



Universidad de Valladolid



Universidad de Valladolid

Facultad de
Ciencias de la Salud
de Soria

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA

GRADO EN FISIOTERAPIA

TRABAJO FIN DE GRADO

**PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS
LESIONES EN LOS MÚSCULOS
ISQUIOTIBIALES: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA**

Presentado por Jorge Llanos López

Tutor: Héctor Hernández Lázaro

Soria, a 13 de Julio de 2023

RESUMEN

Introducción: los isquiotibiales son un grupo de músculos con funciones muy importantes en el mundo del deporte y sobre todo en el fútbol. La prevención de estas lesiones es necesaria para generar mejoras del jugador y dentro del equipo técnico y médico.

Objetivos: el objetivo principal es encontrar el mejor programa de tratamiento y prevención de los músculos isquiotibiales.

Materiales y métodos: se utilizó la pregunta PICOS para buscar en la literatura. La población son futbolistas profesionales y amateurs. Las intervenciones son programas de prevención de las lesiones de los músculos isquiotibiales. Se comparan entre los programas inespecíficos de prevención. Las variables estudiadas en los estudios son el riesgo de rotura, la fuerza, el sprint y el salto vertical. Los estudios son revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudio de cohortes y ensayo controlado y aleatorizado. Se utilizó PUBMed, Cochrane y PEDro.

Resultados: se escrutaron 182 estudios en las bases de datos de PUBMed, Cochrane y PEDro, de los cuales se quitaron 48 duplicados. De los 134, se revisó y se quitaron 100 debido al objetivo y población del estudio. De los 34, se escrutaron 7 estudios válidos para la revisión sistemática. Se analizaron los resultados de los diferentes estudios, obteniendo resultados de las variables y las comparaciones entre los programas. Los programas encontrados fueron el FIFA 11+ (Federación Internacional de Fútbol Asociación) y el NHE (Nordic Hamstring Exercise), el NWP (*New Warm-Up Program*) NHP (*Nordic Hamstring Protocol*), Harmoknee, BEP (*Bouncing Exercise Program*), trabajo de estabilidad lumbopélvica, pliométricos y estabilidad.

Discusión: de los programas estudiados, el FIFA 11+ y el NHE fueron los programas con mejores resultados sobre las variables estudiadas. Otros programas como el NHP que también contenían el NHE, también mejora el riesgo de ruptura. El NWP, Harmoknee, trabajo de estabilidad lumbopélvica, estabilidad y pliométricos también mejoran, pero en menor cantidad que los programas de NHE y FIFA 11+. El programa BEP (*Bouncing Exercise Program*), generó fuerza, pero no el riesgo de ruptura.

Conclusión: el FIFA 11+ y el NHE son los programas con mayor evidencia de mejora sobre las variables estudiadas. Se debería estudiar más las variables de salto vertical y sprint.

ÍNDICE

RESUMEN

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. JUSTIFICACIÓN..... | 2 |
| 3. OBJETIVOS..... | 2 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS..... | 2 |
| 4.1 Estrategia de búsqueda..... | 3 |
| 4.2 Selección de artículos..... | 3 |
| 4.3 Evaluación de la calidad metodológica..... | 3 |
| 4.4 Definición de las variables..... | 4 |
| 4.5 Recogida de datos..... | 4 |
| 5. RESULTADOS..... | 4 |
| 5.1 Selección de las publicaciones..... | 4 |
| 5.2 Recogida de datos..... | 5 |
| 5.3 Características de los estudios..... | 5 |
| 5.4 Evaluación de la calidad metodológica..... | 6 |
| 5.5 Análisis de resultados..... | 6 |
| 6. DISCUSIÓN..... | 8 |
| 7. CONCLUSIONES..... | 10 |
| 8. REFERENCIAS | 10 |
| ANEXOS | |

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

BEP: *Bouncing Exercise Program*

FIFA 11+: *Federación Internacional de Fútbol Asociación 11+*

NHE: *Nordic Hamstring Exercise*

NHP: *Nordic Hamstring Protocol*

NWP: *New Warm-Up Program*

PRISMA: *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RTP: *Return to play*

1. INTRODUCCIÓN

Los isquiotibiales¹ son un grupo de músculos que se encuentran en la parte posterior del muslo. Se compone de tres músculos: bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso. Las funciones principales de estos músculos son extender la cadera, flexionar la rodilla y limitar el desplazamiento anterior de la tibia. Son músculos biarticulares, excepto la cabeza corta del bíceps femoral, por lo que actúan en dos articulaciones diferentes: en la articulación coxo-femoral y en la articulación femorotibial. Los isquiotibiales se originan en el isquion y se insertan en la parte superior de la tibia. Cada músculo de este grupo tiene las mismas funciones principales, pero varían al nivel de la rodilla en cuanto a la rotación: los músculos semimembranoso y semitendinoso son rotadores internos mientras que el bíceps femoral es rotador externo.

