

Trabajo Fin de Grado

Motivación y protocolo fisioterápico en la prevención de lesión de distensión de los isquiotibiales en futbolistas. Revisión narrativa.

Motivation and physical therapy protocol in the prevention of strain injury of the hamstrings in soccer players. Narrative review.

Autor

María Casado López

Director/es

Javier Ruiz Serrano

Facultad de Ciencias de la Salud
2023



ÍNDICE

RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	4
Anatomía.....	4
Epidemiología.....	4
Factor de riesgo.....	5
METODOLOGÍA.....	6
Criterios de inclusión	6
Criterios de exclusión	6
Estrategia de búsqueda.....	7
Evaluación de la calidad metodológica	8
Proceso de extracción de datos	8
RESULTADOS.....	9
Selección de los estudios.....	9
Evaluación de la calidad metodológica	9
Características de los estudios.....	10
Tabla 2.....	12
DISCUSIÓN	13
Plan de intervención fisioterapéutico	16
CONCLUSIONES	17
BIBLIOGRAFÍA	18

RESUMEN

Introducción: La distensión es una lesión muscular intrínseca donde se produce un desgarro parcial de las fibras musculares en el que existe continuidad de las miofibrillas, por lo que no llega a producirse una rotura de fibras. Los factores de riesgo pueden ser no modificables, como la edad avanzada o lesión previa, y modificables como la debilidad muscular, desequilibrio cuádriceps-isquiotibiales... Por su alta tasa de incidencia y de reincidencia, son necesarios los programas de prevención de estas lesiones.

Objetivo: El objetivo de esta revisión es averiguar cuál es el mejor método para prevenir la lesión de distensión en los isquiotibiales en futbolistas, mediante el análisis de la incidencia y de los factores de riesgo más comunes de la lesión.

Material y métodos: Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Cochrane y Web of Science. La búsqueda se realizó de febrero a abril de 2023 y se incluyeron estudios de los últimos 12 años que analicen la prevención de las distensiones de los isquiotibiales en futbolistas de cualquier categoría, sexo y edad, con o sin lesión previa de isquiotibiales.

Resultados: Se analizan 5 estudios que mostraron mediante su programa de prevención una reducción en la tasa de lesiones y su recurrencia. Los sujetos de estudio eran futbolistas hombres, exceptuando en uno que estudiaba a mujeres. Y todos proponen como tratamiento principal el ejercicio nórdico de isquiotibiales.

Conclusión: Se ha mostrado que el ejercicio más efectivo para la prevención de lesión de los isquiotibiales en futbolistas es el ejercicio excéntrico, en concreto mediante el uso del Ejercicio Nórdico de Isquiotibiales. Los resultados obtenidos respecto a la incidencia reafirman su efectividad.

Palabras clave: Isquiotibiales, prevención, fútbol, distensión de los isquiotibiales.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Anatomía⁽¹⁾

Los músculos isquiotibiales son un grupo muscular que se sitúa en la parte posterior de la extremidad inferior. Está formado por 3 músculos: el bíceps femoral, constituido por una cabeza larga y una cabeza corta; el semitendinoso y el semimembranoso. El origen de este grupo muscular es la tuberosidad isquiática de la pelvis, excepto, de la porción corta del bíceps femoral que tiene su origen en la parte lateral de la línea áspera y de la cresta supracondílea lateral del fémur. La porción corta del bíceps se une al tendón de la porción larga y se insertan en la cabeza del peroné y en la región proximal y posterolateral de la tibia. Mientras, el semitendinoso y el semimembranoso toman inserción en la región proximal y posteromedial de la tibia, en la llamada pata de ganso. Por ello, la porción larga del bíceps femoral, el semimembranoso y el semitendinoso son músculos biarticulares, ya que discurren por las articulaciones de la cadera y de la rodilla, sin embargo, la porción corta del bíceps femoral es monoarticular.

Su función es flexionar la rodilla y extender la cadera (las porciones biarticulares), también son rotadores internos el semimembranoso y semitendinoso cuando la rodilla esta flexionada.

Epidemiología^(2, 3)

Las distensiones agudas de isquiotibiales son comunes en actividades deportivas que involucran carreras de velocidad, movimientos combinados de flexión de cadera y extensión de rodilla (fútbol, deportes de contacto...), movimientos hábiles de alta velocidad o maniobras extensas de alargamiento muscular (baile). Son más comunes en los deportes de campo (fútbol, rugby...) que en deportes de cancha (baloncesto, voleibol), más frecuente en partidos que en entrenamientos, y más usual en pretemporada que en temporada regular y posttemporada. En fútbol, las distensiones de los isquiotibiales representan el 12% de todas las lesiones, además, los atletas masculinos tienen un 64% más de probabilidades de lesión que las atletas femeninas.

