



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Universidad Espíritu Santo – UEES

Revisión Sistemática y Metanálisis sobre el entrenamiento excéntrico para la prevención de lesiones de isquiotibiales en futbolistas

Systematic Review and Meta-analysis about Eccentric Training for the prevention of Hamstrings Injuries in Soccer Players

Angélica Viviana Cisneros Islas¹  0000-0003-0822-372x

Antonio Vázquez Negrete²  0000-0002-4356-8793

Isaías Martínez Flores³  0000-0002-9023-2889

¹ Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte, Pachuca, Hidalgo, México. Dirección: Libramiento Circuito de La Concepción, La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hgo. C.P. 42160.

² Centro de Rehabilitación Integral Hidalgo, México. Dirección: Libramiento Circuito de La Concepción, La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hgo. C.P. 42160.

³ Centro de Rehabilitación Integral Regional Santiago Tulantepec, Hidalgo. Dirección: Libramiento Circuito de La Concepción, La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hgo. C.P. 42160.

Cita: Cisneros Islas, A., Vázquez Negrete, A., & Martínez Flores, I.. (2022). *Revisión Sistemática y Metanálisis sobre el entrenamiento excéntrico para la prevención de lesiones de isquiotibiales en futbolistas. INVESTIGATIO, (18). 69 - 87. <https://doi.org/10.31095/investigatio.2022.18.4>*

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 25.07.2021	Angélica Viviana Cisneros Islas
Aceptado: 10.12.2021	Universidad del Fútbol y Ciencias del Deporte, Pachuca, Hidalgo, México
Publicado: 15.03.2022	angelicabendito@hotmail.com

Resumen

Introducción: Las lesiones isquiotibiales (LI) son comunes en deportes que implican esfuerzos de alta velocidad y frenados rápidos. El entrenamiento excéntrico (EE) podría ser útil para prevenir estas lesiones, pero hay discrepancias en los estudios realizados hasta el momento.

Objetivo: Realizar una revisión sistemática y metanálisis (RSyM) para determinar la efectividad del EE para prevenir LI en futbolistas.

Material y Métodos: Se realizó una búsqueda en PubMed, limitada a ensayos clínicos sin límite de tiempo, ni idioma. Se siguieron los criterios PRISMA para revisiones sistemáticas, y se utilizaron las recomendaciones Cochrane para RSyM, los programas RevMan y R Studio.s

Resultados: De 39 registros encontrados, 5 fueron incluidos en el análisis final. El riesgo de sesgo de estos fue medio o bajo. En 4 de 5 estudios se demostró una reducción en la incidencia las LI. Por metaanálisis, la razón de riesgo para LI fue 0.43 [0.24-0.76; p=0.002].

Conclusión: El EE durante la pretemporada disminuye el riesgo de LI en futbolistas tanto amateur como profesionales.

Palabras clave: Ejercicios excéntricos; futbolistas; lesiones isquiotibiales; metanálisis; prevención; revisión sistemática.

Abstract

Introduction: Hamstring injuries (LI) are common in sports that involve high-speed efforts and rapid braking. Eccentric training (EE) could be useful to prevent these injuries, but there are discrepancies in the studies carried out so far.

Objective: To carry out a systematic review and meta-analysis (RSyM) to determine the effectiveness of EE to prevent IL in soccer players.

Material and Methods: A search was made in PubMed, limited to clinical trials with no time limit or language. The PRISMA criteria for systematic reviews were followed, and the Cochrane recommendations for RSyM, the RevMan and R Studio programs were used.

Results: Of 39 records found, 5 were included in the final analysis. The risk of bias of these was medium or low. A reduction in the incidence of IL was demonstrated in 4 of 5 studies. By meta-analysis, the risk ratio for LI was 0.43 [0.24-0.76; $p = 0.002$].

Conclusion: EE during the preseason reduces the risk of IL in both amateur and professional soccer players.

Keywords: Eccentric exercises; hamstring injuries; meta-analysis; prevention; soccer players; systematic review

Introducción

Una lesión en los isquiotibiales es un desgarro en los tendones o músculos grandes de la parte posterior del muslo; es una lesión común en los atletas y puede ocurrir en diferente grado de severidad (NHS, 2018).

Las lesiones isquiotibiales (LI) son las lesiones más frecuentes en el fútbol, y representan el 37% de las lesiones musculares observadas en ese deporte, que es el más popular en el mundo, con más de 275 millones de practicantes (Askling, Koulouris, Saartok, Werner, & Best, 2013).

La incidencia de LI se estima en 3-4.1/1000 h de competencia y 0.4-0.5/1000 horas de entrenamiento; esta tasa de lesiones ha aumentado más durante los entrenamientos que durante las actividades competitivas (Ekstrand, Waldén, & Hägglund, 2016).

Las LI son frustrantes para los atletas, ya que se correlacionan con un largo tiempo de rehabilitación (2-14 semanas según el tipo de deporte practicado), tienen una tendencia a recurrir (repetirse) y el regreso a sus actividades deportivas es impredecible (Ernlund & Vieira, 2017). Por lo tanto, es fundamental contar con estrategias que prevengan efectivamente las LI, en todos los atletas, sean profesionales o amateur.

En este sentido, el uso de entrenamiento excéntrico (acciones musculares excéntricas), es prometedor para prevenir LI (Abdel-aziem, Soliman, & Abdelraouf, 2018). Esta forma de entrenamiento consiste en someter los isquiotibiales a máxima tensión de forma progresiva, lo cual fortalece los isquiotibiales en su mayor longitud muscular. Su acción protectora parece deberse a que agrega sarcómeros en series que cambian la curva longitud-tensión, por lo

que facilita genera tensión máxima a longitudes musculares más largas, lo que reduce el riesgo de posibles lesiones (Brockett, Morgan, & Proske, 2001).

