicieron de manera diferente. El primero de ellos (12) examinó los cambios en los factores relacionados con el rendimiento en sprint y los factores de riesgo de distensión de isquiotibiales durante 72 horas tras un entrenamiento de sprints a máxima velocidad, lo que provocó un aumento significativo del dolor muscular en los isquiotibiales y una disminución temporal de la fuerza de la cadena posterior, medida con un dinamómetro en isometría, junto con un empeoramiento moderado del rendimiento en sprint a 10 y 30 metros hasta las 72 horas posteriores.

Sin embargo, el siguiente estudio (15) tuvo una metodología diferente, en el cual los participantes realizaron una simulación de un partido de fútbol de 90 minutos, evaluando antes y después de cada 15 minutos el torque voluntario máximo (MVT) y la tasa de desarrollo de torque (RTD) de los isquiotibiales, además de su rendimiento y cinemática en un sprint de 20 metros, para analizar los cambios y las relaciones entre las propiedades contráctiles de los isquiotibiales y la mecánica del tren inferior. Además, utilizó EMG para analizar los cambios en la actividad muscular. Se observó que el MVT de isquiotibiales y el rendimiento en sprint se redujeron significativamente en un 7,5 % y un 14,3 % al final de la simulación del partido de fútbol. Inesperadamente, no se observaron indicios de reducciones en el RTD. En cuanto a la EMG, hubo una disminución significativa en la actividad muscular de los isquiotibiales por la fatiga neuromuscular central, que se asocia con la reducción del MVT anteriormente mencionado. Por lo que, uniéndolo con los resultados de los estudios anteriores, obtenemos que el 100% de los estudios que utilizaron EMG para analizar la actividad de los isquiotibiales observaron una reducción de la actividad muscular tras fatiga, ya sea con un protocolo de sprints o ejercicios aislados.

Por otro lado, el 33,3% de los artículos restantes tienen una metodología distinta a las anteriores, dos de estos tres artículos tratan de ensayos aleatorizados pero diferentes entre sí. El primero de ellos (16) fue un ensayo controlado aleatorizado con 20 velocistas, donde un grupo realizó entrenamiento excéntrico específico durante 6 semanas y otro siguió su rutina habitual; se evaluaron fuerza, flexibilidad y ángulo óptimo antes y después de la intervención. El entrenamiento excéntrico específico mejoró significativamente la fuerza excéntrica (20–22%), la fuerza concéntrica (16%), la relación de fuerza entre isquiotibiales y cuádriceps (H: Q) (12%), medido a través de dinamometría isocinética, y la flexibilidad de los isquiotibiales, mientras que el grupo control mostró solo ligeros aumentos y ningún cambio significativo en la relación H: Q ni en el ángulo óptimo.

Sin embargo, el siguiente ensayo aleatorizado (17) no comparó un grupo experimental y un grupo control, si no que veinte participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de flexibilidad o de fuerza, realizando ejercicios tres veces por semana durante ocho semanas; se evaluaron la flexibilidad, la fuerza isocinética y la mecánica del sprint antes y después de la intervención para analizar cómo influían estos programas en la longitud y tensión musculotendinosa de los isquiotibiales. Se observó que el grupo de fuerza, medida con un dinamómetro isocinético, mejoró la fuerza de los isquiotibiales, incrementó la longitud óptima musculotendinosa y redujo la tensión máxima durante el sprint, pero no mostró mejoras en la flexibilidad. Por su parte, el grupo de flexibilidad mejoró el rango de movimiento (ROM), también incrementó la longitud óptima y redujo la tensión musculotendinosa, pero no presentó mejoras en la fuerza muscular.

El 11,1% restante de los artículos finales (13) tuvo una metodología muy diferente al resto, los investigadores evaluaron las características biomecánicas de la carrera de diez jugadores de rugby al inicio de la temporada y luego los siguieron a lo largo del tiempo para registrar la incidencia de lesiones en los isquiotibiales. Tres de los diez jugadores tuvieron una lesión de isquiotibiales durante una carrera, el estudio encontró que estos jugadores mostraban, durante la fase final del

balanceo al correr, una mayor inclinación lateral torácica, mayor momento de extensión de cadera y mayor absorción de energía en la rodilla.