El mecanismo de lesión más común es correr a alta velocidad, seguido de movimientos que implican un alargamiento de los isquiotibiales enérgico y extenso, como golpear un balón. Durante los sprints, la fase de balanceo terminal se considera la más lesiva. En la segunda la mitad del balanceo de la carrera, los isquiotibiales

están activos, para desacelerar la extremidad, produciendo un alargamiento rápido y absorción de energía para realizar el contacto del pie con el suelo. A medida que la velocidad aumentaba del 80% al 100%, la actividad del bíceps femoral durante la fase de oscilación terminal aumentó un promedio de 67%, mientras que el semimembranoso y el semitendinoso mostraron un aumento del 37%. Esto podría ser una posible explicación de por qué el bíceps femoral (en concreto la cabeza larga) se lesiona con más frecuencia que el semimembranoso y semitendinoso al correr a alta velocidad. Además, estas lesiones ocurren típicamente a lo largo del tendón intramuscular y en las fibras musculares adyacentes.

Factor de riesgo⁽³⁾

El riesgo más alto se produce dentro de las 2 primeras semanas del regreso al deporte y aproximadamente se produce recidiva en 1/3 de las lesiones. Con estos resultados se puede especular que los atletas podrían estar volviendo al deporte a un nivel de rendimiento subóptimo debido a una rehabilitación ineficaz o a un regreso anticipado al deporte.

Los factores de riesgo no modificables incluyen la edad avanzada y antecedentes de distensión. El 10,5 % de los jugadores con una lesión previa y el 4,6 % de los jugadores sin una lesión previa experimentaron una nueva distensión durante la temporada, lo que indica que los atletas con una lesión previa corren el doble de riesgo de sufrir una nueva lesión.

Los factores de riesgo modificables incluyen debilidad y fatiga en el tendón y de la musculatura isquiotibial, la extensibilidad reducida de la unidad musculotendinosa debido al tejido cicatricial residual, disminución de la flexibilidad del cuádriceps y flexores de cadera, y déficits de fuerza y coordinación de la musculatura pélvica y del tronco. El abordaje de estos factores de riesgo modificables a través de programas de rehabilitación podría reducir potencialmente el riesgo de volver a lesionarse.

Por ello, el **objetivo** de esta revisión es estudiar cómo prevenir esta lesión y conocer cuáles son los factores de riesgo de las distensiones de los isquiotibiales, así poder incidir en la mejor recuperación y retorno a la actividad deportiva habitual en condiciones óptimas.

METODOLOGÍA

La presente revisión sistemática se ha realizado siguiendo las directrices de metodología y los criterios de la declaración PRISMA, cuya finalidad es servir de guía para el diseño de revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Durante los meses de febrero, marzo y abril de 2023 se realizó una búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos aleatorizados en las siguientes bases de datos: PubMed, Cochrane y Web of Science; estableciendo una serie de criterios de inclusión y de exclusión para poder definir la búsqueda de manera más precisa.

Criterios de inclusión

- Tipos de estudio: ensayo controlado aleatorizado.
- Participantes: jugadores de fútbol (masculino y femenino).
- Ensayos que comparen un programa de prevención con otro grupo control-placebo (sin que estos reciban ninguna prevención) o ensayos que examinen 2 programas de prevención de la distensión de los isquiotibiales.
- Variables medidas: exposición de minutos de juego y entrenamiento, momento de la lesión de distensión y su gravedad, ejercicio excéntrico nórdico, tiempo fuera del juego debido a la lesión.
- Abordaje de la prevención de las distensiones de los músculos isquiotibiales.
- Fecha de publicación posterior a 2011.
- Idioma comprensible para el revisor: inglés o español.
- Medición de los datos, al menos, al inicio y finalización de la intervención de prevención.