Sin embargo, los ensayos clínicos reportados hasta el momento, han encontrado resultados distintos (Abdel-aziem et al., 2018; Engebretsen, Myklebust, Holme, Engebretsen, & Bahr, 2008; Nichols, 2013) y, se requiere de un enfoque sistemático y, preferentemente de un metanálisis para determinar si con base en el total de estudios publicados hasta el momento se puede determinar con claridad si el entrenamiento excéntrico es útil para prevenir lesiones de isquiotibiales en futbolistas. El objetivo del presente estudio es determinar la efectividad del entrenamiento excéntrico para prevenir lesiones de isquiotibiales en futbolistas mediante una revisión sistemática y metanálisis de ensayos clínicos.

Materiales y métodos

Criterios de inclusión de artículos

Se buscaron artículos originales sobre la efectividad del entrenamiento excéntrico para prevenir lesiones de isquiotibiales en deportistas. Se seleccionaron exclusivamente aquellos estudios tipo ensayo clínicos, aleatorizados o no aleatorizados en los que se incluyeran al menos dos grupos, uno de los cuales recibiera entrenamiento excéntrico y el control otro tipo de intervención; que además hubiesen realizado seguimiento de los atletas participantes y reportaran la incidencia de lesiones isquiotibiales.

Estrategia de búsqueda y fuentes de información

Se realizó una búsqueda en PubMed con los siguientes términos, limitado a ensayos clínicos sin límite de tiempo, ni idioma: *MESH terms*: ("hamstring muscles"[MeSH Terms] OR ("hamstring"[All Fields] AND "muscles"[All Fields]) OR "hamstring muscles"[All Fields] OR "hamstring"[All Fields]) AND ("injuries"[Subheading] OR "injuries"[All Fields] OR "wounds and injuries"[MeSH Terms] OR ("wounds"[All Fields] AND "injuries"[All Fields]) OR "wounds and injuries"[All Fields]) AND ("prevention and control"[Subheading] OR ("prevention"[All Fields] AND "control"[All Fields]) OR "prevention and control"[All Fields] OR "prevention"[All Fields]) AND ("education"[Subheading] OR "education"[All Fields] OR "training"[All Fields] OR "education"[MeSH Terms] OR "training"[All Fields])) AND Clinical Trial[ptyp]. Manualmente se buscaron en publicaciones relevantes estudios adicionales que fueran potencialmente relevantes.

Selección de estudios y extracción de datos

Para el estudio se utilizaron criterios PRISMA para revisiones sistemáticas (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009; Stovold, Beecher, Foxlee, & Noel-Storr, 2014). Todos los resúmenes sobre el tema de interés fueron evaluados por dos evaluadores independientes en caso de discrepancia en la selección, un tercer investigador decidió de forma independiente y ciega cualquier desacuerdo. Estos estudios que cumplieron los criterios de inclusión se revisaron el texto completo para identificar los estudios que reportaron los resultados y los resultados de interés.

La siguiente información fue extraída de las publicaciones: autor, año, n total, n en grupo control, n en grupo de entrenamiento excéntrico, tipo y características del entrenamiento excéntrico, intervención control, criterios de inclusión, criterios de exclusión, tipo de deporte, total de lesiones de isquiotibiales en grupo control y total de lesiones de isquiotibiales en grupo experimental, tasa global de lesiones isquiotibiales, adherencia terapéutica y antecedente de lesiones isquiotibiales.

Evaluación del sesgo del estudio

La evaluación de sesgo de los estudios fue realizada con la herramienta de la Colaboración Cochrane para ensayos clínicos (*RevMan Computer Program*, versión 5.3)(Higgins, Altman, & Sterne, 2011). Una herramienta en la que se utiliza una evaluación basada en dominios, es decir, una evaluación crítica se hace de forma separada para diferentes aspectos del riesgo de sesgo de este tipo de estudio. Los dominios evaluados por esta herramienta son: 1. Generación de secuencias aleatoria (sesgo de selección); 2. Ocultación de asignación (sesgo de selección); 3. Enlace de participantes y personal (sesgo de conducción); 4. Seguimiento de la evaluación del resultado (sesgo de detección); 5. Datos de resultados incompletos (sesgo de seguimiento); 6. Relato selectivo (sesgo de relato); y 7. Otros medios(Higgins et al., 2011).

Análisis estadístico

Los resultados cuantitativos extraídos se agruparon en un metanálisis. El resultado final principal evaluado fue la comparación de la incidencia de lesiones en los isquiotibiales en atletas asignados a entrenamiento excéntrico versus otra intervención (control). El metanálisis se realizó calculando la razón de riesgo (RR) para lesiones isquiotibiales, utilizando el modelo de efectos aleatorios (REM) ponderados por el método de Mantel- Haenszel como método preferido para agrupar las razones de riesgo. La heterogeneidad entre estudios se evaluó utilizando χ^2 , Cochrane Q e I^2 y tau-cuadrado(Borenstein, Higgins, Hedges, & Rothstein, 2017; Bowden, Tierney, Copas, & Burdett, 2011). Los resultados se presentan utilizando gráficos tipo Forest Plot y tablas. El programa estadístico utilizado para el análisis fue R versión 3.1.2 (R Foundation for Statistical Computación, Viena, Austria).