Estos músculos, tienen una gran importancia a la hora del deporte y de la marcha. En la marcha es necesaria la extensión de la pierna y la flexión de la rodilla en diferentes fases². Para el deporte, es necesario para muchos gestos técnicos. Los principales son saltar y balancear la pierna de atrás hacia delante. Aparte de estos gestos, cuando se realiza un sprint³, los isquiotibiales se encargan de una gran parte del recorrido y reciben el impacto al llegar al suelo. Debido a la importancia en estos gestos es necesario un trabajo específico para prevenir la lesión, lo cual beneficiaría en el ámbito físico, psicológico, temporal y económico.

Los músculos isquiotibiales tienen una alta probabilidad de lesión debido a la gran cantidad de movimientos que realizan y al poco trabajo en excéntrico realizado en los entrenamientos sobre este grupo de músculos⁴. El trabajo excéntrico se refiere a la contracción del músculo mientras se estira. Durante la carrera o el sprint, los isquiotibiales se estiran y realizan trabajo en excéntrico, por lo que, si no está bien trabajado, hay mayor probabilidad de producirse diferentes tipos de lesiones como roturas, distensiones o hasta avulsiones. La prevalencia de estas lesiones⁵ de entre todas las lesiones en el mundo del fútbol es del 12-14%, mientras que son más de un tercio de todas las lesiones musculares. Además, más de la mitad de los lesionados de los isquiotibiales en el mundo del fútbol, tienen recidiva en la lesión durante el primer mes del RTP (*Return to Play*)⁶. En los estudios que se realizan para tratar o prevenir estas lesiones, mayoritariamente se evalúa el riesgo de lesión, aunque hay otras variables que son importantes para saber el estado del paciente, como la fuerza, el sprint y el salto vertical. Se debe de tener en cuenta la alta prevalencia y considerarlas en los programas de prevención y, para que los programas sean eficaces y entendibles para jugadores y equipo técnico. Es necesario para el trabajo multidisciplinar de los equipos de fútbol saber sobre la importancia de crear estos programas adecuados a cada jugador y tipo de lesión de isquiotibiales, además de buscar el mayor rendimiento en cuanto a lo económico, al entrenamiento, a la recuperación del futbolista y a los resultados de este.

El objetivo de este estudio es identificar y comparar los tratamientos para restaurar o prevenir las lesiones de los músculos isquiotibiales. Por ello se realiza una búsqueda en la literatura y la correspondiente revisión sistemática para cumplir el objetivo.

2. JUSTIFICACIÓN

La elección de este tema se debe a la importancia que tiene estos tipos de lesiones en el ámbito del fútbol. Un gran porcentaje de lesiones dentro de este deporte se producen sobre los isquiotibiales, por lo que se debe tener un conocimiento holístico e individualista sobre el tema para, como fisioterapeutas, tratarlos adecuadamente. Un elevado número de deportistas son afectados por las malas condiciones de acondicionamiento, sobre todo en las ligas amateurs y en los equipos de fútbol base: los equipos médicos no realizan un tratamiento completo y los equipos técnicos no trabajan la prevención de lesiones por falta de conocimiento o recursos. Estos programas de prevención y tratamiento son necesarios para la mejora del estado del jugador, y también para la mejora del equipo en su globalidad.

Para ello, en esta revisión sistemática, se buscan publicaciones que ofrezcan diferentes métodos de tratamientos y prevención. Es necesario investigar la forma óptima de aplicar las técnicas adecuadas para la vuelta al deporte o para la prevención de las lesiones. La prevención se centra en mejorar estas áreas como la fuerza, el sprint, el salto y el riesgo de ruptura. Además, dentro del mundo del fútbol, es necesario este conocimiento y tener organizados los tratamientos, para así saber cuál es efectivo, cual hace falta según el tipo de lesión o cual es mejor para conseguir un objetivo.

Esta búsqueda se realiza para conocer y comparar las formas de los programas de tratamiento y prevención, con tal de concluir sobre un programa óptimo para lograr ese fin.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este estudio es conocer cuáles son los programas de prevención y tratamiento para las lesiones de los músculos isquiotibiales.