Criterios de exclusión

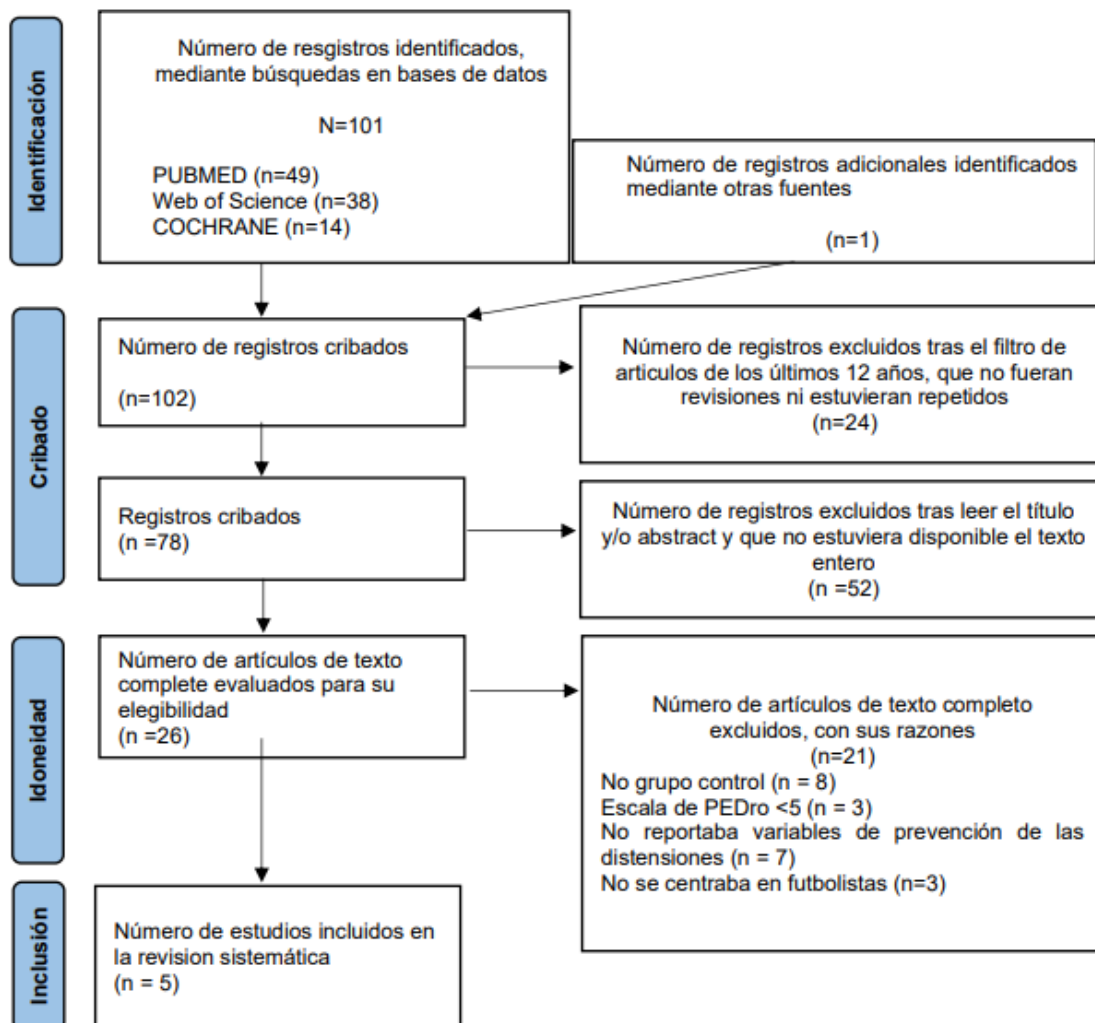
- Estudios publicados en lenguaje diferente a inglés o español.
- Estudios previos al 2011.
- Utilización de otras variables que no sean las mencionadas anteriormente.
- Estudios cuyos participantes no sean futbolistas.
- Artículos que sean revisiones sistemáticas.
- Artículos de los que no se disponga en texto completo.
- Estudios sin grupo control.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos de PubMed (Medline), Cochrane Library y Web of Science. Se identificaron 120 artículos potenciales de ser incluibles en esta revisión.

En la búsqueda en la base de datos PubMed se utilizó los términos Mesh: "strains", "soccer", "hamstring muscles". Además, se utilizaron términos de texto libre como: "hamstring strain", "hamstring injury", "prevention", "prevention intervention", así mismo, con los mismos términos usados en los Mesh "strains", "soccer" y "hamstring muscles". A continuación, se excluyeron todos los artículos anteriores al año 2011 y las revisiones sistemáticas. Se combinaron los descriptores citados anteriormente con el operador booleano AND.

En Cochrane y Web of Science utilizamos los términos "strain", "hamstring", "soccer", "prevention" combinándolos con el operador booleano AND.



Evaluación de la calidad metodológica

La valoración de la calidad metodológica de los estudios incluidos y seleccionados para esta revisión se realizó mediante la escala PEDro. El fin de esta escala es ayudar a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios tienen suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). En los artículos seleccionados los criterios satisfechos se marcan +, mientras que cuando no lo son se marca con -. (tabla 1).

Proceso de extracción de datos

De los artículos que encontrados tras la aplicar la estrategia de búsqueda se descartaron los duplicados y los artículos anteriores al 2011. A continuación, se excluyeron aquellos que se trataran de revisiones sistemáticas y cuyo texto completo no fuera accesible. Después de leer el título y el abstract de los restantes también desestimé artículos por incumplimiento de inclusión o cumplimiento de exclusión, como, por ejemplo, no haber grupo control, trataran de otro tipo de deportista (no futbolista), que las distensiones no fueran su objeto de estudio o que lo hiciera en otro grupo muscular que fuera diferente a los isquiotibiales.

RESULTADOS

Selección de los estudios

Una vez aplicada la estrategia de búsqueda descrita anteriormente se obtuvieron un total de 102 artículos de las 3 bases de datos revisadas, de ellos se eliminaron 24 artículos duplicados, que fueran anteriores a 2011 o que fueran revisiones, restando 78 artículos.

Tras ello, se realizó un cribado en el cual se excluyeron aquellos que en base a su título y abstract no cumplían con los criterios de inclusión y exclusión y aquellos cuyo texto entero/completo no se encontraba disponible. Una vez finalizado el cribado se descartaron 52 artículos. Seguidamente quedaron 26 artículos restantes de los cuales se leyó el texto completo en cada uno de ellos. Entre ellos, 8 se excluyeron porque no había grupo control, otros 3 se excluyeron porque presentaba <4 en la escala PEDro, 7 de ellos no trataban la prevención de esta lesión, otros 3 se descartaron porque no se centraban en futbolistas. Finalmente, se obtuvieron 5 artículos para realizar la revisión sistemática.