Resultados

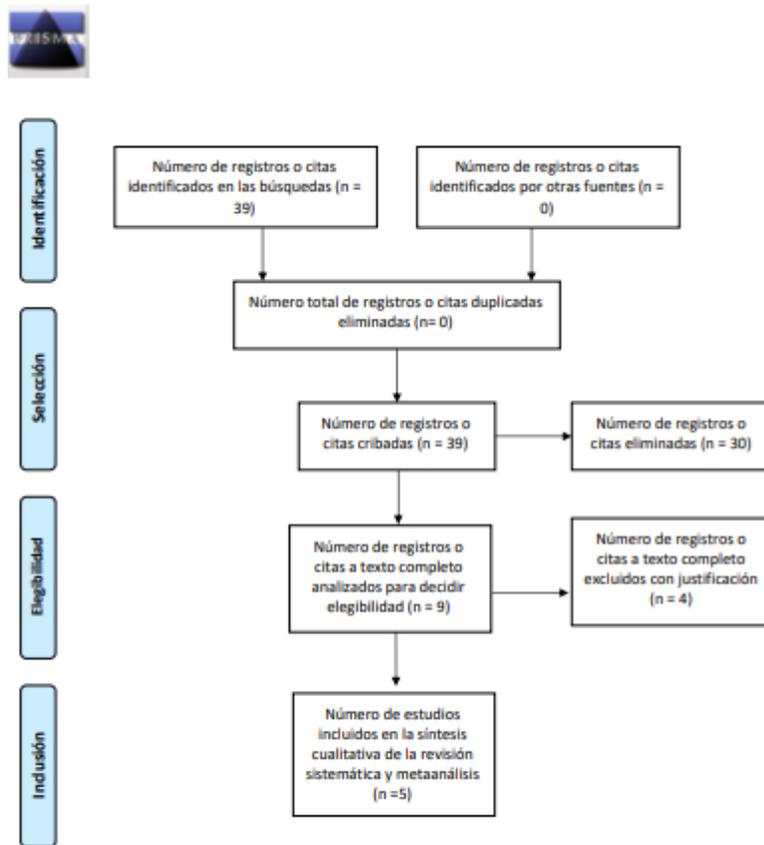
Selección de estudios

Con los criterios de búsqueda establecidos se identificaron un total de 39 registros, cuyos resúmenes se revisaron para identificar artículos originales tipo ensayo clínico que evaluaran la efectividad del entrenamiento excéntrico para prevenir lesiones de isquiotibiales en deportistas, con al menos un grupo control de comparación.

De estos, se seleccionaron 9 artículos para su evaluación a texto completo. De los 9 artículos revisados a texto completo se descartaron cuatro por no reportar número de lesiones isquiotibiales, por lo tanto, en el análisis final se incluyeron un total de 5 estudios (Figura 1) que reportaron dos grupos de estudio, uno de los cuales recibió entrenamiento excéntrico y el control otro tipo de intervención. Como desenlace principal se evaluaron la incidencia

de lesiones isquiotibiales (C. Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003; Birney et al., 2007; Engebretsen et al., 2008; Gabbe, Branson, & Bennell, 2006; Petersen, Thorborg, Nielsen, Budtz-Jørgensen, & Hölmich, 2011; Van Der Horst, Smits, Petersen, Goedhart, & Backx, 2015).

Figura 1.



From: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

For more information, visit www.prisma-statement.org.

Obtenido de: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and MetaAnalyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med* 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Evaluación del riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo, se realizó con la metodología Cochrane. En cuanto a la valoración global, se detectó un bajo riesgo de sesgo en cegamiento de los investigadores (sesgo de detección), reporte de datos incompletos, y en cuanto a la identificación de otros potenciales sesgos se encontró un bajo riesgo de sesgo. En

aleatorización, ocultamiento de la secuencia y cegamiento de pacientes y personal, un 40% de los estudios tuvieron un alto riesgo de sesgo (Figuras 2 y 3) (C. Askling et al., 2003; Engebretsen et al., 2008; Van Der Horst et al., 2015).

Figura 2.

Evaluación global del sesgo de los estudios

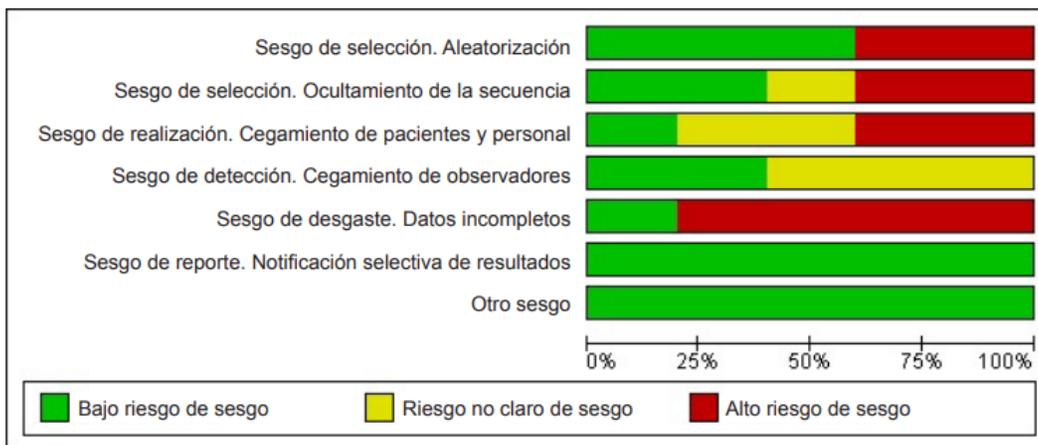
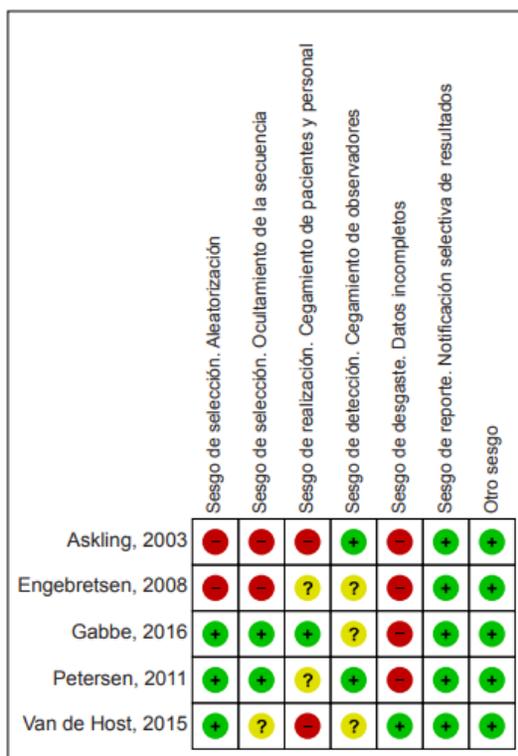


Figura 3.

Representación esquemática del sesgo de cada



Resultados principales

Todos los estudios fueron realizados en futbolistas masculinos; de edad entre 18 y 40 años, que pertenecía a equipos de fútbol soccer de primera, segunda, tercera división o amateur. En cada uno de estos estudios algún porcentaje entre 10.6% y 100% tenía antecedente de lesión isquiotibial. Un solo estudio incluyó 100% de pacientes con antecedente de lesión isquiotibial. En el resto de estudios el 10.6 - 24% de los participantes tuvieron antecedente de lesión isquiotibial (Tabla 1).