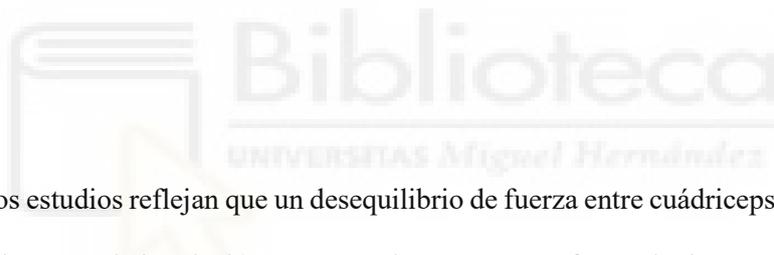
7. DISCUSIÓN.

El objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia científica de los últimos diez años en cuanto a en qué fase del ciclo de marcha durante la carrera se producen con mayor frecuencia las lesiones de isquiotibiales, con el fin de conocer las características comunes de este tipo de lesiones para poder prevenirlas, o en su defecto, saber cómo abordarlas con la mayor efectividad posible y, llevando a cabo una recuperación de lo más completa. Para alcanzar este objetivo se han evaluado 9 artículos que abordan diferentes tipos de intervenciones.

Como hemos podido observar en los estudios seleccionados coinciden en que la fase de balanceo, especialmente su parte final, es el momento de mayor riesgo para las lesiones de isquiotibiales, por encima de la fase de apoyo. A pesar de que algunos estudios sugieren que la fase de apoyo también puede contribuir al riesgo de lesión de isquiotibiales debido a las altas demandas de fuerza en la articulación de la rodilla y la cadera, principalmente durante la fase inicial del contacto con el suelo (21), la mayoría de la literatura actual coincide en que la fase final del balanceo representa el momento de mayor riesgo. Ya que, durante esta fase, los isquiotibiales actúan de forma excéntrica para desacelerar la pierna que avanza, esto implica una elongación bajo carga. Lo que está respaldado por los estudios biomecánicos y electromiográficos que muestran picos de activación y elongación muscular justo antes del contacto con el suelo (9, 10, 11).

Como hemos podido observar, este tipo de lesiones ocurren en carreras de velocidad cercanas a la velocidad máxima, por ello, según Duhig et al (20), reducir las cargas de carreras de alta velocidad en la semana previa a una lesión potencial y la gestión de las cargas de entrenamiento es crucial para la prevención de este tipo de lesiones.

Como se muestra en la introducción, otras revisiones previamente analizadas (4, 5) concuerdan con los resultados de los artículos seleccionados (12,15), la fatiga es uno de los principales factores de riesgo y produce un aumento significativo del dolor muscular en los isquiotibiales y una disminución temporal de la fuerza de la cadena posterior, junto con un empeoramiento moderado del rendimiento en sprint. Además, la fatiga puede alterar la cinemática de la carrera, aumentando la extensión de la rodilla y la flexión de la cadera durante la fase final del balanceo, lo que incrementa el riesgo de lesión. Y, como hemos vistos en algunos de los artículos seleccionados (14), el BFlh se fatiga antes que otros, como el ST o SM, debido a que los isquiotibiales mediales mostraron una reducción aproximada del 20 % durante la fase de apoyo en comparación con la de balanceo. De acuerdo con otras revisiones (18, 19) la fatiga inducida por contracciones excéntricas comprometió principalmente las propiedades mecánicas y la capacidad de carga del BFlh, lo que podría explicar la alta tasa de lesiones por distensión en este músculo.