Evaluación de la calidad metodológica

Para valorar la calidad metodológica y poder comparar si los estudios incluidos tenían suficiente validez interna o externa se utilizó la escala de PEDro. Los estudios con una puntuación por encima de 5 se consideran como buena calidad metodológica y por debajo de 5 como mala calidad metodológica. Por ello, para este estudio era un criterio de inclusión y como vemos en la tabla ninguno está por debajo del 5.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	SCORE
VAN DER HORST ET AL (2015)	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	5
HASEBE ET AL (2019)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	7
PETERSEN ET AL (2011)	+	+	+	+	-	-	-	+	-	+	+	6
ESPINOSA ET AL (2015)	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	8
DORGHAM ET AL (2019)	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	6

Tabla1: Escala PEDro

Características de los estudios

En la búsqueda de diferentes métodos para prevenir la distensión, el que más evidencia presenta y del que tratan los 5 artículos es el Ejercicio Nórdico de Isquiotibiales o Nordic Hamstring Exercise (NHE). Otros artículos que realizaban otras intervenciones de prevención como la fotobiomodulación o ejercicios de resistencia tuvieron que ser descartados por tener un 4 en la escala de PEDro.

En cuanto al **tamaño y características de la muestra**, un total de 1858 participantes han sido incluidos en esta revisión.

El artículo que menos tamaño muestral posee es el Dorgham et Al⁽⁸⁾ con un total de 34 participantes, por otro lado, el artículo que posee mayor tamaño de muestra es el de Petersen et Al⁽¹⁰⁾ con un total de 942 participantes. Todos los sujetos son futbolistas activos y entre las variables que estudiadas destacaban las siguientes: IMC, pierna dominante, posición de campo.

Otra característica que se detalla en la Tabla 2 son las **variables estudiadas** en cada caso. Todos los artículos estudian la incidencia, el inicio, la gravedad de la lesión, además del absentismo debido a la recuperación de esta y si es recidiva, asimismo, estudian la exposición de horas de trabajo de cada jugador en entrenamientos y partidos.

El artículo de Hasebe et Al⁽⁵⁾ estudiaba al principio y al final de la intervención la distancia entre los dedos y el suelo, extensión isométrica de la rodilla y fuerza de flexión, y 50 m de tiempo de ejecución. Mientras que en el de Espinosa et Al⁽⁶⁾ midió la fuerza en ejercicios de extensión y flexión de piernas, test de flexibilidad, saltos verticales en cajón, tiempo de sprint.

Respecto a la **intervención**, cada artículo realizaba una diferente, pero todos coincidían en el método de prevención que ejecutaba el grupo intervención, efectuaban el NHE.

En el artículo de Van der Horst et Al⁽⁴⁾ la intervención consistía en un total 25 sesiones que se realizaban al final del entrenamiento antes de la vuelta a la calma. Por otro lado, en el estudio de Hasebe et Al⁽⁵⁾ también efectuaban el ejercicio después del entrenamiento y la progresión del trabajo fue en 27 semanas. Mientras que en el de Espinosa et Al⁽⁶⁾ el grupo intervención realizó un programa de trabajo excéntrico que consistía en el NHE+ejercicio excéntrico con Theraband, mientras que el grupo control

realizó balanceos frontales y laterales y salto múltiple durante 21 semanas. En el artículo de Dorgham et Al⁽⁸⁾ el grupo intervención difiere del control en que realizaba el trabajo de NHE antes y después del entrenamiento, mientras que el control únicamente lo hacía después del calentamiento. El último artículo, Petersen et Al⁽¹⁰⁾, los futbolistas realizaron 27 sesiones y los entrenadores decidían cuando realizaban el ejercicio pero siempre después de un calentamiento.

En todos los **resultados** se ha observado que en el grupo intervención se reducen significativamente las lesiones en comparación con el grupo control, coincidiendo en que previenen la distensión. 4 de los artículos destacaban que no interviene en la gravedad de la lesión, excepto Hasebe et Al⁽⁵⁾ que afirmaba que la severidad de las lesiones en jugadores adolescentes disminuía. Además, estaban de acuerdo en que el factor de riesgo no era el tiempo (horas) de exposición sino la intensidad y calidad de los entrenamientos y partidos^(4,10). Observamos que la mayoría de las lesiones ocurrían durante los partidos en comparación con los entrenamientos. No había diferencias significativas entre las diferentes posiciones del campo excepto los porteros que no sufrieron ninguna distensión.

Además, en el artículo de Dorgham et Al⁽⁸⁾ informaban como realizarlo antes y después del entrenamiento reducía más las lesiones. Tras 10 semanas de realizando el ejercicio se incrementó la longitud de los fascículos un 20.8%. Además de diferencia significativa entre los grupos estudiados la hubo con las estadísticas del equipo en años anteriores.

Tanto en el estudio de Espinosa et Al⁽⁶⁾ y Hasebe et Al⁽⁵⁾ inciden en que mejoró el tiempo de sprint en el grupo intervención en las pruebas de 5, 15⁽⁶⁾ y 50⁽⁵⁾ metros.

En la tabla que muestro a continuación, Tabla 2, se encuentran resumidas las características principales de los 5 estudios incluidos en la revisión.