El tiempo de seguimiento fue de 1 año en promedio en todos los estudios, ya que en el periodo de pretemporada se iniciaba la asignación de los participantes al grupo correspondiente y se capacitaba a los entrenadores de los equipos para la estandarización del entrenamiento excéntrico o el entrenamiento estándar. Posteriormente, se daba seguimiento para identificar el desarrollo de lesiones isquiotibiales durante la misma pretemporada y durante la competición (Tabla 1).

La duración en semanas del entrenamiento excéntrico varió de estudio a estudio, siendo de 10 semanas en 3 estudios (C. Askling et al., 2003; Engebretsen et al., 2008; Petersen et al., 2011), de 12 semanas en otro (Gabbe et al., 2006) y de 13 semanas en otro estudio (Van Der Horst et al., 2015). El total de sesiones fue variable, desde 16 sesiones (C. Askling et al., 2003) hasta 60 sesiones totales (Gabbe et al., 2006). Aunque tres estudios fueron similares en el número de sesiones totales brindadas como entrenamiento excéntrico- entre 25 y 27 (Engebretsen et al., 2008; Petersen et al., 2011; Van Der Horst et al., 2015).

Las características del entrenamiento excéntrico se presentan en la Tabla 1. En los grupos control el entrenamiento fue el regular para soccer (Engebretsen et al., 2008; Petersen et al., 2011; Van Der Horst et al., 2015); en otro fueron ejercicios de estiramiento con rotación de columna lumbar (Gabbe et al., 2006); y en otro un episodio de calentamiento estandarizado (C. Askling et al., 2003).

Tabla 1.

Características Generales de los estudios incluidos

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos									
Estudio	Año	País	Tipo de ensayo	n total	n control	Tipo de deporte	Género	Edad	% lesiones de isquiotibiales previas (E/C)
Van der Horst	2015	Holanda	Ensayo clínico, controlado	287	287	Soccer	Todos masculinos	18-40 años	24%/20%
Petersen	2011	Dinamarca	Ensayo clínico, controlado	481	481	Soccer	Todos masculinos	23+/-4 años	10.6%/11.2%
Engebretsen	2008	Noruega	Ensayo clínico, controlado	76	76	Soccer	Todos masculinos	No especificado	100%
Gabbe	2006	Australia	Ensayo clínico, controlado	106	106	Soccer	Todos masculinos	18-35 años	14% vs 14%
Askling	2003	Suecia	Ensayo clínico, controlado	15	15	Soccer	Todos masculinos	26+/-3 años	46%

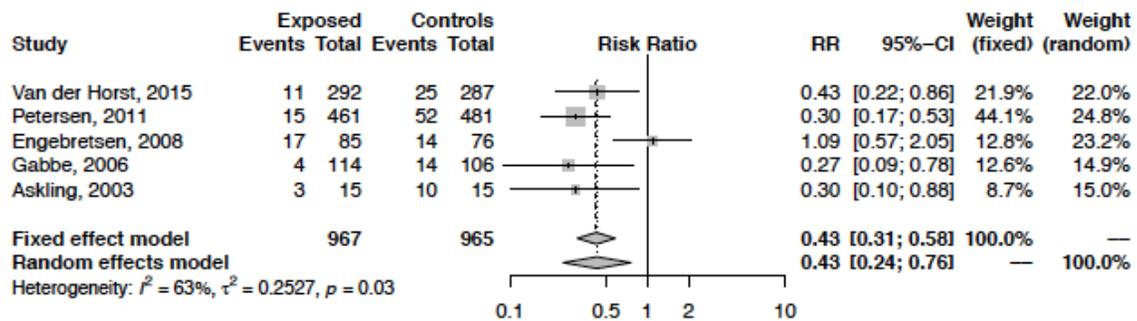
Cuatro de los 5 estudios incluidos reportaron una disminución de la tasa de lesiones isquiotibiales. En el estudio en el que no se observaron diferencias entre grupos, hubo tres diferencias principales en comparación con los

otros estudios; primero, el 100% de los pacientes incluidos habían tenido historia de lesiones isquiotibiales con o sin disminución de la funcionalidad; segundo, es el estudio con mayor número de sesiones de entrenamiento excéntrico (60 *versus* 16-27 sesiones en los otros); tercero, la adherencia fue de solo 21.1%.

En el análisis cuantitativo (metanálisis), se incluyeron un total de 967 jugadores de fútbol soccer sometidos a intervención excéntrica, y de 965 controles (entrenamiento ordinario); para un total de 50 eventos entre los sometidos a intervención excéntrica (incidencia global de 5.2%) y de 115 eventos entre los controles de 11.9% (Figura 4). La razón de riesgo (RR) para lesiones isquiotibiales fue 0.43 (IC95% 0.24-0.76; $p < 0.0001$) (Figura 4), con un valor p para $Q = 0.03$, que indica que el tamaño del efecto varía entre estudios; y un valor de I^2 de 63.4% (con p significativa) que indica que la variación se puede atribuir a un efecto verdadero más que al azar y que existe una importante variabilidad entre estudios (Borenstein et al., 2017; Higgins JPT, 2011).

Figura 4.

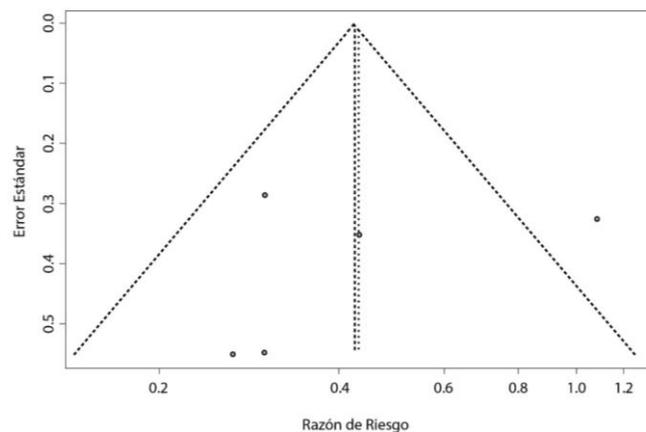
Forest plot de razón de riesgo para lesiones isquiotibiales en futbolistas.



