

EFFECTIVIDAD DE LOS EJERCICIOS NÓRDICOS SOBRE LA INCIDENCIA DE LESIONES DE ISQUIOTIBIALES EN FUTBOLISTAS PROFESIONALES Y AMATEUR MASCULINOS ENTRE LOS 15 Y 41 AÑOS. REVISIÓN SISTEMÁTICA

EFFECTIVENESS OF NORDIC EXERCISES ON THE INCIDENCE OF HAMSTRING INJURIES IN MALE PROFESSIONAL AND AMATEUR SOCCER PLAYERS AGED 15-41 YEARS. SYSTEMATIC REVIEW

Recibido el 8 de septiembre de 2022 / Aceptado el 28 de noviembre de 2022 / DOI: [10.24310/riccafd.2022.v11i3.15338](https://doi.org/10.24310/riccafd.2022.v11i3.15338)
Correspondencia: Diego Fernando Afanador-Restrepo. Afanador807@gmail.com

Tumiñá-Ospina, DM^{FB}; **Rivas-Campo, Y**^{1AC} **García-Garro, PA**^{2C}; **Gómez-Rodas, A**^{3C}; **Afanador-Restrepo, DF**^{2,3AC}

¹Grupo de Investigación GIADHE. Facultad de Ciencias Humanas y Sociales. Universidad San Buenaventura – Cali.

²Grupo de Investigación en Pedagogía. Facultad de Educación a Distancia y Virtual, Institución Universitaria Antonio José Camacho.

³Grupo de Investigación ZIPATEFI. Facultad de Ciencias de la Salud y Deporte. Fundación Universitaria del Área Andina – Pereira.

Responsabilidades

^ADiseño de la investigación. ^BRecolector de datos. ^CRedactor del trabajo. ^DTratamiento estadístico. ^EApoyo económico. ^FIdea original y coordinador de toda la investigación

RESUMEN

Introducción: Las lesiones musculares son comunes en futbolistas, siendo la lesión de isquiotibiales la más frecuente. **Objetivo:** Analizar la evidencia existente sobre los efectos de los ejercicios nórdicos en la incidencia de lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol profesional y amateur masculinos entre los 15 y 41 años. **Materiales y métodos:** Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA, realizando la búsqueda de artículos en PubMed, BVS, Cochrane, Web OF Science y SCOPUS, además de consultar Google Scholar. La búsqueda se realizó basada en la estrategia PICO con los siguientes términos: hamstring muscles, exercise, rehabilitation, therapy, athletic injuries, soccer. **Resultados:** un total de 257 artículos resultaron de la búsqueda, siendo 5 los artículos incluidos



en este estudio. Todos los estudios evidenciaron efectos positivos de los ejercicios nórdicos para los deportistas. Conclusiones: los ejercicios nórdicos redujeron la incidencia de lesión de isquiotibiales en 4 de los estudios analizados, el porcentaje de cumplimiento de las sesiones de intervención condicionaron la calidad de los efectos mientras que el momento de aplicación de la intervención (pre- o post-entreno) no influyó.

■ PALABRAS CLAVE

músculos isquiotibiales, ejercicio, rehabilitación, lesiones en atletas, fútbol.

■ ABSTRACT

Introduction: muscular injuries are the most common among soccer players, being hamstring injury the most frequent. Objective: The aim of this study was to analyze the existing evidence on the effects of Nordic exercises on the incidence of hamstring injuries in professional and amateur male soccer players between 15 and 41 years of age. Methods: A systematic review was carried out following the PRISMA guidelines recommendations, a search was carried out for articles in PubMed, BVS, Cochrane, Web OF Science and SCOPUS, in addition Google Scholar was consulted. The search was performed based on the PICO strategy with the following terms: hamstring muscles, exercise, rehabilitation, therapy, athletic injuries, soccer. Results: a total of 257 articles resulted from the search, 5 of which were included in this study. All studies showed positive effects of Nordic exercises for athletes. Conclusions: Nordic exercises reduced the incidence of hamstring injury in 4 of the studies analyzed, the percentage of compliance with the intervention sessions conditioned the quality of the effects while the moment of application of the intervention (pre- or post-training) had no influence.

■ KEY WORDS

hamstring muscles, exercise, rehabilitation, injuries in athletes, soccer.

■ INTRODUCCIÓN

El adecuado desarrollo, función y desempeño muscular es de particular importancia en futbolistas (1), en especial, por las altas tasas de lesión que se reportan en este tejido asociadas al sobreuso y elevada exigencia



propias del juego que requieren la mejor condición física posible en cuanto al desempeño en fuerza, velocidad, y flexibilidad (2-4).

La presencia de este tipo de lesiones es tan crítica en este deporte que se ha estimado una pérdida del 12% de la temporada competitiva atribuidas a las ausencias de los jugadores producto de lesiones asociadas a su práctica deportiva con sus consecuentes pérdidas económicas de resultados deportivos. (5).

En futbolistas tanto de ligas amateur como profesionales, las lesiones más comunes suelen presentarse a nivel de los músculos isquiotibiales. Las afectaciones en este grupo muscular representan el 37% de las lesiones de tipo muscular en esta disciplina. Además, suelen ser lesiones recurrentes, y se estima que la tasa de recidiva oscila entre un 12% y un 33% lo que implica largos periodos de recuperación (6).