Tabla 2

Autor y año	Tamaño muestral y características	Tratamiento aplicado		Tipo de intervención	Variables medidas	Resultados
		Grupo control (GC)	Grupo intervención (GI)			
Van der Horst et Al (2015)	(n=579) Futbolistas (hombres) de 18-40 años que juegan en categoría amateur de 32 equipos completos.	(n= 16 equipos, 287 jugadores) Intervención estándar: entrenamiento regular de fútbol	(n= 16 equipos, 292 jugadores) Intervención estándar + 25 sesiones de NHE en un periodo de 13 semanas	Progresión de la semana 1 a la 5 durante la pretemporada seguida de una fase de mantenimiento durante la competición semanas 6-13. Se realizó las 13 semanas después de las vacaciones de invierno y fueron 25 sesiones	Exposición de horas de cada jugador (total, partidos, entrenamientos). Lesiones de isquiotibiales: Durante la intervención (sem. 1-13) o después de la intervención (sem. 13-52). Lesiones de los isquiotibiales según la gravedad: Ligero, mínimo, leve, moderado, severo. Absentismo futbolístico por lesiones de isquiotibiales	El riesgo de lesiones se redujo en el grupo de intervención después de realizar el protocolo NHE y fue estadísticamente significativo (p=0.005)
Hasebe et Al (2019)	(n=259) Futbolistas (hombres) de 15-18 años, de 7 equipos de nivel de club de fútbol de secundaria.	(n= 103 jugadores, 3 grupos control) Intervención estándar: entrenamiento de fútbol	(n= 156 jugadores, 4 grupos de intervención) Intervención estándar +27 semanas de NHE	El grupo de intervención realizó el NHE, durante un periodo de 27 semanas. El NHE se realizó después del entrenamiento normal y antes de la vuelta a la calma y los estiramientos.	Evaluación funcional: distancia entre los dedos y el piso, extensión isométrica de la rodilla y fuerza de flexión, y 50 m de tiempo de ejecución). Información de los cuestionarios del comienzo del estudio Horas por día, detalles de la lesión, horas de descanso por lesión, presencia o ausencia del programa NHE).	Se lesionaron 7 jugadores (3 en el grupo de control, 4 en el grupo de intervención). Los jugadores lesionados con la distensión nunca se habían sufrido esta lesión antes. La tasa de lesión de los isquiotibiales fue de 1,04 en el grupo de control y 0,88 en el grupo intervención.
Espinosa et Al (2015)	(n=44) Futbolistas (mujeres) de 18 a 25 años de la primera y segunda ligas españolas.	(n=21 jugadoras) Intervención: Balanceos frontales de piernas (FLS), columpios laterales de piernas (SLS) y saltos múltiples (MJ)+ entrenamiento de fútbol	(n=22 jugadoras) Intervención: programa de entrenamiento excéntrico (ETP) durante 21 semanas consistía en dos ejercicios: Nordic Hamstring (NH) y Excentric Band Exercise (EBE)+ entrenamiento de fútbol	Los ejercicios se realizaban al principio del entrenamiento durante 21 semanas. Se dividieron en 3 fases con distinta carga de trabajo.	Se midieron al principio y al final de la competición. Ejercicios de extensión y flexión de piernas, test de flexibilidad, saltos verticales en cajón, tiempo de sprint Lesiones durante la temporada, recuperación y gravedad.	Diferencia entre IG y GC sobre los valores de flexibilidad de lumbares. El número de distensiones fue menor durante el periodo de intervención en GI (1 /28 lesiones totales sufridas) que en GC (5 distensiones/23 lesiones totales). Resultados no son estadísticamente muy significativos porque hay poca población.
Dorgham et al (2015)	(n=34) Futbolistas (masculinos) de 21-25 años de 5 equipos de Egipto.	(n=17 jugadores) Intervención: NH pre-entrenamiento+ entrenamiento	(n=17 jugadores) Intervención: NH pre y post entrenamiento+ entrenamiento	Se aplica el protocolo junto con el calentamiento y enfriamiento. La duración del programa fue 12 semanas, dos veces por semana excepto que la primera semana fue una vez/semana, como ejercicio pre-entrenamiento.	Exposición de horas de cada jugador (partidos, entrenamientos). Incidencia de lesión e inicio de la lesión	GE tenía 1 lesión (5,9% de las lesiones) mientras que el control presentó 4 lesiones (el 23.5%), con valor de p <0,05. Duración del protocolo de intervención de 12 semanas se considera suficiente para la adaptación muscular para la prevención. Solo el protocolo previo al entrenamiento no es suficiente para la prevención de lesiones.
Petersen et Al (2011)	(n=942 jugadores) Futbolistas (masculinos) de 54 equipos de las 2 mejores ligas danesas	(n=481 jugadores) Intervención: entrenamiento normal	(n=461 jugadores) Intervención: entrenamiento normal+27 sesiones de NH durante 10 semanas	Se realizaron 27 sesiones en 10 semanas en el parón que hay a mitad de la temporada. Semana 1-5 hay una progresión en las repeticiones y en el número de sesiones por semana. De la 5-10: 3 sesiones por semana y varían las repeticiones y en la última semana se hizo 1 sesión	Partidos jugados. Lesiones previas de isquiotibiales: lesiones durante la intervención, duración y recidivas.	Comparando GI vs GC las tasas de lesión de los isquiotibiales fueron significativamente más bajas en el GI (RR, 0,293; p \ 0,001). Tasas de lesiones significativamente más bajas con respecto a las nuevas lesiones (RR, 0,410; P = 0,034) y lesiones recurrentes (RR, 0,137; P=.003).