En la valoración visual del riesgo de sesgo mediante el Funnel plot se encontró que la mayoría de estudios se encontraron dentro del error estándar esperado, salvo uno (Figura 5).

Figura 5.

Funnel plot para la valoración del sesgo de los estudios incluidos de forma visual.



Discusión

Los resultados del presente estudio demuestran que el entrenamiento excéntrico disminuye la incidencia y riesgo de lesiones isquiotibiales en futbolistas tanto amateur como profesionales; esto con base en ensayos clínicos aleatorizados controlados con entrenamiento regular, calentamiento estandarizado o estiramiento de calidad regular a buena. Esta reducción del riesgo equivale a 57%.

Hasta nuestro conocimiento esta es la primer revisión sistemática y metanálisis de ensayos clínicos controlados que determina la eficacia del entrenamiento excéntrico para prevenir lesiones isquiotibiales en futbolistas exclusivamente masculinos, aunque en un estudio previo se incluyó estudio de cohorte y un estudio en futbolistas femeninos, lo que puede contribuir a heterogeneidad y conducir a no poder generalizar los resultados y recomendaciones obtenidos. En tal metanálisis realizado por Attar y cols. (Al Attar, Soomro, Sinclair, Pappas, & Sanders, 2017), los hallazgos fueron similares a los de nuestro estudio con un RR de 0.49 y una reducción de riesgo de 51%, pero a diferencia de nuestro estudio los estudios incluidos fueron más heterogéneos con estudios observacionales incluidos también, lo cual no es deseable. Además, Attar y cols. incluyeron solamente estudios con entrenamiento excéntrico nórdico, el cual se realiza con estando de rodillas sobre una base suave, bajando lentamente el cuerpo hacia adelante (al suelo) usando los isquiotibiales, mientras los pies son sostenidos por un compañero (Mjølsnes, Arnason, Østhagen, Raastad, & Bahr, 2004). En contraste, en nuestro metanálisis incluimos un estudio que se realizó con ejercicios excéntricos específicos de isquiotibiales con un equipo especial (YoYo Flywheel Ergometer)(C. Askling et al., 2003).

Es posible que el único ensayo clínico en el que no se logró disminuir significativamente la incidencia de lesiones isquiotibiales se deba a dos factores: primero, a que todos los individuos incluidos tenían antecedente de lesión isquiotibial; y segundo, a que la adherencia fue de solo 21.1%, cifra que se considera muy baja (Engebretsen et al., 2008). De hecho, es bien conocido que una baja adherencia se asocia con mala respuesta al tratamiento y que la adherencia se asocia significativamente con los resultados en los estudios de prevención de lesiones deportivas (van Reijen, Vriend, van Mechelen, Finch, & Verhagen, 2016).

Dado que en el presente análisis se incluyeron estudios realizados solo en futbolistas de soccer, por ausencia de ensayos clínicos aleatorizados en practicantes de otros deportes, los resultados aquí no podrían generalizarse a cualquier tipo de deporte, por lo que se requieren estudios en otro tipo de deporte para determinar la utilidad del entrenamiento excéntrico en otros atletas.

Se recomienda, la realización de estudios costo-beneficio para medir el beneficio económico del entrenamiento excéntrico, así como su impacto sobre tiempo en activo, tiempo de recuperación de las lesiones y ahorro de días de incapacidad tanto en deportistas amateur como profesionales.

Conclusiones

Este metanálisis provee evidencia que sugiere que el entrenamiento excéntrico en pretemporada disminuye la incidencia y riesgo de lesiones isquiotibiales en un 57% de practicantes profesionales y amateur de fútbol soccer por lo que se recomienda su uso como estrategia efectiva.

Agradecimientos

El presente trabajo de investigación lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestros hermanos y familia por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Contribuciones de Autoría

- 1.- ANGELICA VIVIANA CISNEROS ISLAS: Concepción y diseño del estudio, planificación y elaboración del proyecto de investigación.
- 2.- ANTONIO VAZQUEZ NEGRETE: Análisis e interpretación de los datos y resultados.
- 3.- ISAIAS MARTINEZ FLORES: Análisis estadístico y metodología de la investigación.

Mensajes Clave

¿QUÉ SE SABE SOBRE EL TEMA?

La incidencia en lesiones de Isquiotibiales en el futbolista son las más frecuentes y se correlacionan directamente con el cese de la práctica deportiva y con procesos de rehabilitación altos por lo que su prevención es de suma importancia para evitar dichos sucesos.

¿QUÉ AÑADE EL ESTUDIO REALIZADO A LA LITERATURA?