El complejo muscular de los isquiotibiales que tiene por función conjunta la extensión de cadera y la flexión de rodilla está conformado por los músculos semimembranoso, semitendinoso y bíceps femoral (7). Estos se vuelven más susceptibles a las lesiones a causa de la edad, la presencia de lesiones previas y la arquitectura muscular, la fatiga, la flexibilidad, la fuerza estabilizadora lumbo-pélvica y principalmente por disminución de la fuerza excéntrica (8). Esta última juega un rol importante durante la carrera, siendo de gran importancia, no sólo para soportar y desacelerar la extensión de la rodilla durante la fase de oscilación tardía, sino también para equilibrar la fuerza isocinética del miembro inferior contralateral (9).

La lesión de isquiotibiales es una de las más prevalentes en el fútbol y el mecanismo de lesión se ha asociado a un estiramiento excesivo de la unión miotendinosa (distensión muscular), principalmente a nivel del bíceps femoral que suele presentarse durante carreras potentes y largas (10). El aumento de la velocidad de la carrera genera a su vez un incremento de las fuerzas que actúan sobre este grupo muscular haciéndolo susceptible a lesiones, este mecanismo representa entre el 60% y el 80% de las lesiones de isquiotibiales, siendo predominante durante la fase final de la oscilación o balanceo, momento en el que las fibras realizan una contracción excéntrica máxima en respuesta al movimiento de extensión de rodilla y flexión de cadera con el objetivo de desacelerar el gesto. Por estas razones, el déficit de fuerza excéntrica en este grupo muscular, en especial a alta velocidad, se ha postulado como un claro factor de riesgo (11).

Con esto claro, el entrenamiento excéntrico de los isquiotibiales se ha posicionado como una de las estrategias más costo-efectivas para prevenir este tipo de lesiones (12). Se ha sugerido que el entrenamiento excéntrico produce un aumento de la longitud y la fuerza de este grupo



muscular favoreciendo el correcto desarrollo de la práctica deportiva (13). Adicionalmente, se ha demostrado que el entrenamiento excéntrico ayuda a aumentar el ROM de flexión de cadera, lo que se puede traducir en una mayor tolerancia al estiramiento muscular (14). Sin embargo, los protocolos de prevención de lesiones de isquiotibiales actuales como el FIFA 11 emplean diferentes estrategias en las que se incluyen diversos tipos de ejercicios, entre ellos los ejercicios nórdicos que, al no reproducir claramente las condiciones funcionales de estos músculos, podrían generar confusión sobre los verdaderos efectos de estos ejercicios (15).

En este contexto, la evidencia actual sobre los efectos de los ejercicios nórdicos sobre la incidencia de lesiones de isquiotibiales se mantiene heterogénea. A pesar de la existencia de algunos estudios que sugieren la inclusión de ejercicios de fortalecimiento excéntrico en los programas de prevención de lesiones de isquiotibiales para disminuir su incidencia (3, 9), los efectos de los ejercicios nórdicos por sí solos aún no han sido abordados de manera específica. Adicionalmente, se requiere clarificar la relevancia de este tipo de ejercicios en adultos y adolescentes, dado que las edades entre los 15 y los 40 años se caracterizan por ser de mayor exigencia competitiva, además de ser por sí mismas un factor de riesgo (8), demostrando que se requiere la verificación en cuanto a la efectividad y utilidad de estos ejercicios en específico para la disminución de la incidencia de lesión en los músculos isquiotibiales.

■ MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Se llevó a cabo una revisión sistemática siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analyses) (16) para analizar la evidencia sobre la efectividad de los ejercicios excéntricos de músculos isquiotibiales enfocados a la prevención de lesiones de isquiotibiales en futbolistas masculinos.

Fuentes documentales consultadas

La recolección de la información tuvo lugar desde marzo hasta junio del 2022 usando bases de datos electrónicas: PubMed, BVS (MEDLINE), Cochrane (PubMed, EMBASE, CT.gov, CINAHL), Web OF Science (Web of Science Core Collection, MEDLINE®, Current Contents Connect, SciELO Citation Index), SCOPUS (British Journal of Sport, Medicine, American Journal Of Sport Medicine, Journal Of Sport Rehabilitation, Scandinavian Journal Of Medicine And Science In Sport, Physical Therapy In Sport,



Sports Medicine, Journal Of Science And Medicine In Sport, Journal Of Sports Sciences, BMC Musculoskeletal Disorders, Clinical Journal Of Sport Medicine Official Journal Of The Canadian Academy Of Sport Medicine). La última búsqueda se realizó el día 6 de junio del 2022.

Estrategia de búsqueda

Se emplearon como palabras clave las siguientes: “Hamstring Muscles”[Mesh], “Exercise”[Mesh], “rehabilitation” [Subheading], “therapy” [Subheading]), “Athletic Injuries”[Mesh], “Soccer”[Mesh], los cuales se combinaron con los siguientes sinónimos de términos libres con los operadores booleanos “AND” y “OR”: “Hamstring Injuries”, “Hamstring Strain”, “Hamstring Muscles”, “Eccentric Exercise”, “Nordic Hamstring Exercise”, “Eccentric Training”, “Eccentric Strength”, “Strength Training”, Prevention, Prevent, “Injuries Prevention”, “Soccer”, “Soccer Athletes”, “Soccer Players” y “Football”.

Criterios de inclusión

Los artículos fueron incluidos según los siguientes criterios: (i) ensayos clínicos controlados aleatorizados, (ii) contar con al menos un grupo de intervención con ejercicios nórdicos; (iii) tener por variable resultado o secundaria la incidencia de lesiones de isquiotibiales, (iv) haber sido llevado a cabo con futbolistas masculinos entre los 15 y 41 años.