DISCUSIÓN

El fútbol es el deporte más popular del mundo con más de 275 millones de personas que lo practican⁽⁴⁾. En este deporte las distensiones de los isquiotibiales son de las lesiones musculares más comunes, 12% del total⁽⁶⁾. Como se ha descrito en la introducción el mecanismo de lesión es generalmente durante la última fase de swing, en el contacto inicial de la marcha/carrera donde la flexión de cadera y la extensión de rodilla ocurren simultáneamente. La aceleración rápida y máxima velocidad son también factores asociados.

La presente revisión sistemática tiene como objetivo buscar evidencia actual sobre la prevención de esta lesión, resultando el Ejercicio Nórdico de Isquiotibiales o *Nordic hamstring exercise (NHE)* la mejor manera de hacerlo.

Respecto al mejor momento del entrenamiento para realizar el protocolo de acuerdo con Dorgham et al⁽⁸⁾ y Hasebe et al⁽⁵⁾ sería después del entrenamiento, cuando el músculo está fatigado dado que en el estudio de Dorgham et al⁽⁸⁾ aumentó el fascículo 1.58 cm tras 12 semanas de protocolo.

Los estudios coinciden en que hay que abordar los factores de riesgo para conseguir la prevención de la lesión. Los factores de riesgo físicos de las lesiones de isquiotibiales, en concreto de las distensiones son: edad, posición, debilidad del músculo, falta de flexibilidad, desequilibrio de fuerza y la baja relación de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales, lesiones de isquiotibiales previas, calentamiento insuficiente⁽⁶⁾, además de la carrera, las aceleraciones y desaceleraciones. Por otro lado, podemos encontrarnos factores de riesgo ambiental como son el nivel de la competición y las condiciones del campo de juego.⁽⁵⁾ La causa más frecuente de lesión según Van der Horst et al⁽⁴⁾ fue la aceleración, así mismo, Hasebe et al⁽⁵⁾ afirma que es uno de los factores de riesgo más importantes junto con la reducción de flexibilidad, baja relación isquiotibiales/cuádriceps y falta de fuerza⁽²¹⁾.

En los últimos años, se ha informado que la tasa de lesiones de isquiotibiales ha disminuido hasta en un 70 % gracias a la implementación del ejercicio nórdico de isquiotibiales (NHE, por sus siglas en inglés) en

futbolistas profesionales y aficionados⁽⁵⁾. Los 5 estudios informaron a sus participantes de la posibilidad de sufrir dolor muscular de inicio retardado (en inglés, Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)) durante las dos primeras semanas de protocolo debido al efecto del ejercicio excéntrico.

Los cinco artículos coinciden en que se producen más lesiones durante los partidos, que no hay diferencias significativas entre las diferentes posiciones del campo, excepto con los porteros que no sufrieron ninguna distensión. Espinosa et al⁽⁶⁾ informaba de que hay menos incidencia en el fútbol amateur o semiprofesional que en el profesional. Además, Petersen et Al⁽¹⁰⁾ mostró que la mayoría de las lesiones ocurrieron en la pretemporada o en el inicio del protocolo, el 60% de las lesiones del grupo intervención.

Petersen et al⁽¹⁰⁾ mostraba un 65 % menos de incidencia de lesiones en el grupo de jugadores que completaron el programa de intervención que consistía en estiramientos de calentamiento, entrenamiento de flexibilidad y el ejercicio nórdico de isquiotibiales en comparación con el grupo control que no realizaba el ejercicio excéntrico. Esto indica que el efecto preventivo es resultado del ejercicio nórdico de isquiotibiales, y no estiramiento⁽¹⁹⁾. En este mismo sentido observamos que en el protocolo aplicado por Van de Horst⁽⁴⁾ existían diferencias significativas ($P=0.005$) ya que había 18 distensiones en el grupo control frente a 6 en el grupo intervención.

Tras aplicar el protocolo de entrenamiento de Dorgham et al⁽⁸⁾ que consistía en aplicar el NHE pre y post entrenamiento, aumentó la longitud muscular(sarcomerogénesis) en el grupo intervención. Además, solo una sesión de entrenamiento de NH provocó un cambio inmediato ($7,7^{\circ}$) en el torque óptimo de flexión de rodilla, que se mantuvo 10 días después del ejercicio⁽¹⁷⁾. Un NH de 10 semanas mostró un 20,8% de fascículos aumento de longitud⁽¹⁸⁾.

Los jugadores de fútbol suelen tener más desarrollado el cuádriceps que los isquiotibiales. El entrenamiento excéntrico reduce la tasa de lesión corrigiendo el desequilibrio entre cuádriceps e isquiotibiales. Tras el protocolo de Hasebe et al⁽⁵⁾ la relación cuádriceps/isquiotibiales y el tiempo de carrera de 50 m fueron significativamente diferentes entre los dos grupos ($p<0,01$). Se considera que NHE afecta de forma positivamente

significativa a la fuerza de flexión de la rodilla y un aumento sustancial del rendimiento de sprint, aumento de la longitud de la cabeza larga del bíceps femoral, y modificando el torque máximo de flexión de la rodilla hacia la extensión.