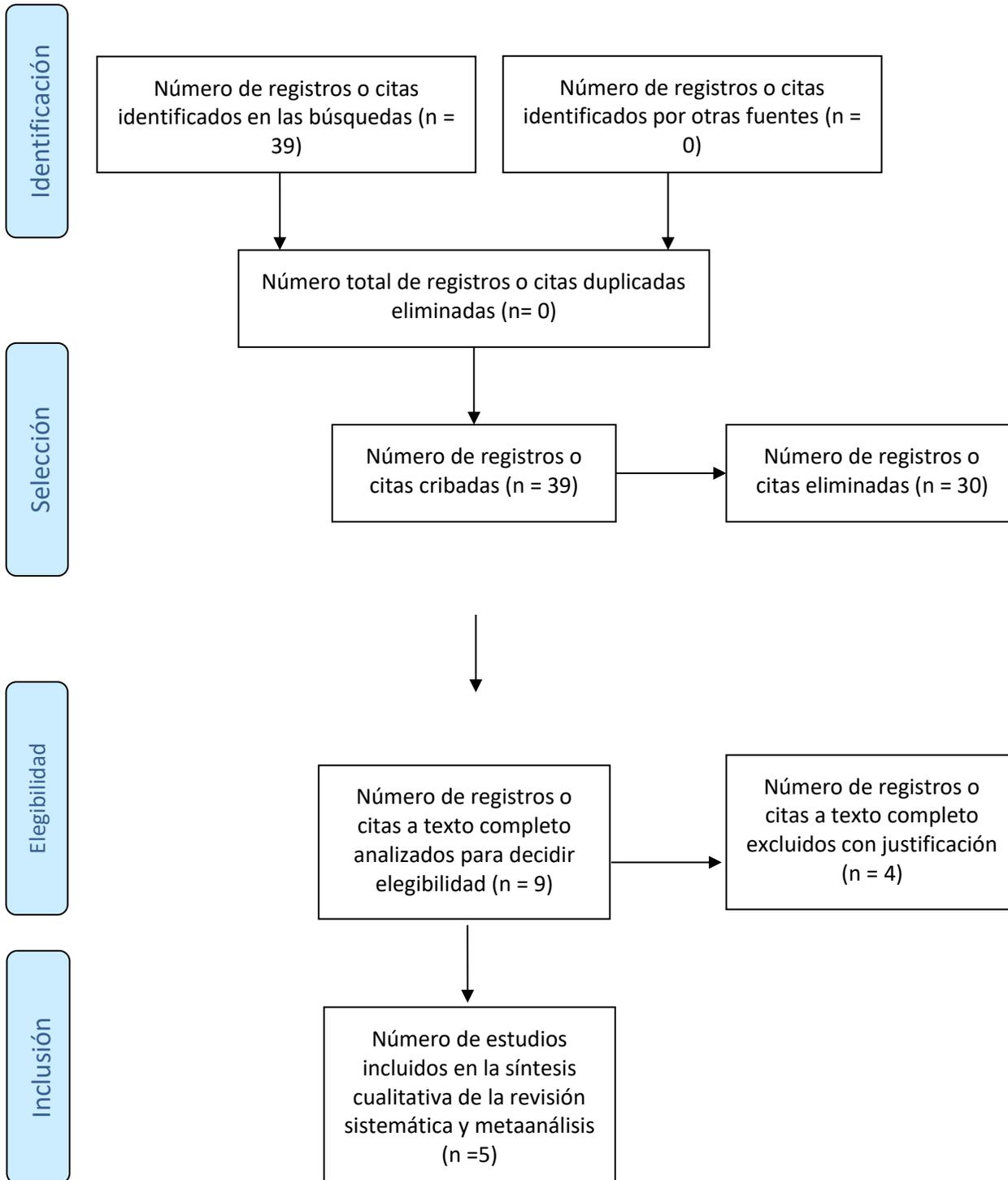
Al ser un metaanálisis conjunta fuentes de información más homologados en contenido teniendo más especificidad en los datos estudiados y en los resultados obtenidos, ya que los estudios antecesores engloban otras patologías, diversos deportes, grupos etarios y género.

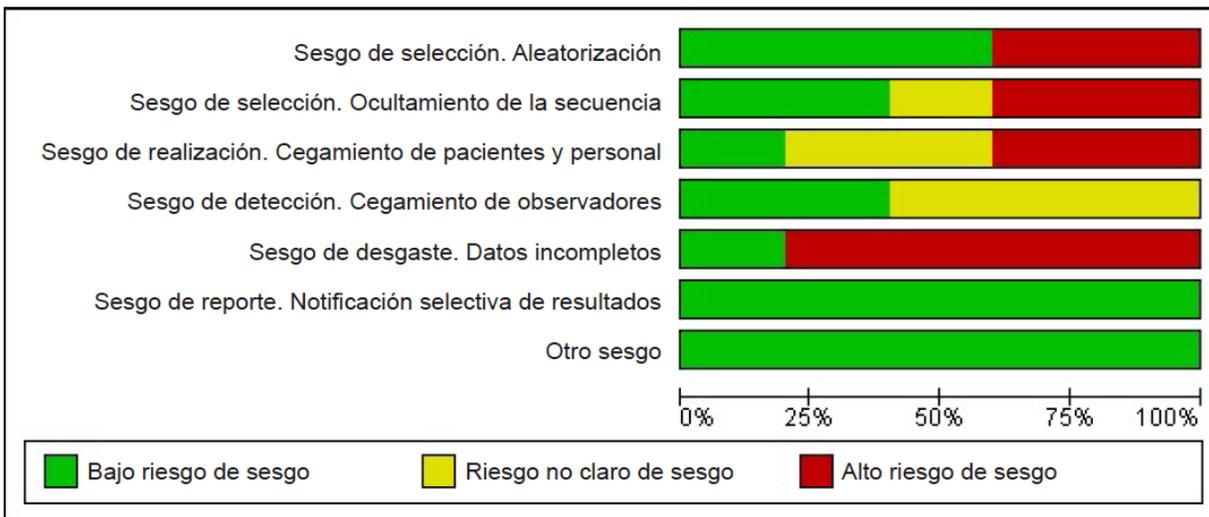
Referencias

- Abdel-aziem, A. A., Soliman, E. S., & Abdelraouf, O. R. (2018). Isokinetic peak torque and flexibility changes of the hamstring muscles after eccentric training: Trained versus untrained subjects. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2018.05.003>
- Al Attar, W. S. A., Soomro, N., Sinclair, P. J., Pappas, E., & Sanders, R. H. (2017). 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*. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0638-2>
- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x>
- Askling, C. M., Koulouris, G., Saartok, T., Werner, S., & Best, T. M. (2013). Total proximal hamstring ruptures: Clinical and MRI aspects including guidelines for postoperative rehabilitation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-2311-0>
- Birney, E., Stamatoyannopoulos, J. a, Dutta, A., Guigó, R., Gingeras, T. R., Margulies, E. H., ... de Jong, P. J. (2007). Identification and analysis of functional elements in 1% of the human genome by the ENCODE pilot project. *Nature*, 447(7146), 799–816. <https://doi.org/10.1038/nature05874>
- Borenstein, M., Higgins, J. P. T., Hedges, L. V., & Rothstein, H. R. (2017). Basics of meta-analysis: I2 is not an absolute measure of heterogeneity. *Research Synthesis Methods*, 8(1), 5–18. <https://doi.org/10.1002/jrsm.1230>
- Bowden, J., Tierney, J. F., Copas, A. J., & Burdett, S. (2011). Quantifying, displaying and accounting for heterogeneity in the meta-analysis of RCTs using standard and generalised Q statistics. *BMC Medical Research Methodology*. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-11-41>
- 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*. <https://doi.org/10.1097/00005768-200105000-00017>
- Ekstrand, J., Waldén, M., & Hägglund, M. (2016). Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: A 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. *British Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>
- Engelbretsen, A. H., Myklebust, G., Holme, I., Engelbretsen, L., & Bahr, R. (2008). Prevention of injuries among male soccer players: A prospective, randomized intervention study targeting players with previous injuries or reduced function. *American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546508314432>
- Erlund, L., & Vieira, L. de A. (2017). Hamstring injuries: update article. *Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition)*. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2017.05.005>
- Gabbe, B. J., Branson, R., & Bennell, K. L. (2006). A pilot randomised controlled trial of eccentric exercise to prevent hamstring injuries in community-level Australian Football. *Journal of Science and Medicine in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.02.001>