Criterios de exclusión

Se excluyeron aquellos estudios cuando: (i) la población contemplara futbolistas femeninas u otros deportes; (ii) el estudio no reportara la incidencia de lesiones de isquiotibiales; (iii) no se compararon los resultados de la intervención con un grupo control; (iv) no se pudo acceder al texto completo del artículo.

Proceso de selección de los estudios

Para seleccionar los artículos analizados en esta revisión sistemática se utilizó la plataforma Rayyan (<https://rayyan.qcri.org/welcome>, accedido en Marzo de 2022) (17). Inicialmente, se realizó la eliminación de artículos duplicados para posteriormente filtrar a partir del resumen y el título aquellos artículos candidatos a lectura completa según los criterios de selección y exclusión mencionados previamente. Por último, se realizó una lectura completa de los artículos preseleccionados lo que permitió determinar los estudios que serían incluidos en esta revisión



sistemática

Extracción de los datos

Con el propósito de dar respuesta a los objetivos planteados en este estudio, se incluyeron datos de los autores, año de publicación, país de publicación, características de la población, características de intervención, tiempo de seguimiento y los resultados obtenidos teniendo como variable principal la incidencia de lesiones de isquiotibiales posterior a una intervención basada en ejercicios nórdicos.

Herramienta de valoración de la calidad metodológica

Para la valoración de la calidad metodológica se utilizó la escala de PEDro (18). La escala de PEDro está compuesta por 11 ítems, de los cuales 10 son calificables como SI (1) y NO (0) para una puntuación máxima de 10 puntos. Un artículo se considera “excelente” cuando presenta una puntuación >9, “bueno” de 6 a 8 puntos, “justo” entre 4 y 5 y “pobre” cuando la calificación es <3 (19).

■ RESULTADOS

Proceso de identificación y selección de los estudios

Se realizó una búsqueda completa en diferentes bases de datos lo que dio como resultado 253 artículos más otros 4 que se encontraron en otras fuentes como Google Scholar, arrojando en total 257 artículos. Al realizar el cribado se eliminaron 54 artículos duplicados, dejando en total 203 artículos que fueron revisados por título y resumen. Después de la lectura, fueron excluidos 165 artículos por no cumplir con los criterios de inclusión, quedando en total 38 artículos para análisis de texto completo, de los cuales solo 5 cumplieron con los criterios de inclusión (20-24)(Figura 1).

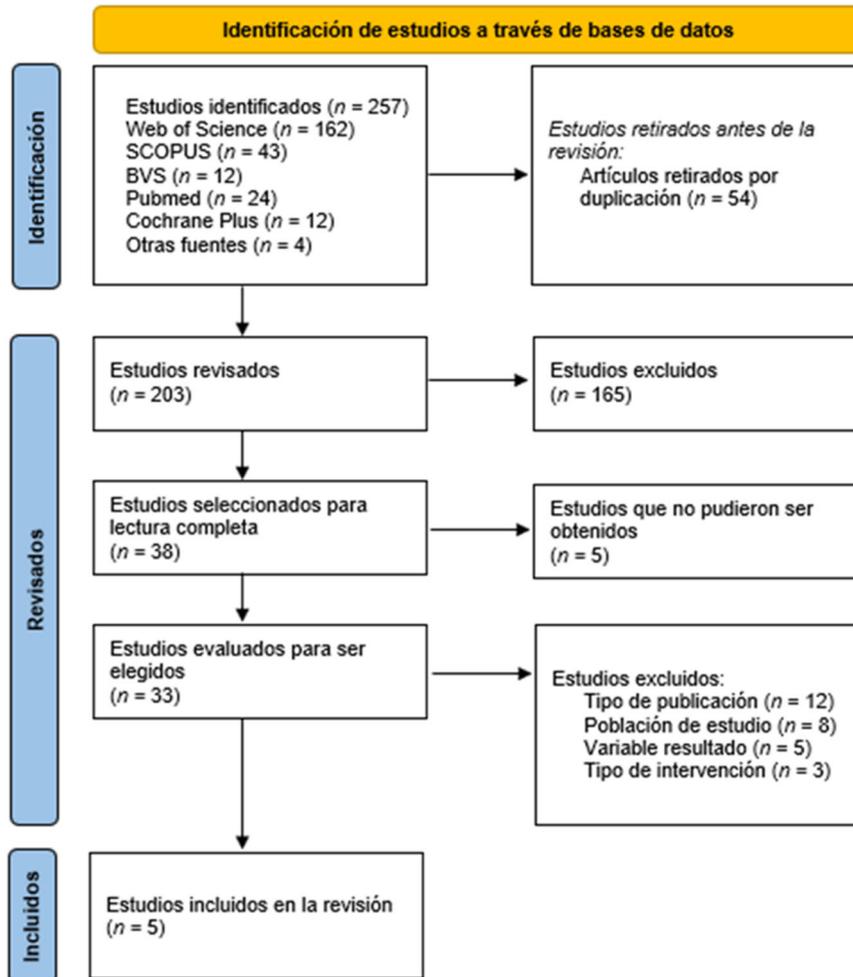


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección. Prisma 2020

Calidad metodológica

La calidad metodológica se evaluó a través de la escala de PEDro. De los artículos incluidos en la revisión, tres contaban con calificación en la plataforma de PEDro (20, 21, 23), mientras que los dos restantes se evaluaron manualmente (22, 24). Los artículos presentaron una puntuación entre 5 y 8, clasificando 1 artículo como justo (21) y 4 como buenos (20, 22-24). Ningún estudio cegó a los sujetos ni a los terapeutas (20-24), uno de ellos no estableció los criterios de elegibilidad (20), otro no realizó asignación oculta, otro más no presentó una comparativa basal (23), mientras que tres estudios no cegaron a los evaluadores (20-22). Sólo dos estudios no realizaron un seguimiento adecuado (20, 23), mientras que sólo uno de ellos no realizó un análisis por intención de tratamiento (20)(Tabla 1).