Para alcanzar el objetivo general de este estudio, se han cumplido los siguientes objetivos específicos:

- Identificar métodos de prevención utilizados en el fútbol para estas lesiones
- Evaluar la eficacia de dichos métodos en términos de riesgo de ruptura, fuerza, salto vertical y sprint.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Estrategia de búsqueda

La literatura fue escrutada entre marzo de 2023 y abril de 2023. Las bases de datos usadas

fueron: MEDLINE (PubMed), Cochrane y PEDro. La búsqueda se realizó con estos términos MeSH: “strain hamstring muscles”, “primary prevention”, “injury” y “muscle strength”. Estos términos se combinaron usando diferentes operadores booleanos: AND, OR y NOT. La estrategia de búsqueda principal es: ((hamstring injur*) AND (prevention)) AND (strength OR spring OR vertical jump) AND (football OR soccer).

Se realizó una estrategia de búsqueda enfocada a una revisión sistemática. El informe de revisión se realizó siguiendo las recomendaciones PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*)

4.2 Selección de artículos

De acuerdo con esto se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- P: futbolistas profesionales pertenecientes a ligas superiores y amateurs.
- I: prevención para las lesiones de los músculos isquiotibiales.
- C: programas inespecíficos de prevención de lesiones de los músculos isquiotibiales.
- O: riesgo de ruptura, fuerza, sprint y salto vertical.
- S: revisión sistemática, metaanálisis, ensayo controlado, estudio de cohorte y ensayo controlado aleatorizado.

Los criterios de exclusión de los estudios son:

- Publicaciones centradas a otros músculos a parte de los músculos isquiotibiales.
- Publicaciones sobre “American football”.

Los filtros de los estudios son:

- Publicaciones en inglés y en castellano.
- Publicaciones con 6 años de antigüedad.

4.3 Evaluación de la calidad metodológica

Para valorar la calidad metodológica de los estudios elegidos, se utilizó la escala PEDro. Es una escala compuesta por 11 ítems o criterios que evalúan la validez interna de los estudios seleccionados. Estos 11 criterios tienen por respuesta un “sí” o “no”. Cada respuesta tiene un valor de 0 o 1, siendo “no” 0 y “sí” 1. Estos 11 criterios valoran: criterios de elección especificados (ítem 1), asignación al azar de los sujetos (ítem 2), asignación oculta (ítem 3), grupos similares (ítem 4), sujetos cegados (ítem 5), terapeutas cegados (ítem 6), evaluadores cegados (ítem 7), medidas clave más del 85% en un grupo (ítem 8), resultados de todos los sujetos del grupo control (ítem 9),

comparación estadística entre grupos (item 10) y medidas puntuales y de variabilidad para resultados clave (item 11). Si la puntuación es menor de 4 puntos, tiene mala calidad metodológica, si está entre 4-5 es regular, si la puntuación está entre 6-8 tiene buena calidad y es excelente si está entre el 9-10

4.4 Definición de variables

Las variables consideradas en esta revisión son: riesgo de ruptura, fuerza, sprint y salto vertical. La explicación de las variables es:

- Riesgo de ruptura: riesgo de lesión por ruptura de los músculos isquiotibiales.
- Fuerza: es la capacidad física para realizar un movimiento o acción. Se considerarán mediciones que implique los diferentes tipos de contracción muscular.
- Sprint: es la carrera a máxima velocidad.
- Salto vertical: es un salto hacia arriba. Se pueden realizar diferentes tipos de saltos verticales: salto en contramovimiento y salto en cuclillas.

4.5 Recogida de datos

Se han leído los artículos seleccionados tras la búsqueda de los resultados en relación con las variables planteadas y se han registrado de forma sistemática en una hoja de cálculo de Excel.

5. RESULTADOS

5.1 Selección de las publicaciones

La selección de publicaciones según los criterios establecidos. Los registros identificados a través de bases de datos dan estos resultados: PUBMed (n = 115), Cochrane (n = 35) y PEDro (n = 32). Del conjunto de registros (n = 182) se eliminaron 48 estudios. De los 134 restantes, se excluyeron 100 debido a que no se ajusta al objetivo de población ni del estudio. Se evalúan 34 estudios y se excluyen 27 debido a que no se ajusta al criterio de selección y no es objeto de estudio. Se incluyen 7 estudios a la revisión. En la Figura 1 se puede obtener la información en forma de diagrama de flujo.