- Higgins, J. P. T., Altman, D. G., & Sterne, J. A. C. (2011). Chapter 8: Assessing risk of bias in included studies. In *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0*.
- Higgins JPT, G. S. (2011). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.
- Mjølsnes, 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 Journal of Medicine and Science in Sports*. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Journal of Clinical Epidemiology*. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.005>
- NHS. (2018). Hamstring injury. Retrieved from United Kindom, NHS website: <https://www.nhs.uk/conditions/hamstring-injury/>
- Nichols, A. W. (2013). Does eccentric training of hamstring muscles reduce acute injuries in soccer? *Clinical Journal of Sport Medicine*. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31827e9f40>
- 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. *American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546511419277>
- Stovold, E., Beecher, D., Foxlee, R., & Noel-Storr, A. (2014). Study flow diagrams in Cochrane systematic review updates: An adapted PRISMA flow diagram. *Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-3-54>
- Van Der Horst, N., Smits, D. W., Petersen, J., Goedhart, E. A., & Backx, F. J. G. (2015). The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *American Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1177/0363546515574057>
- van Reijen, M., Vriend, I., van Mechelen, W., Finch, C. F., & Verhagen, E. A. (2016). Compliance with Sport Injury Prevention Interventions in Randomised Controlled Trials: A Systematic Review. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0470-8>

Anexos





	Sesgo de selección. Aleatorización	Sesgo de selección. Ocultamiento de la secuencia	Sesgo de realización. Cegamiento de pacientes y personal	Sesgo de detección. Cegamiento de observadores	Sesgo de desgaste. Datos incompletos	Sesgo de reporte. Notificación selectiva de resultados	Otro sesgo
Askling, 2003	-	-	-	+	-	+	+
Engbretsen, 2008	-	-	?	?	-	+	+
Gabbe, 2016	+	+	+	?	-	+	+
Petersen, 2011	+	+	?	+	-	+	+
Van de Host, 2015	+	?	-	?	+	+	+

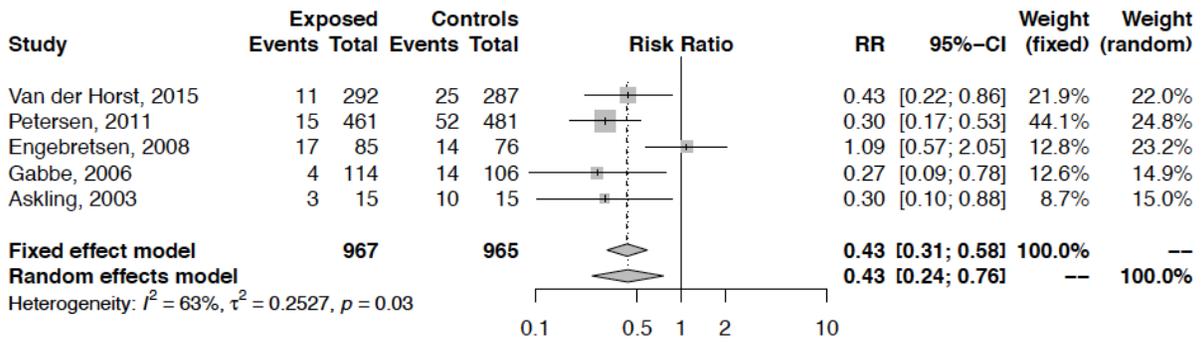


Figura 4. Forest plot de razón de riesgo para lesiones isquiotibiales en futbolistas. Fuente: Elaborada por el autor