**Tabla 1. Escala de calidad metodológica de los artículos incluidos.**

Autoría	Items											Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Petersen et al. 2011 (20)	N	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	6
van der Horst et al. 2015 (21)	S	S	N	S	N	N	N	N	S	S	S	5
Elerian et al. 2019 (22)	S	S	S	S	N	N	N	S	S	S	S	7
Hasebe et al. 2020 (23)	S	S	S	N	N	N	S	N	S	S	S	6
Chebbi et al. 2022 (24)	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	8

Elementos: 1: criterios de elegibilidad; 2: asignación aleatoria; 3: asignación oculta; 4: comparabilidad basal; 5: sujetos ciegos; 6: terapeutas ciegos; 7: evaluadores ciegos; 8: seguimiento adecuado; 9: análisis por intención de tratar; 10: comparaciones entre grupos; 11: estimaciones puntuales y variabilidad; S: Sí; N: No.

Características generales de los estudios incluidos

Todos los artículos incluidos en esta revisión son Ensayos Controlados Aleatorizados (ECA) (20-24), llevados a cabo en Dinamarca (20), Holanda (21), Egipto (22), Japón (23) y Australia (24). Sus respectivas publicaciones se produjeron en 2011 (20), 2015 (21), 2019 (22), 2020 (23) y 2022 (24). En todos los casos, el idioma de publicación fue el inglés (20-24) (Tabla 2).

Características de la muestra

Un total de 1871 hombres participaron de los estudios analizados. La edad de los participantes osciló entre los 15 y 41 años. Todos los estudios fueron llevados a cabo con jugadores de fútbol (20-24), en 2 estudios los deportistas hacían parte de ligas amateur (21, 23), mientras que en otros 2 artículos pertenecían a ligas profesionales (22, 24) de fútbol, en sólo uno (20) hubo jugadores tanto de liga amateur como profesional. Un total de 961 atletas hicieron parte de los grupos de intervención y 910 de los grupos control (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los estudios

Autor	Muestra (I/C)	Edad	Intervención	# sesiones	Control	Recolección de la información	Resultados
Petersen et al. 2011 (20)	461/481	23,25 ± 4,00	EN pre-entreno + EH	27	EH	Antes de la intervención se solicitó un informe del número de lesiones presentadas durante los últimos 12 meses. Adicionalmente, se capacitó al equipo médico sobre qué era una lesión de isquiotibiales y se les solicitó registrarlas durante todo el 2008.	Una intervención de 10 semanas con EN disminuye la tasa de lesión de isquiotibiales en futbolistas amateur posterior a un seguimiento de 12 meses ($p = <0,001$)
van der Horst et al. 2015 (21)	292/287	24,50 ± 3,80	EN pre-entreno + EH	25	EH	Antes de la intervención se solicitó un informe del número de lesiones presentadas durante los últimos 12 meses. Adicionalmente, se capacitó al equipo médico sobre qué era una lesión de isquiotibiales y se les solicitó registrarlas durante todo el 2013.	La tasa de incidencia de lesiones fue de 0,7 por cada 1000 horas de juego, 0,33 en los entrenamientos y 1,2 en los partidos. Las tasas de incidencia de lesiones fueron significativamente ($p = 0.005$) diferentes entre los grupos de intervención (0,25; IC del 95%, 0,19-0,35) y de control (0,8; IC del 95%, 0,61-1.15)
Elerian et al. 2019 (22)	17/17	24,35 ± 3,80	GI1: EN pre-entreno + EH GI2: EH + EN post-entreno	23	Datos previos del equipo	3 meses posteriores a la intervención	El uso de los ejercicios nórdicos como protocolo de prevención fue eficaz para reducir todas las lesiones de los isquiotibiales, indiferentemente de si fue pre-entrenamiento o post-entrenamiento
Hasebe et al. 2020 (23)	156/103	16,50 ± 0,55	EH + EN post-entreno	54	EH	Durante las 27 semanas que duró la intervención	El ejercicio nórdico para los isquiotibiales en jugadores de fútbol de secundaria redujo significativamente la gravedad de las lesiones en los isquiotibiales en comparación con una intervención de control, sin embargo, no redujo la cantidad.

Autor	Muestra (I/C)	Edad	Intervención	# sesiones	Control	Recolección de la información	Resultados
Chebbi et al. 2022 (24)	135/22	18 - 41 años	EN pre-entreno + EH	T2013/2014= 36 T2014/2015= 20 T2015/2016= 53	EH	5 temporadas competitivas consecutivas	La aplicación de un programa de prevención de NHE tiene un efecto positivo en la tasa de lesiones en un equipo de fútbol; sin embargo, el cumplimiento de las intervenciones por parte de los jugadores puede ser fundamental para su éxito

EN: Ejercicios Nórdicos; EH: Entrenamiento Habitual; T: Temporada; #: Número

Intervención de los estudios

Todos los estudios incluyeron como intervención los ejercicios nórdicos (20-24). Tres estudios realizaron la intervención justo antes del entreno habitual (20, 21, 24), otro la realizó de manera posterior al entrenamiento (23) y solo un estudio comparó los efectos pre y post-entrenamiento (22).