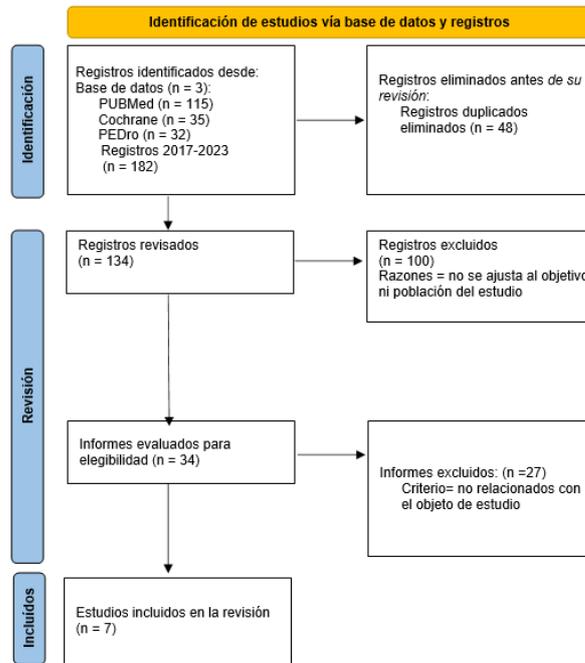


Figura 1: diagrama de flujo.

5.2 Recogida de datos

Se han escrutado los diferentes estudios en busca de las variables del estudio consideradas anteriormente en métodos. También se ha filtrado la población, jugadores de fútbol profesionales o amateurs de diferentes sexos.

5.3 Características de los estudios

Los artículos varían en el tipo de estudio, hay dos revisiones sistemáticas, una de ellas con metaanálisis y los cinco restantes son ensayos clínicos aleatorizados.

La población total del estudio es de 8392 jugadores de fútbol, de los cuales 197 son mujeres (2,42%). El rango de edad varía de 17 a 45 años. Todos los artículos tienen por lo menos un rango de 10 años entre el máximo y el mínimo. De los 8392 jugadores, 5218 jugadores eran profesionales dentro de las ligas de fútbol profesionales repartidas por varios países, donde se hicieron los estudios: Inglaterra, Países Bajos, Dinamarca, Noruega, Australia y Estados Unidos.

La intervención y el seguimiento de los artículos se realizan en un mínimo de 10 semanas hasta las 53. Las intervenciones son variadas, pero todas las ellas menos Lee et al.¹⁰ y Alexander van de Hoef et al.¹², usan el NHE como ejercicio de fuerza excéntrica para los isquiotibiales. La intervención más usada es el NHE, analizada en más de la mitad de los estudios.

Las sesiones del entrenamiento de prevención con NHE variaban de hacerla siempre en cada entrenamiento, en el artículo de Lovell et al.⁹, comparando antes y después de cada entrenamiento, o de 1 a 3 sesiones durante la semana, que finalmente se convertían en 1 vez a la semana. Las demás intervenciones tienen volúmenes diferentes según la evidencia.

Todos los estudios con NHE demuestran una mejora significativa de los datos recogidos de los grupos con NHE, se mejora el factor de riesgo de ruptura, la estructura del músculo, sprint, aceleración, fuerza y salto en vertical. Las comparaciones entre grupos son entre grupos control y la intervención que se proponen hacer en el estudio, mientras que en las revisiones sistemáticas de Biz et al.⁸ y Rosado-Portillo et al.⁷

La intervención de Lee et al., usa ejercicios isocinéticos para cuádriceps e isquiotibiales para medir la ratio de fuerza entre ellos dos. Evidencia que se debe hacer un trabajo de cuádriceps e isquiotibiales para disminuir el riesgo de ruptura, aparte de ejercicios excéntricos de isquiotibiales. Este artículo es el único que habla del trabajo del cuádriceps para mejorar el riesgo y la fuerza.

En la Tabla 1 se pueden observar las características más detalladas de los artículos seleccionados.

5.4 Evaluación de la calidad metodológica

Los artículos se evalúan según la escala PEDro, explicada anteriormente en la sección de materiales y métodos. Dos artículos tienen una calidad excelente^{11,12}, dos artículos tienen buena calidad^{7,8,9,13} y uno tiene calidad regular¹⁰. Para consultar los resultados de cada ítem, consultar la Tabla 2.