Aunque la fuerza no aumentara significativamente en el estudio de Espinosa et Al⁽⁶⁾, en artículos relacionados como el de Askling C. et Al.⁽¹¹⁾ había un aumento de fuerza debido a la aplicación de entrenamientos más frecuentes, intensos y cortos^(7,22). Tras el ejercicio excéntrico hay una adaptación protección⁽²⁰⁾, este mecanismo se conoce como efecto de combate repetido (RBE)^(5,6). Aunque los mecanismos exactos de esta adaptación no están bien definidos, parece implicar una serie de adaptaciones neuronales, mecánicas y celulares.

La recurrencia solamente fue evaluada en el artículo de Petersen et al⁽¹⁰⁾ y un hallazgo clínico relevante fue que la intervención era altamente efectiva para reducir la tasa de lesiones recurrentes, que disminuyeron en aproximadamente el 85%. Esto es importante porque en el fútbol más de 1/3 de todas las lesiones recurrentes de distensión de los isquiotibiales se producen la primera semana después del último día de rehabilitación. Adicionalmente, Espinosa et al⁽⁶⁾ incidía en que la tasa de recurrencia para la distensión es más alta que para otras lesiones, acentuando la necesidad de prevención. El NHE podría ser efectivo tanto en prevención primaria como secundaria.

Respecto a la severidad de la lesión los artículos la valoraban en los días de ausencia en el deporte. El artículo de Hasebe et al⁽⁵⁾ era el único que consideró que la tasa de tiempo lesionado se redujo en el grupo intervención. Los resultados de este artículo sugerían que el NHE puede influir en la reducción el tiempo perdido en el deporte mucho más que la incidencia de lesiones.

Limitaciones y futuras investigaciones

A pesar de ser el fútbol femenino actualmente un deporte muy popular y en auge, como se ha descrito anteriormente, encontramos déficit en el número de artículos relacionados con el mismo y en concreto sobre entrenamiento de prevención, motivo por el que se amplió la búsqueda a

ambos sexos, por lo que valoramos que se deberían realizar estudios en este grupo de población. En este mismo sentido, se considera que en futuros estudios sería interesante analizar a los grupos controlando variables como relación isquiotibiales-cuádriceps, nivel de activación y fuerza de los isquiotibiales que proporcionaría mayor potencia estadística y por tanto resultados de mayor valor científico.

PLAN DE INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICO

Este plan de intervención se centra en la prevención de las distensiones de isquiotibiales, para ello, usaremos el ejercicio nórdico excéntrico. Preferiblemente le sugerimos al entrenador que lo realice después del entrenamiento antes de la vuelta a la calma, si no fuera posible se debería realizar al comienzo del entrenamiento, pero siempre después de un adecuado calentamiento.

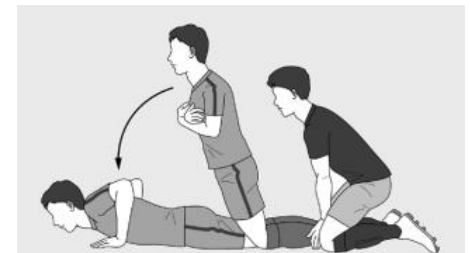


Ilustración 1: Ejercicio Nórdico de Isquiotibiales (NHE)⁽⁵⁾

Buena ejecución del ejercicio: El atleta parte la posición de rodillas, con el torso recto. Un compañero estabiliza los pies del atleta para mantenerse en contacto con el suelo durante todo el movimiento. Luego, el atleta intenta resistir un movimiento de caída hacia adelante usando los músculos isquiotibiales para maximizar la carga en la fase excéntrica. Se pide a los participantes que frenen el avance y caigan el mayor tiempo posible y que usen los brazos y manos para amortiguar la caída, dejar que el pecho toque la superficie e inmediatamente volver a la posición inicial empujando con sus manos para minimizar la carga en la fase concéntrica.

Sesiones:

Semana	Frecuencia	Series	Repeticiones	Volumen semanal	Semana	Frecuencia	Series	Repeticiones	Volumen semanal
1	1	2	5	10	7	2	4	8	64
2	2	3	5	30	8	2	4	8	64
3	2	3	6	36	9	2	4	9	72
4	2	4	6	48	10	2	4	9	72
5	2	4	7	56	11	2	4	10	80
6	2	4	7	56	12	2	4	12	96

CONCLUSIONES

Los músculos isquiotibiales se lesionan con facilidad en deportes que implican alta velocidad, salto o cambios de direcciones por las fuerzas extremas excéntricas que deben realizar estos músculos en esos gestos deportivos.

El entrenamiento excéntrico es el mejor medio para mejorar la fuerza de los músculos isquiotibiales. Este entrenamiento también sirve para mejorar la flexibilidad de estos músculos.