El número de sesiones de intervención en los estudios fue diverso, Elerian et al. (22) establecieron dos grupos de intervención, realizando 50 sesiones para el primer grupo en el que combinaron entrenamiento pre y post entreno mientras el segundo grupo solo realizó 25 sesiones pre-entreno. Tres de los estudios oscilaron entre 25 sesiones (20), 27 sesiones (21), hasta 54 sesiones (23). Por último, en el estudio de Chebbi et al. (24), se realizaron 3 intervenciones distintas que variaron entre 20, 36 y 53 sesiones. La duración de las intervenciones también fue diferente entre estudios abarcando 10 semanas (20), 12 semanas (22), 13 semanas (20), 27 semanas (23), hasta 5 años (24) respectivamente.

Los grupos control en cuatro estudios (20, 21, 23, 24) realizaron su entrenamiento habitual mientras que sólo un estudio (22) consideró como grupo control datos de los mismos sujetos tomados 3 meses antes de la intervención.

En cuanto a la progresión de la intervención, tres de los estudios (20, 21, 24) siguieron un protocolo de aumento paulatino diseñado por Petersen et al. (20) en el cual, durante la primera semana, los deportistas realizaron 1 sesión de 2 series por 5 repeticiones cada una de ejercicios nórdicos, posteriormente en la semana 2 se incrementaba a 2 sesiones por semana de 2 series por 6 repeticiones, durante la semana 3, se realizaron 3 sesiones de 3 series de entre 6 a 8 repeticiones, en la semana 4 se mantuvieron las 3 sesiones y las 3 series pero con un incremento de 8 a 10 repeticiones por serie para finalmente alcanzar en la semana 5 una frecuencia de 3 sesiones de 3 series empezando con 12 repeticiones, después 10 y finalizando con 8 repeticiones, manteniéndose este volumen de trabajo por el número de semanas que cada diseño de estudio realizó. Hasebe et al. (23) siguió el protocolo de Petersen et al. (20) pero lo extendió por un número mayor de semanas, haciendo que el aumento se diera de



forma más escalonada, partiendo de una sesión por semana, con dos series de cinco repeticiones hasta alcanzar un máximo de dos sesiones por semana, cada una de 3 series de 10, 9 y 8 repeticiones en la semana 14. Por último Elerian et al. (22), plantearon la progresión del grupo de intervención pre-entreno siguiendo los lineamientos de Lovell et al. (25), empezando con un volumen de trabajo en la primer semana de 10 repeticiones divididas en 2 series hasta alcanzar un total de 96 repeticiones divididas en 4 series en la semana 12 de su intervención, mientras que para el grupo de intervención post-entreno estableció un volumen menor, empezando con 5 repeticiones en la semana 1 hasta progresar a un volumen de 48 repeticiones en la semana 12.

Incidencia de lesión de isquiotibiales

Todos los estudios incluidos en esta revisión (20-24) midieron la incidencia de lesión de isquiotibiales durante o posterior a la intervención con ejercicios nórdicos. En uno de ellos (20), se midió la incidencia de lesión por cada 100 jugadores encontrando una diferencia significativa entre el grupo intervención y el grupo control ($p < 0,001$, IC: 0,150 - 0,572), tres estudios midieron el total de lesiones por cada 1000 horas jugadas (21, 22, 24), van der Horst et al. (21) reportaron una incidencia de lesión de 0.7 (95% CI, 0.6-0.8). Por su parte, Elerian et al. (22), reportaron una diferencia significativa entre ambos grupos de intervención ($p < 0,05$), al evidenciar que el porcentaje de lesión en el grupo intervención 1 (EN pre-entreno) fue del 5,9%, el grupo de intervención 2 (EN post-entreno) 17,6% y el grupo control 35,1%. A su vez, Chebbi et al. (24) después de un seguimiento durante 5 años reportaron una incidencia de lesión correspondiente a 0,95 por cada 1000 horas de juego, evidenciando un mayor riesgo de lesión en el grupo de bajo cumplimiento del protocolo de EN (OR: 1,77, IC: 0,57 - 5,47, $p = 0,32$). Por último, el estudio de Hasebe et al. (23) midió la incidencia de las lesiones por cada 10 000 horas de competencia, encontrando una diferencia no significativa ($p = 0,83$) entre el grupo control (1,04) y el grupo de intervención con EN (0,88).

Seguimiento a los sujetos

El seguimiento a los atletas fue distinto para cada estudio. Dos estudios realizaron el seguimiento únicamente mientras se realizaba la intervención; de estos, uno (22) lo hizo durante 3 meses mientras que el otro realizó el seguimiento durante 7 meses y medio (23). Otros dos (20, 21), realizaron un seguimiento de doce meses posterior a la intervención y, por último, un estudio realizó un seguimiento por 5 años (24).



Cumplimiento del tratamiento

Todos los estudios (20-24) midieron el cumplimiento del tratamiento. Un estudio reportó un cumplimiento del 99,3% (22), el más alto entre todos los estudios analizados. Otros dos (20, 21) mencionaron que el porcentaje de cumplimiento fue del 91% mientras que un estudio presentó un cumplimiento del 88% (23). Por último, Chebbi et al. (24) estratificó a los deportistas estudiados según el nivel de cumplimiento del protocolo, aquellos atletas que cumplieron con <20% se clasificaron como bajos, entre el 20 y el 70% moderado y >70% como alto.