Además, algunos estudios reflejan que un desequilibrio de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales (6), que se refleja en una baja relación H: Q, puede actuar como factor de riesgo, este estudio (25) observó que aquellos jugadores que presentaron una relación H: Q significativamente menor en la pretemporada fueron los que, posteriormente, sufrieron lesiones de isquiotibiales a lo largo de la temporada. Estos hallazgos concuerdan con este artículo (16), donde se sugiere que abordar el desequilibrio muscular es importante tanto para mejorar el rendimiento, como para prevenir lesiones. Este estudio (30) sugiere una relación H: Q entre 0.6 (60%) y 0,8 (80%) para reducir el riesgo, esto indica que la fuerza de los isquiotibiales debe estar entre el 60-80% de la fuerza de los cuádriceps.

Siguiendo con los factores de riesgo, diversos estudios aprecian que una musculatura del core débil puede influir en las lesiones de isquiotibiales. Conforme a esta revisión (26), añadir

ejercicios para fortalecer el core reduce significativamente la incidencia de lesiones en futbolistas. Asimismo, la debilidad de esta musculatura puede causar una anteriorización del tronco, lo que aumenta la tensión de los isquiotibiales y mayor riesgo de lesión (27). Por lo que estos hallazgos sugieren la integración de estos ejercicios dentro de los programas de prevención, como complemento del entrenamiento de fuerza específico de isquiotibiales. En esta misma línea, se ha observado que una anteriorización de la pelvis, normalmente relacionado a déficits del control lumbo-pélvico modifica la cinemática de carrera en la fase de balanceo final, disminuyendo la flexión de cadera y rodilla, aumentando el riesgo de lesión. (28)

Teniendo todo esto en cuenta, es imperativo conocer aquellos ejercicios que trabajen la fuerza excéntrica para prevenir este tipo de lesiones. El más respaldado por la evidencia es el ejercicio nórdico (NHE), que según Van Dyk et al (22), añadir este ejercicio en los programas preventivos reduce un 51% el riesgo de lesión. Además, se deben incluir otro tipo de ejercicios menos demandantes al inicio en programas de rehabilitación, como el planeador o el peso muerto rumano (11, 24). Pero se debe implementar de manera progresiva y siguiendo un plan, para evitar abandonos y una mayor adherencia. (23)

Para finalizar, cabe destacar que diversos estudios (29) señalan que las lesiones de isquiotibiales son multifactoriales y lo debemos de tener en cuenta, ya sea la fatiga, los desequilibrios musculares, debilidad del core, alteración de la mecánica pélvica, o biomecánica de carrera, no deben entenderse de forma aislada, puesto que se trata de una lesión con carácter multifactorial. Por ello, la prevención y rehabilitación debe tener en cuenta todos estos aspectos y diseñarse, dentro de lo posible, de forma individualizada.

7.1 LIMITACIONES.

Esta revisión cuenta con algunas limitaciones que cabe resaltar para tener en cuenta a la hora de sacar conclusiones. Una de las más destacadas es la escasa representación femenina en los artículos analizados. La mayoría de estos se centran en poblaciones masculinas. Esto hace más difícil la extrapolación a mujeres, quienes pueden presentar diferencias sobre la biomecánica de carrera, patrones de activación muscular, y, en definitiva, riesgo de lesión.

Además, las metodologías empleadas son muy heterogéneas, lo que complica la comparación directa entre estudios. También cabe destacar que los tamaños muestrales de los artículos incluidos son reducidos, lo que limita la posibilidad de generalizar los resultados. Se necesitan más investigaciones para confirmar estos hallazgos.



8. CONCLUSIONES.

La mayoría de las lesiones de isquiotibiales durante la carrera tienen lugar en la fase de balanceo final, donde los músculos se activan de forma excéntrica para desacelerar la pierna, aumentando el riesgo de lesión.

La elevada activación y tensión de la cabeza larga del bíceps femoral durante la fase de balanceo parece ser la razón biomecánica de la lesión, de especial forma cuando existe algún factor que altere la biomecánica de carrera. Ya sea fatiga, desequilibrio de la musculatura, debilidad del core o inclinación pélvica anterior como los más destacados.

Las estrategias más efectivas parecen ser aquellas que incluyen el fortalecimiento excéntrico, destacando el ejercicio nórdico. Asimismo, es esencial la individualización de los programas considerando el carácter multifactorial de la lesión.