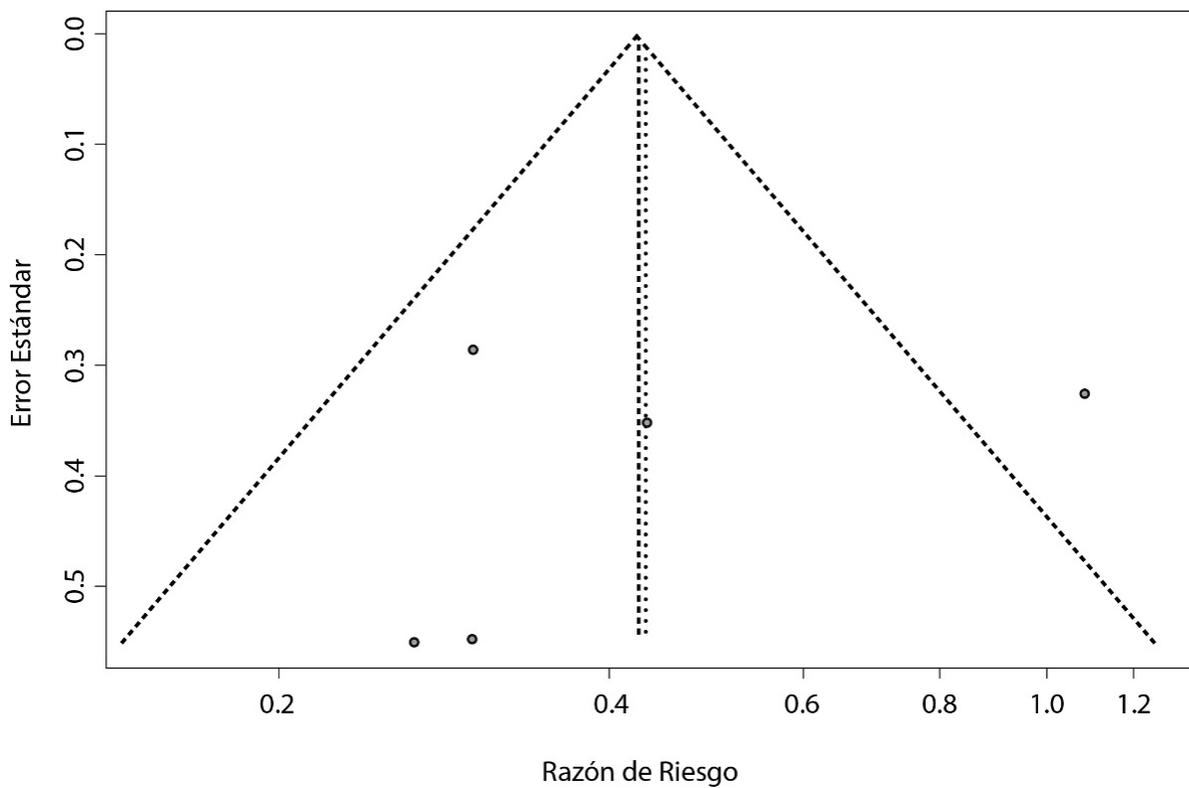


Figura 5. Funnel plot para la valoración del sesgo de los estudios incluidos de forma visual. Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos									
Estudio	Año	País	Tipo de ensayo	n total	n control	Tipo de deporte	Género	Edad	% lesiones de isquiotibiales previas (E/C)
Van der Horst	2015	Holanda	Ensayo clínico, controlado	287	287	Soccer	Todos masculinos	18-40 años	24%/20%
Petersen	2011	Dinamarca	Ensayo clínico, controlado	481	481	Soccer	Todos masculinos	23+/-4 años	10.6%/11.2%
Engebretsen	2008	Noruega	Ensayo clínico, controlado	76	76	Soccer	Todos masculinos	No especificado	100%
Gabbe	2006	Australia	Ensayo clínico, controlado	106	106	Soccer	Todos masculinos	18-35 años	14% vs 14%
Askling	2003	Suecia	Ensayo clínico, controlado	15	15	Soccer	Todos masculinos	26+/-3 años	46%

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 2. Criterios de inclusión de los estudios y características de las intervenciones					
Estudio	Criterios de inclusión	Criterios de exclusión	Características del entrenamiento excéntrico (EE)	Total de sesiones EE	Intervención grupo control
Van der Horst, 2015	Sexo masculino, jugadores de fútbol holandeses aficionados de 18 a 40 años y firma de consentimiento informado	Unirse a un equipo participante después del inicio de la prueba y no firmar de consentimiento informado	25 sesiones de ejercicio nórdico de isquiotibiales en un periodo de 13 semanas	25 sesiones	Entrenamiento regular
Petersen, 2011	Equipo de fútbol profesional o aficionado, sexo masculino, danés, firma de consentimiento informado	Unirse a un equipo participante después del inicio de la prueba y no firmar de consentimiento informado	Programa de ejercicio nórdico de isquiotibiales de 10 semanas seguido de un programa durante la temporada semanal	27 sesiones en pretemporada; 1 sesión semanal durante la temporada	Entrenamiento regular
Engebretsen, 2018	Equipos que jugaban de 1ª, 2ª o los mejores de 3ª división noruega ubicados geográficamente cerca de Oslo; antecedentes de una lesión durante los 12 meses anteriores o una función reducida con un puntaje promedio de menos del 80%	Fisioterapeuta no instruyó al jugador, ni registró lesiones	Programa de ejercicio nórdico de isquiotibiales por 10 semanas	27 sesiones en pretemporada	Entrenamiento regular

Gabbe, 2006	<p>Jugar en los equipos senior o de reserva durante la temporada 2004, independientemente de la historia previa de lesión en los isquiotibiales o la edad.</p>	<p>Lesión durante el reclutamiento o al comienzo del estudio</p>	<p>Programa de 5 sesiones por 12 semanas según Brockett et al.</p>	<p>60 sesiones</p>	<p>Ejercicio de estiramiento (3 veces a cada lado, estiramiento estático durante 30s y rotación de la columna lumbar 15s)</p>
Asklings, 2003	<p>Jugadores masculinos de fútbol de dos de los mejores equipos de la primera división de la liga en Suecia</p>	<p>Ser porteros, jugadores lesionados o con problemas crónicos de isquiotibiales</p>	<p>1 - 2 veces por semana durante 10 semanas, mediante el uso de un dispositivo especial destinado a la sobrecarga excéntrica específica de los isquiotibiales (YoYo Flywheel Ergometer)</p>	<p>16 sesiones</p>	<p>Periodo de calentamiento estandarizado (15 minutos correr / bicicleta)</p>

Fuente: Elaborada por el autor

Tabla 3. Resultados de las intervenciones y adherencia al entrenamiento excéntrico					
Estudio	Tiempo de seguimiento	n lesiones de isquiotibiales presentadas-grupo control	n lesiones de isquiotibiales presentadas-grupo experimental	Tasa global de lesiones en experimental versus control	Adherencia
Van der Horst, 2015	1 año	25	11	0.7 por 1000 horas jugadas <i>versus</i> 1.2 por 1000 horas jugadas 3.8/100	91%
Petersen, 2011	1 año	52	15	jugadores/temporada <i>versus</i> 13.1/100 jugadores/temporada 0.6 por 1000 horas de juego en ambos grupos;	91%
Engebretsen, 2018	1 año	14	17	no diferencias entre grupos	21.1%
Gabbe, 2006	1 año	14	4	3.5% <i>versus</i> 13.2%	Pobre
Askling, 2003	1 año	10	3	20% vs 66.7%	No reportado

Fuente: Elaborada por el autor