Resultados de los estudios

Todos los estudios (20-24) concluyeron que la implementación de ejercicios nórdicos durante los entrenamientos en jugadores de fútbol profesionales y amateur tienen efectos positivos en la disminución de la incidencia de lesiones musculares en isquiotibiales en futbolistas. Un estudio (22) evidenció que la disminución en la tasa de lesión es indiferente al momento de realización de los ejercicios nórdicos, ya sea pre-entreno o posterior al mismo. En cuanto a la gravedad de las lesiones, Peterson et al. (20) reportaron que el ejercicio nórdico no modifica la gravedad de las lesiones, mientras que Hasebe et al. (23) afirmaron lo opuesto. Por último, un estudio (24) concluye que el cumplimiento de las intervenciones podría estar asociado al éxito en la disminución de la incidencia de lesión en la musculatura isquiotibial.

■ DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos del entrenamiento excéntrico de isquiotibiales a partir de ejercicios nórdicos sobre la incidencia de lesiones de isquiotibiales en jugadores de fútbol masculinos. Los resultados de esta revisión sistemática mostraron que los ejercicios nórdicos, pre- o post-entreno, reducen la incidencia de lesiones de isquiotibiales en futbolistas masculinos siempre y cuando se tenga un porcentaje de cumplimiento alto del programa de ejercicios nórdico. Sin embargo, no existe consenso en cuanto a la influencia sobre la severidad de estas lesiones, aspecto que puede estar principalmente ligado a las diferencias metodológicas empleadas por los estudios.

Otros autores ya habían realizado una revisión sistemática con metaanálisis para estudiar los efectos del entrenamiento excéntrico sobre las lesiones de la musculatura isquiotibial, sin embargo, en comparación con este estudio, existieron múltiples diferencias metodológicas. Por un lado, Goode et al. (26) enfocaron su estudio en



los efectos de los ejercicios excéntricos, incluyendo diferentes métodos de entrenamiento, entre estos los ejercicios nórdicos; adicionalmente, contemplaron diferentes disciplinas deportivas e incluyeron como variable resultado la cantidad bruta de lesiones de isquiotibiales, concluyendo que el entrenamiento excéntrico no fue eficaz para la prevención de lesiones de la musculatura isquiotibial. Sin embargo, estos autores atribuyeron sus resultados a la adherencia y cumplimiento de los protocolos de intervención. Por el otro lado, Al Attar et al. (27), en su revisión sistemática con metaanálisis estudiaron también la incidencia de la lesión de isquiotibiales en jugadores de fútbol, sin embargo, al igual que Goode et al. (26) implementaron protocolos de intervención que combinaban los ejercicios nórdicos con otros tipos de entrenamiento. Adicionalmente, esta revisión con metaanálisis amplió su muestra incluyendo mujeres, además fue llevada a cabo hace 7 años y nueva evidencia ha surgido desde entonces enfocada únicamente en los ejercicios nórdicos. Por último, ninguna de estas revisiones contempló el tiempo de seguimiento de los jugadores, la duración de los protocolos de intervención o el momento de realización de la intervención, pre- o post-entreno.

Dado que los ejercicios nórdicos producen sobre los isquiotibiales una mejora significativa de la fuerza flexora de la rodilla (28), lo que se traduce en una mejora en la carrera (29) y además producen un aumento en la longitud de la cabeza larga del bíceps femoral (30), se infiere que estos efectos pueden influir directamente sobre los mecanismos de lesión que se presentan en los jugadores de fútbol, quienes muestran rupturas en la fase final del balanceo de la carrera (31, 32). Teniendo en cuenta estas consideraciones, el aumento de la longitud de la cabeza larga del bíceps femoral podría mejorar la fase excéntrica del gesto, ayudando a soportar las diferentes fuerzas que se generan durante los cambios bruscos de dirección y el gesto de la carrera sobre estas estructuras (33), lo que podría traducirse en una disminución en la incidencia de este tipo lesiones.

En este sentido, Petersen et al. (20), Van der Horst et al. (21), Elerian et al. (22) y Chebbi et al. (24), concuerdan en que los ejercicios nórdicos disminuyen la incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial. Solo Hasebe et al. (23) concluyeron que los ejercicios nórdicos no tendrían efectos sobre la incidencia en este tipo de lesiones. Sin embargo, aunque sus resultados no fueron estadísticamente significativos, si fueron clínicamente relevantes ya que observaron una disminución en la incidencia de lesiones en el grupo que realizó ejercicios nórdicos cuando se comparó con el grupo control. Los resultados de Hasebe et al. (23) podrían deberse principalmente a la muestra utilizada, dado que realizaron su estudio en población adolescente, con un cálculo muestral



no del todo claro, sin comparativa inicial ni seguimiento adecuado a la población, sugiriendo todo esto sesgo interpretativo en sus resultados.

De los estudios analizados, solo Petersen et al. (20) y Van der Horst (21) realizaron un seguimiento prolongado a los sujetos posterior a sus intervenciones. Si bien Chebbi et al. (24) basaron su estudio en datos recolectados por 5 temporadas de fútbol competitivas, estos autores no finalizaron sus intervenciones en un tiempo claro, las mantuvieron a lo largo del periodo de observación, al igual que lo hicieron Elerian et al. (22) y Hasebe et al. (23).

La incidencia de diferentes lesiones en fútbol de alto nivel se ha mantenido constante durante los últimos años, sin importar las mejoras en los protocolos o la innovación de los mismos; múltiples razones se han encontrado a este problema: vacíos en la evidencia científica que respalde protocolos de intervención (34), problemas de comunicación entre el personal de los diferentes equipos (35) y, claro está, problemas de adherencia y cumplimiento de los protocolos (36, 37). Diferentes autores concuerdan en que uno de los principales factores asociados al éxito de la intervención con ejercicios nórdicos es el cumplimiento de los protocolos (22, 38). En este sentido, un alto porcentaje de cumplimiento de los protocolos en los estudios analizados, a excepción del de Chebbi et al. (24), podría ser el motivo de los efectos evidenciados.