9. BIBLIOGRAFÍA.

1. Bramah C, Mendiguchia J, Dos'Santos T, Morin JB. Exploring the Role of Sprint Biomechanics in Hamstring Strain Injuries: A Current Opinion on Existing Concepts and Evidence. *Sports Med.* 2024 Apr;54(4):783-793.
2. Ekstrand J, Bengtsson H, Waldén M, Davison M, Khan KM, Hägglund M. Hamstring injury rates have increased during recent seasons and now constitute 24% of all injuries in men's professional football: the UEFA Elite Club Injury Study from 2001/02 to 2021/22. *Br J Sports Med.* 2022 Dec 6;57(5):292–8.
3. Askling CM, Malliaropoulos N, Karlsson J. High-speed running type or stretching-type of hamstring injuries makes a difference to treatment and prognosis. *Br J Sports Med.* 2012 Feb;46(2):86-7.
4. Danielsson A, Horvath A, Senorski C, Alentorn-Geli E, Garrett WE, Cugat R, Samuelsson K, Hamrin Senorski E. The mechanism of hamstring injuries - a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020 Sep 29;21(1):641.
5. Huygaerts S, Cos F, Cohen DD, Calleja-González J, Guitart M, Blazevich AJ, Alcaraz PE. Mechanisms of Hamstring Strain Injury: Interactions between Fatigue, Muscle Activation and Function. *Sports (Basel).* 2020 May 18;8(5):65.
6. Poudel B, Pandey S. Hamstring Injury. 2023 Aug 8. In: *StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–.*
7. Chumanov ES, Heiderscheit BC, Thelen DG. Hamstring musculotendon dynamics during stance and swing phases of high-speed running. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Mar;43(3):525-32.
8. Marušič J, Vatovec R, Marković G, Šarabon N. Effects of eccentric training at long-muscle length on architectural and functional characteristics of the hamstrings. *Scand J Med Sci Sports.* 2020 Nov;30(11):2130-2142.

9. Soga T, Keerasomboon T, Akiyama K, Hirose N. Difference of Hamstring Activity Between Bilateral and Unilateral Nordic Hamstring Exercises With a Sloped Platform. *J Sport Rehabil.* 2022 Mar 1;31(3):325-330.
10. Iguchi J, Hojo T, Fujisawa Y, Kuzuhara K, Yanase K, Hirono T, Koyama Y, Tateuchi H, Ichihashi N. Synergistic Dominance Induced by Hip Extension Exercise Alters Biomechanics and Muscular Activity During Sprinting and Suggests a Potential Link to Hamstring Strain. *J Strength Cond Res.* 2023 Sep 1;37(9):1770-1776.
11. Ferri-Caruana A, Mollà-Casanova S, Baquedano-Moreno M, Serra-Añó P. Electromyographic activity of posterior kinetic chain muscles during hamstring strengthening exercises. *Phys Ther Sport.* 2022 May;55:205-210.
12. Carmona G, Moreno-Simonet L, Cosio PL, Astrella A, Fernández D, Padullés X, Cadefau JA, Padullés JM, Mendiguchia J. Acute Changes in Hamstring Injury Risk Factors After a Session of High-Volume Maximal Sprinting Speed Efforts in Soccer Players. *Sports Health.* 2025 Jan-Feb;17(1):15-26.
13. Kenneally-Dabrowski C, Brown NAT, Warmenhoven J, Serpell BG, Perriman D, Lai AKM, Spratford W. Late swing running mechanics influence hamstring injury susceptibility in elite rugby athletes: A prospective exploratory analysis. *J Biomech.* 2019 Jul 19;92:112-119.
14. Hansen C, Einarson E, Thomson A, Whiteley R. Peak medial (but not lateral) hamstring activity is significantly lower during stance phase of running. An EMG investigation using a reduced gravity treadmill. *Gait Posture.* 2017 Sep;57:7-10.
15. Wilmes E, DE Ruiter CJ, Bastiaansen BJC, Goedhart EA, Brink MS, VAN DER Helm FCT, Savelsbergh GJP. Associations between Hamstring Fatigue and Sprint Kinematics during a Simulated Football (Soccer) Match. *Med Sci Sports Exerc.* 2021 Dec 1;53(12):2586-2595.
16. Guex KJ, Lugin V, Borloz S, Millet GP. Influence on Strength and Flexibility of a Swing Phase-Specific Hamstring Eccentric Program in Sprinters' General Preparation. *J Strength Cond Res.* 2016 Feb;30(2):525-32.