Incorporar el protocolo de prevención NHE en los entrenamientos reduce significativamente la incidencia de la distensión de los isquiotibiales, bien sean nuevas o recidivas. Es un ejercicio sencillo que no requiere material ni mucho tiempo, por lo que cualquier entrenador o preparador físico lo podría incluir en sus entrenamientos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.** Ernlund L, Vieira LA. Hamstring injuries: update article. *Rev Bras Ortop.* 2017 Aug 1;52(4):373-382. doi: 10.1016/j.rboe.2017.05.005. PMID: 28884093; PMCID: PMC5582808. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28884093/>
- 2.** Hickey JT, Opar DA, Weiss LJ, Heiderscheit BC. Hamstring Strain Injury Rehabilitation. *J Athl Train.* 2022 Feb 1;57(2):125-135. doi: 10.4085/1062-6050-0707.20. PMID: 35201301; PMCID: PMC8876884. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35201301/>
- 3.** Erickson LN, Sherry MA. Rehabilitation and return to sport after hamstring strain injury. *J Sport Health Sci.* 2017 Sep;6(3):262-270. doi: 10.1016/j.jshs.2017.04.001. Epub 2017 Apr 10. PMID: 30356646; PMCID: PMC6189266. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30356646/>
- 4.** Van der Horst N, Smits D-W, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine.* 2015;43(6):1316-1323. doi:[10.1177/0363546515574057](https://doi.org/10.1177/0363546515574057)
- 5.** Hasebe, Y., Akasaka, K., Otsudo, T., Tachibana, Y., Hall, T., & Yamamoto, M. (2020). Effects of Nordic Hamstring Exercise on hamstring injuries in high school soccer players: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Medicine*, 41(3), 154–160. <https://doi.org/10.1055/a-1034-7854>
- 6.** Ama Espinosa, G., Pöyhönen, T., Aramendi, J. F., Samaniego, J. C., Emparanza Knörr, J. I., & Kyröläinen, H. (2015). Effects of an eccentric training programme on hamstring strain injuries in women football players. *Biomedical Human Kinetics*, 7(1). <https://doi.org/10.1515/bhk-2015-0019>
- 7.** Ribeiro-Alvares, J. B., Marques, V. B., Vaz, M. A., & Baroni, B. M. (2018). Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury

risk factors in young adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(5), 1254–1262.

<https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001975>

- 8.** MOHSEN MOHAMED EL-SAYYAD Ph.D., H. A. D. M. S., & EL-ERIAN Ph.D., A. E. (2019). Efficacy of adding post-training Nordic exercises to hamstring injury prevention program in soccer players. *The Medical Journal of Cairo University*, 87(March), 81–86.
<https://doi.org/10.21608/mjcu.2019.52324>
- 9.** Mendiguchia, J., Martinez-Ruiz, E., Morin, J. B., Samozino, P., Edouard, P., Alcaraz, P. E., Esparza-Ros, F., & Mendez-Villanueva, A. (2015). Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players: Hamstring training and performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 25(6), e621-9. <https://doi.org/10.1111/sms.12388>
- 10.** Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M. B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296–2303.
<https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- 11.** Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports*. 2003 Aug;13(4):244-50. doi: 10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12859607/>
- 12.** Forsythe, B., Knapik, D. M., Crawford, M. D., Diaz, C. C., Hardin, D., Gallucci, J., Silvers-Granelli, H. J., Mandelbaum, B. R., Lemak, L.,

- Putukian, M., & Giza, E. (2022). Incidence of injury for professional soccer players in the United States: A 6-year prospective study of Major League Soccer. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(3), 23259671211055136. <https://doi.org/10.1177/23259671211055136>
- 13.** Shield, A. J., & Bourne, M. N. (2018). Hamstring injury prevention practices in elite sport: Evidence for eccentric strength vs. Lumbo-pelvic training. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(3), 513–524. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0819-7>
- 14.** Timmins, R. G., Bourne, M. N., Shield, A. J., Williams, M. D., Lorenzen, C., & Opar, D. A. (2016). Short biceps femoris fascicles and eccentric knee flexor weakness increase the risk of hamstring injury in elite football (soccer): a prospective cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1524–1535. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095362>
- 15.** Valle, X., L Tol, J., Hamilton, B., Rodas, G., Malliaras, P., Malliaropoulos, N., Rizo, V., Moreno, M., & Jardi, J. (2015). Hamstring muscle injuries, a rehabilitation protocol purpose. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(4), e25411. <https://doi.org/10.5812/asjasm.25411>
- 16.** Degen, R. M. (2019). Proximal hamstring injuries: Management of tendinopathy and avulsion injuries. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(2), 138–146. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09541-x>
- 17.** Seymore, K. D., Domire, Z. J., DeVita, P., Rider, P. M., & Kulas, A. S. (2017). The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *European Journal of Applied*

Physiology, 117(5), 943–953. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3583-3>

- 18.** Bourne, M. N., Opar, D. A., Williams, M. D., Al Najjar, A., & Shield, A. J. (2016). Muscle activation patterns in the Nordic hamstring exercise: Impact of prior strain injury: Hamstring activation in Nordic exercise. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(6), 666–674. <https://doi.org/10.1111/sms.12494>
- 19.** Arnason, A., Andersen, T. E., Holme, I., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study: Prevention of hamstring strains in soccer. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 18(1), 40–48. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2006.00634.x>
- 20.** Brockett, C. L., Morgan, D. L., & Proske, U. (2001). Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(5), 783–790. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00017>
- 21.** Bourne, M. N., Duhig, S. J., Timmins, R. G., Williams, M. D., Opar, D. A., Al Najjar, A., Kerr, G. K., & Shield, A. J. (2017). Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 51(5), 469–477. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096130>
- 22.** Mjøl̄snes, R., Arnason, A., Østhagen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian*