Adicionalmente, esta revisión sistemática analizó la efectividad de los ejercicios nórdicos realizados pre-entreno, post-entreno o una combinación de ambos, evidenciando que los efectos favorables del entrenamiento nórdico se obtienen independientemente del momento en que se realice. Esto va en contra de los hallazgos de Van der Horst (21), quien concluye que los ejercicios nórdicos pre-entrenamiento no bastan para prevenir la lesión de isquiotibiales. Sin embargo, múltiples autores (20, 31), han evidenciado efectos favorables a partir de la aplicación pre-entreno, además, Elerian et al. (22) no encontraron en su estudio diferencias significativas en relación con la incidencia de lesiones, aunque si evidenciaron un aumento en la longitud muscular de 0,2 cm y un cambio en el ángulo de penación del fascículo de 2,14°, ambas condiciones necesarias para la reducción del riesgo de lesión.

El deporte es una ciencia de constante reinvencción, donde las lesiones juegan un papel fundamental ya que reducen el tiempo de juego de los deportistas lo que se traduce en pérdidas monetarias. Este estudio buscó establecer las bases científicas que permitan el diseño e implementación de programas de entrenamiento, basados en ejercicios nórdicos, que disminuyan la incidencia de las lesiones de isquiotibiales en futbolistas masculinos, resaltando la duración y el cumplimiento de éste como factores clave.



■ LIMITACIONES Y CAMINOS FUTUROS

Esta revisión sistemática presenta varias limitaciones tales como la gran heterogeneidad entre los estudios en cuanto a tiempos de aplicación de los protocolos y de seguimiento a los sujetos. Adicionalmente, se debe tener en cuenta un sesgo geográfico, dado que son estudios publicados en Europa (40%), África (20%), Australia (20%) y Asia (20%), existe la posibilidad que los efectos de los ejercicios nórdicos no se puedan generalizar en América. Por último, debido a que los estudios analizados no mencionan de manera concreta las actividades llevadas a cabo por los grupos control, no se debe descartar la posibilidad de interacción de covariables que generen alteraciones en los resultados.

■ CONCLUSIONES

Los ejercicios nórdicos disminuyen la incidencia de lesiones en la musculatura isquiotibial en futbolistas masculinos con edades entre los 18 y los 41 años, sin embargo, sus efectos en edades entre los 15 y los 18 años aún no han sido evidenciados adecuadamente.

Los efectos de este tipo de ejercicios dependen principalmente del porcentaje de cumplimiento de los protocolos. Por consiguiente, un bajo nivel de cumplimiento se asocia con una mayor incidencia de lesión. Sin embargo, el momento de ejecución de los ejercicios nórdicos, ya sea pre-, post-entreno o una combinación de ambas, no parece influir en los beneficios que proveen estos ejercicios para disminuir la incidencia de lesión en la musculatura isquiotibial.

Adicionalmente, debido a la heterogeneidad de la evidencia aún no se puede establecer una relación directa entre los efectos de los ejercicios nórdicos y la gravedad de la lesión de isquiotibiales. Aún se requiere más investigación en el campo, mejor seguimiento a los sujetos de estudio y estandarización del protocolo de intervención tanto en número de semanas, como en progresión y volumen de los ejercicios. La estandarización de un protocolo permitiría evidenciar de manera adecuada los efectos de los ejercicios nórdicos en futbolistas.

■ REFERENCIAS

1. Peñailillo L, Espíldora F, Jannas-Vela S, Mujika I, Zbinden-Foncea H. Muscle Strength and Speed Performance in Youth Soccer Players %J Journal of Human Kinetics. 2016;50(1):203-10.
2. Raya-González J, de Ste Croix M, Read P, Castillo D. A Longitudinal Investigation of Muscle Injuries in an Elite Spanish Male Academy Soccer Club: A Hamstring Injuries Approach. 2020;10(5):1610.



3. Guerra V, Flórez G, Bustamante SJRdleCdIS. Ejercicio excéntrico para profilaxis de lesiones del musculo Isquiotibial en deportes que impliquen aceleración y desaceleración. 2019;1(2):76-86.
4. Arribas-Romano A, Gutiérrez-García L, Chena-Sinovas MRdPFeeFI. Factores de riesgo de la lesión de isquiotibiales en fútbol: revisión sistemática. 1889(5050):5050.
5. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. British journal of sports medicine. 2011;45(7):553-8.
6. De Hoyo M, Naranjo-Orellana J, Carrasco L, Sañudo B, Jiménez-Barroca J, Domínguez-Cobo SJRAdMdD. Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: factores de riesgo y estrategias para su prevención. 2013;6(1):30-7.
7. van der Made AD, Wieldraaijer T, Kerkhoffs GM, Kleipool RP, Engebretsen L, van Dijk CN, et al. The hamstring muscle complex. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA. 2015;23(7):2115-22.
8. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. British journal of sports medicine. 2013;47(6):351-8.
9. Abdel-Aziem AA, Soliman ES, Abdelraouf ORJAoett. Isokinetic peak torque and flexibility changes of the hamstring muscles after eccentric training: Trained versus untrained subjects. 2018;52(4):308-14.
10. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. British journal of sports medicine. 2004;38(1):36-41.
11. de Oliveira NT, Medeiros TM, Vianna KB, Oliveira GDS, de Araujo Ribeiro-Alvares JB, Baroni BM. A FOUR-WEEK TRAINING PROGRAM WITH THE NORDIC HAMSTRING EXERCISE DURING PRESEASON INCREASES ECCENTRIC STRENGTH OF MALE SOCCER PLAYERS. International journal of sports physical therapy. 2020;15(4):571-8.
12. Krist MR, van Beijsterveldt AM, Backx FJ, de Wit GA. Preventive exercises reduced injury-related costs among adult male amateur soccer players: a cluster-randomised trial. Journal of physiotherapy. 2013;59(1):15-23.
13. Ishøi L, Hölmich P, Aagaard P, Thorborg K, Bandholm T, Serner A. Effects of the Nordic Hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. Journal of sports sciences. 2018;36(14):1663-72.
14. Vatovec R, Marušič J, Marković G, Šarabon N. Effects of Nordic hamstring exercise combined with glider exercise on hip flexion flexibility and