17. Wan X, Li S, Best TM, Liu H, Li H, Yu B. Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. *J Sport Health Sci.* 2021 Mar;10(2):222-229.
18. Evangelidis PE, Shan X, Otsuka S, Yang C, Yamagishi T, Kawakami Y. Fatigue-induced changes in hamstrings' active muscle stiffness: effect of contraction type and implications for strain injuries. *Eur J Appl Physiol.* 2023 Apr;123(4):833-846.
19. Chavarro-Nieto C, Beaven M, Gill N, Hébert-Losier K. Hamstrings injury incidence, risk factors, and prevention in Rugby Union players: a systematic review. *Phys Sportsmed.* 2023 Feb;51(1):1-19.
20. Duhig S, Shield AJ, Opar D, Gabbett TJ, Ferguson C, Williams M. Effect of high-speed running on hamstring strain injury risk. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1536-1540.
21. Yu B, Liu H, Garrett WE. Mechanism of hamstring muscle strain injury in sprinting. *J Sport Health Sci.* 2017 Jun;6(2):130-132.
22. van Dyk N, Behan FP, Whiteley R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. *Br J Sports Med.* 2019 Nov;53(21):1362-1370.
23. van der Horst N, Hoef SV, Otterloo PV, Klein M, Brink M, Backx F. Effective But Not Adhered to: How Can We Improve Adherence to Evidence-Based Hamstring Injury Prevention in Amateur Football? *Clin J Sport Med.* 2021 Jan;31(1):42-48.
24. Otani R, Nishikawa H, Matsunaga S, Hiroshige Y, Nakamura M. The Effect of Single Leg Romanian Deadlift on the Risk of Hamstring Strain Injuries in Track and Field Athletes: A Cohort Study. *Int J Sports Phys Ther.* 2025 May 2;20(5):657-665.
25. Veeck F, Ruas CV, Pinto MD, Grazioli R, Cardoso GP, Albuquerque T, Schipper L, Valente HG, Santos VH, Dornelles M, Rabaldo P, Rocha CS, Baroni BM, Cadore EL, Pinto RS. Low Pre-Season Hamstring-to-Quadriceps Strength Ratio Identified in Players Who Further Sustained In-Season Hamstring Strain Injuries: A Retrospective Study from a Brazilian Serie A Team. *Sports (Basel).* 2023 Apr 20;11(4):89.

26. Al Attar WSA, Husain MA. Effectiveness of Injury Prevention Programs With Core Muscle Strengthening Exercises to Reduce the Incidence of Hamstring Injury Among Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Health*. 2023 Nov-Dec;15(6):805-813.
27. Daly C, Persson UM, Twycross-Lewis R, Woledge RC, Morrissey D. The biomechanics of running in athletes with previous hamstring injury: A case-control study. *Scand J Med Sci Sports*. 2016 Apr;26(4):413-20.
28. Alizadeh S, Mattes K. How anterior pelvic tilt affects the lower extremity kinematics during the late swing phase in soccer players while running: A time series analysis. *Hum Mov Sci*. 2019 Aug;66:459-466.
29. Tokutake G, Kuramochi R, Murata Y, Enoki S, Koto Y, Shimizu T. The Risk Factors of Hamstring Strain Injury Induced by High-Speed Running. *J Sports Sci Med*. 2018 Nov 20;17(4):650-655.
30. van Melick N, van der Weegen W, van der Horst N. Quadriceps and Hamstrings Strength Reference Values for Athletes With and Without Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Who Play Popular Pivoting Sports, Including Soccer, Basketball, and Handball: A Scoping Review. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2022 Mar;52(3):142-155.

10. ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS.

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

Tabla 1. Resumen de la información extraída.

Tabla 2. Resultados de la escala PEDro.



AUTOR, AÑO Y CALIDAD DEL ESTUDIO	DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO	POBLACIÓN	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Carmona G et al 2024 PEDRO:4/10	<p>Diseño: análisis exploratorio prospectivo.</p> <p>Objetivo: investigar si el entrenamiento de sprints puede inducir cambios agudos en factores relacionados con el rendimiento del sprint y factores de riesgo de distensión de isquiotibiales.</p>	Quince futbolistas amateurs en activo.	Se examinaron los cambios en los factores relacionados con el rendimiento en sprint y los factores de riesgo de HSI durante 72 horas tras esfuerzos de alto volumen de MSS (H-VMSSE) mediante un enfoque multifactorial contextualizado en el fútbol. También se examinaron marcadores indirectos de	El entrenamiento de sprints a máxima velocidad provocó un aumento significativo del dolor muscular en los isquiotibiales y una disminución temporal de la fuerza de la cadena posterior, junto con un empeoramiento moderado del rendimiento en sprint a 10 y 30 metros hasta las 72 horas posteriores.

			daño muscular (dolor muscular percibido en isquiotibiales y creatincinasa).	
Ferri-Caruana A et al 2022 PEDRO: 4/10	Diseño: estudio transversal. Objetivo: Comparar la activación muscular del bíceps femoral (BF), semitendinoso (ST), glúteo mayor (GM) y erector espinal contralateral (ES) en cuatro ejercicios excéntricos específicos orientados a los isquiotibiales utilizando esprints máximos sobre el suelo como método de normalización EMG .	Veinticuatro atletas sanos.	Se midió la activación EMG máxima de todos los músculos objetivo durante esprints máximos y cuatro ejercicios de isquiotibiales: isquiotibiales nórdicos (NH), cinturón ruso (RB), planeador (GL) y patada tumbada (LK). La activación EMG máxima durante los esprints se utilizó para normalizar la activación muscular EMG.	RB y GL mostraron una menor activación de los isquiotibiales. La mayor activación de los isquiotibiales se alcanzó en el NH y el LK. En cuanto a la comparación muscular, BF y ST fueron los más dependientes del ejercicio.

<p>Gux KJ et al 2016</p> <p>PEDRO: 5/10</p>	<p>Diseño: ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: investigar sobre diferentes factores de riesgo de lesiones por distensión de isquiotibiales, como la fuerza, la proporción, el ángulo óptimo y la flexibilidad en un programa específico de fortalecimiento de isquiotibiales en la preparación de velocista</p>	<p>Veinte velocistas (7 hombres y 13 mujeres)</p>	<p>El estudio fue un ensayo controlado aleatorizado con 20 velocistas, donde un grupo realizó entrenamiento excéntrico específico durante 6 semanas y otro siguió su rutina habitual; se evaluaron fuerza, flexibilidad y ángulo óptimo antes y después de la intervención.</p>	<p>El entrenamiento excéntrico específico mejoró significativamente la fuerza excéntrica (20–22%), la fuerza concéntrica (16%), la relación H:Q (12%) y la flexibilidad de los isquiotibiales, mientras que el grupo control mostró solo ligeros aumentos y ningún cambio significativo en la relación H: Q ni en el ángulo óptimo.</p>
---	---	---	---	---