hamstring passive stiffness. *Journal of sports sciences*. 2021;39(20):2370-7.

15. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. 2008;337:a2469.

16. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical research ed)*. 2021;372:n71.

17. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. *Systematic Reviews*. 2016;5(1):210.

18. Moseley AM, Rahman P, Wells GA, Zadro JR, Sherrington C, Toupin-April K, et al. Agreement between the Cochrane risk of bias tool and Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale: A meta-epidemiological study of randomized controlled trials of physical therapy interventions. *PloS one*. 2019;14(9):e0222770.

19. Rivas-Campo Y, García-Garro PA, Aibar-Almazán A, Martínez-Amat A, Vega-Ávila GC, Afanador-Restrepo DF, et al. The Effects of High-Intensity Functional Training on Cognition in Older Adults with Cognitive Impairment: A Systematic Review. *Healthcare (Basel, Switzerland)*. 2022;10(4).

20. Petersen J, Thorborg K, Nielsen MB, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American journal of sports medicine*. 2011;39(11):2296-303.

21. van der Horst N, Smits DW, Petersen J, Goedhart EA, Backx FJ. 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):1316-23.

22. Elerian AE, El-Sayyad MM, Dorgham HAA. Effect of Pre-training and Post-training Nordic Exercise on Hamstring Injury Prevention, Recurrence, and Severity in Soccer Players. *Annals of rehabilitation medicine*. 2019;43(4):465-73.

23. Hasebe Y, Akasaka K, Otsudo T, Tachibana Y, Hall T, Yamamoto M. Effects of Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in High School Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *International journal of sports medicine*. 2020;41(3):154-60.

24. Chebbi S, Chamari K, Van Dyk N, Gabbett T, Tabben M. Hamstring Injury Prevention for Elite Soccer Players: A Real-World Prevention Program Showing the Effect of Players' Compliance on the Outcome. *Journal of strength and conditioning research*. 2022;36(5):1383-8.

25. Lovell R, Knox M, Weston M, Siegler JC, Brennan S, Marshall PWM. Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2018;28(2):658-66.



26. Goode AP, Reiman MP, Harris L, DeLisa L, Kauffman A, Beltramo D, et al. Eccentric training for prevention of hamstring injuries may depend on intervention compliance: a systematic review and meta-analysis. 2015;49(6):349-56.
27. Al Attar WSA, Soomro N, Sinclair PJ, Pappas E, Sanders RH. Effect of Injury Prevention Programs that Include the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injury Rates in Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2017;47(5):907-16.
28. Mjølsnes R, Arnason A, Østhagen T, Raastad T, Bahr R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2004;14(5):311-7.
29. Suarez-Arrones L, Saez de Villarreal E, Núñez FJ, Di Salvo V, Petri C, Buccolini A, et al. In-season eccentric-overload training in elite soccer players: Effects on body composition, strength and sprint performance. *PloS one*. 2018;13(10):e0205332.
30. Bourne MN, Duhig SJ, Timmins RG, Williams MD, Opar DA, Al Najjar A, et al. Impact of the Nordic hamstring and hip extension exercises on hamstring architecture and morphology: implications for injury prevention. *British journal of sports medicine*. 2017;51(5):469-77.
31. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2008;18(1):40-8.
32. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2003;13(4):244-50.
33. Van Hooren B, Bosch F. Is there really an eccentric action of the hamstrings during the swing phase of high-speed running? part I: A critical review of the literature. *Journal of sports sciences*. 2017;35(23):2313-21.
34. McCall A, Carling C, Davison M, Nedelec M, Le Gall F, Berthoin S, et al. Injury risk factors, screening tests and preventative strategies: a systematic review of the evidence that underpins the perceptions and practices of 44 football (soccer) teams from various premier leagues. *British journal of sports medicine*. 2015;49(9):583-9.
35. Ekstrand J, Hägglund M, Kristenson K, Magnusson H, Waldén M. Fewer ligament injuries but no preventive effect on muscle injuries and severe injuries: an 11-year follow-up of the UEFA Champions League injury study. *British journal of sports medicine*. 2013;47(12):732-7.
36. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of injuries among male soccer players: a prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(6):1052-60.



37. McCall A, Dupont G, Ekstrand J. Injury prevention strategies, coach compliance and player adherence of 33 of the UEFA Elite Club Injury Study teams: a survey of teams' head medical officers. *British journal of sports medicine*. 2016;50(12):725-30.

38. Bahr R, Thorborg K, Ekstrand J. Evidence-based hamstring injury prevention is not adopted by the majority of Champions League or Norwegian Premier League football teams: the Nordic Hamstring survey. *British journal of sports medicine*. 2015;49(22):1466-71.