<p>Hansen C et al 2017</p> <p>PEDRO: 4/10</p>	<p>Diseño: estudio experimental prospectivo.</p> <p>Objetivo: determinar si los isquiotibiales laterales se activan más que los isquiotibiales mediales durante la carrera</p>	<p>Veinte corredores varones experimentados</p>	<p>Treinta y seis pruebas de carrera fueron cada una de ellas una combinación de velocidades de carrera de 6 km/h a 16 km/h aumentando en incrementos de 2 km/h y alterando el peso corporal del 50 % al 100 % del peso corporal aumentando en incrementos del 10 %.La actividad EMG se registró por medio de electrodos de superficie en los musculos semitendinoso del isquiotibial medial (MH) y la cabeza</p>	<p>El EMG máximo para los isquiotibiales laterales fue similar tanto para la fase de balanceo como para la de postura, mientras que los isquiotibiales mediales mostraron una reducción de aproximadamente el 20 % durante la postura en comparación con la fase de balanceo.</p>
---	--	---	---	---

			larga del bíceps femoral lateral (LH).	
Iguchi J et al 2023 PEDRO:4/10	<p>Diseño: estudio experimental.</p> <p>Objetivo: evaluar cómo la fatiga inducida por ejercicios de extensión de cadera afecta la biomecánica y la actividad muscular durante el sprint, y su posible relación con el riesgo de distensiones en los isquiotibiales.</p>	<p>Quince estudiantes varones sanos (edad media: 23,1 ± 1,28 años).</p>	<p>Se registraron datos biomecánicos y de actividad muscular mediante análisis de movimiento y electromiografía (EMG) en dos momentos: antes de los ejercicios (Día 1) y tras la aparición de dolor muscular de aparición retardada (DOMS) (Día 3).</p>	<p>En el Día 3, se observó un ángulo de flexión de cadera significativamente menor, un ángulo de flexión de rodilla mayor, mayor actividad muscular en el vasto medial, bíceps femoral y glúteo mayor, así como un incremento significativo en las fuerzas propulsivas máximas.</p>

<p>Kenneally-Dabrowski C et al 2019</p> <p>PEDRO: 4/10</p>	<p>Diseño: análisis exploratorio prospectivo.</p> <p>Objetivo: analizar prospectivamente la relación entre la mecánica de carrera a alta velocidad y las lesiones de isquiotibiales durante la carrera en atletas de rugby de élite</p>	<p>Diez jugadores profesionales de rugby (cinco delanteros y cinco defensas).</p>	<p>Los investigadores evaluaron las características biomecánicas de la carrera de los participantes al inicio del estudio y luego los siguieron a lo largo del tiempo para registrar la incidencia de lesiones en los isquiotibiales.</p>	<p>Cuatro de los diez atletas de rugby de élite sufrieron una lesión de isquiotibiales durante la temporada del Super Rugby tras la evaluación biomecánica de carrera a alta velocidad. Tres de estas lesiones ocurrieron durante la carrera, por lo que se incluyeron en el análisis. Una lesión se produjo durante un ruck (una lesión de contacto, no de carrera) y se excluyó del análisis. Seis atletas no sufrieron ninguna lesión de isquiotibiales tras la</p>
--	---	---	---	--

				evaluación biomecánica y se incluyeron en el grupo de no lesionados.
Soga T et al 2022 PEDRO: 4/10	<p>Diseño: estudio de casos y controles.</p> <p>Objetivo: examinar las diferencias en la actividad electromiográfica (EMG) de los músculos bíceps femoral, cabeza larga (BF_{lh}) y semitendinoso (ST), el ángulo del punto de quiebre (BPA) y el ángulo en la actividad EMG máxima del BF_{lh} entre el ejercicio nórdico de isquiotibiales (NHE) bilateral y unilateral en una plataforma inclinada.</p>	Catorce hombres.	Los participantes realizaron una contracción isométrica voluntaria máxima (MVIC) para normalizar la EMG y luego ejecutaron tres variaciones del ejercicio nórdico (bilateral y unilateral a 40° y unilateral a 50°) mientras se registraban la actividad EMG de BF _{lh} y ST y el ángulo de flexión de rodilla.	El %MVIC de BF _{lh} fue significativamente mayor en N40U y N50U que en N40. Se observó una diferencia significativa en el %MVIC de BF _{lh} y el %MVIC de ST entre N40U y N50U. Los valores medios de BPA y el ángulo en el pico EMG de BF _{lh} fueron < 30° para todas las variaciones del NHE.

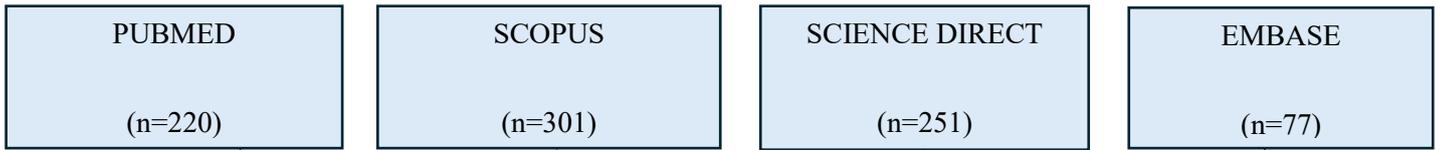
<p>Wan X et al 2020</p> <p>PEDRO:5/10</p>	<p>Diseño: ensayo aleatorizado.</p> <p>Objetivo: determinar los efectos de modificar la flexibilidad o la fuerza de los isquiotibiales sobre la tensión musculotendinosa máxima de los isquiotibiales durante el sprint.</p>	<p>Participaron 20 estudiantes universitarios varones (de 18 a 24 años).</p>	<p>Los participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de entrenamiento de flexibilidad o de fuerza, realizando ejercicios tres veces por semana durante ocho semanas; se evaluaron la flexibilidad, la fuerza isocinética y la mecánica del sprint antes y después de la intervención para analizar cómo influían estos programas en la longitud y tensión musculotendinosa de los isquiotibiales.</p>	<p>El grupo de fuerza mejoró la fuerza de los isquiotibiales, incrementó la longitud óptima musculotendinosa y redujo la tensión máxima durante el sprint, pero no mostró mejoras en la flexibilidad. Por su parte, el grupo de flexibilidad mejoró el rango de movimiento (ROM), también incrementó la longitud óptima y redujo la tensión musculotendinosa, pero no presentó mejoras en la fuerza muscular.</p>
---	--	--	--	---

<p>Wilmes E et al 2021</p> <p>PEDRO:4/10</p>	<p>Diseño: experimental prospectivo.</p> <p>Objetivo: examinar los efectos de la fatiga específica del fútbol en el torque voluntario máximo (MVT) y la tasa de desarrollo de torque (RTD) isquiotibiales, en relación con las alteraciones en la cinemática del sprint.</p>	<p>Diez futbolistas amateurs.</p>	<p>Los participantes realizaron una simulación de un partido de fútbol de 90 minutos, evaluando antes y después de cada 15 minutos el MVT y RTD de los isquiotibiales, además de su rendimiento y cinemática en un sprint de 20 m, para analizar los cambios y las relaciones entre las propiedades contráctiles de los isquiotibiales y la mecánica del tren inferior. Además, utilizó EMG para analizar los cambios en la actividad muscular.</p>	<p>El MVT de isquiotibiales y el rendimiento en sprint se redujeron significativamente en un 7,5 % y un 14,3 % al final de la simulación del partido de fútbol. Sorprendentemente, no se observaron indicios de reducciones en el RTD al considerar la disminución del MVT. En cuanto a la EMG, hubo una disminución significativa en la actividad muscular de los isquiotibiales por la fatiga neuromuscular central.</p>
--	--	-----------------------------------	---	--

AUTOR Y AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Carmona G. et al. 2024	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Ferri-Caruana A. et al. 2022	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Guex KJ. et al. 2016	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10

Hansen C. et al. 2017	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Iguchi J. et al. 2023	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Kenneally- Dabrowski C. et al. 2019	1	0	0	4	0	0	0	1	0	1	1	4/10

Soga et al 2022	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10
Wan et al 2021	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Wilmes et al 2021	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4/10



849 artículos

- Tras aplicar los filtros:
- Artículos publicados entre 2015 y 2025.
 - Ensayos clínicos.
 - Artículos en español o inglés.

46 artículos

Tras eliminar duplicados.

41 artículos

Tras aplicar el resto de los criterios de exclusión.

9 artículos