5.5 Análisis de resultados

Los estudios han considerado varias opciones de tratamiento, las cuales son: NHE, es un ejercicio que genera fuerza excéntrica en los músculos isquiotibiales; FIFA 11+, es un protocolo de calentamiento con NHE dentro de su programa; ejercicios de core; BEP, es un programa donde el futbolista salta y rebota; NWP (*New Warm-Up Program*), es un programa de calentamiento sin NHE; pliométricos, estiramientos, propiocepción, isocinéticos; NHP, es un programa con NHE como base; y el Harmoknee, un calentamiento normal con estabilidad de core, fuerza y balance. Las variables varían en eficacia dependiendo de los programas y ejercicios usados.

Riesgo de ruptura

El riesgo de ruptura es un objetivo principal en los 7 estudios, aunque todos midieron más variables, menos Biz et al.⁷ En las revisiones sistemáticas de Biz et al.⁷ y Rosado-Portillo et al.⁸, se observó una mejoría del riesgo de ruptura de los grupos con los programas de prevención con NHE) FIFA 11+, el cual contiene NHE, ejercicios de trabajo de estabilidad lumbopélvica, pliométricos y estiramientos. Dentro de estos artículos, el programa BEP no dio

resultados de mejora del riesgo. De la misma manera, Alexander van de Hoef et al.¹², obtienen de resultado que el BEP no es eficaz para la reducción del riesgo de ruptura.

Lovell et al.⁹ y Krommes et al.¹³ son estudios que tienen como pilar base de tratamiento el NHE, donde en ambos, comparados con el grupo control, se mejora el riesgo de ruptura.

Lee et al.¹⁰ utiliza un entrenamiento regular durante los 10 meses de seguimiento, sin un tratamiento como base para tratamiento o prevención de lesiones. Se obtiene el ratio cuádriceps-isquiotibiales, las ratios más bajas tienen más capacidad de ruptura mientras que las ratios más altas tienen menos riesgo. Las intervenciones que producen una ratio más favorable son las que trabajan más la fuerza excéntrica de los isquiotibiales, ya que el cuádriceps está más desarrollado en una cantidad grande de futbolistas.

Zein et al.¹¹ valoró el riesgo de ruptura y también valoró el riesgo de rerruptura. Se estima una mejora del riesgo de rerruptura y de ruptura.

Fuerza

La fuerza es una variable medida en 3 estudios. Biz et al.⁷ revisa la literatura, pero se centra en el riesgo de ruptura y no remite variables diferentes al objetivo principal. Rosado-Portillo et al.⁸ concluye que hay una mejora de la fuerza excéntrica, concéntrica e isométrica de los isquiotibiales en todos los estudios buscados, menos al aplicar el BEP, que solo mejora la fuerza concéntrica.

Lee et al.¹⁰ mide la fuerza de los cuádriceps y de los isquiotibiales a través de una máquina de isocinéticos, para así obtener el ratio cuádriceps-isquiotibiales. Durante los 10 meses, se evalúan con los isocinéticos y se observa una diferencia de la ratio entre las personas que tuvieron problemas de lesión y las que no. No hay programa de tratamiento, evalúan el entrenamiento regular de los equipos.

Lovell et al.⁹ realizó un programa de NHE antes y después de entrenar en comparación a un grupo control. En ambos grupos se mejoró la fuerza excéntrica y concéntrica, medida a través de electromiografía, con unas medidas casi iguales en ambos tratamientos.

Salto vertical y sprint

El salto vertical y el sprint se midió en 2 de los estudios.

Zein¹¹ et al. hipotetizó de una mejora del salto vertical y sprint a través de su protocolo de tratamiento y prevención de lesiones. Los datos de mejora son del 4% para el sprint y 7% para el salto vertical.

Krommes¹³ et al. midió salto vertical y sprint. Los resultados fueron favorables en los dos grupos, tanto en el grupo de prevención como en el grupo control. En el salto vertical son resultados parecidos, mientras que, en el sprint, durante la aceleración en los primero 5 y 10

metros, el grupo Nordic mejoró más que el grupo control, decayendo ambos grupos a los 30 metros de parecida manera.

6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión era conocer cuál es la mejor forma de prevenir y tratar las lesiones de los músculos isquiotibiales.

Los resultados, muestran que los artículos con ejercicios excéntricos son los que mejores beneficios proporcionan^{7,8,9,10,12,13}. Los ejercicios como el BEP, que requieren saltos con rebote, no son efectivos, según Rosado-Portillo et al.⁸ y Alexander van de Hoef et al.¹², no generan un cambio significativo en las variables estudiadas. También, el Harmoknee no tuvo efecto en las variables buscadas por el estudio⁷, aunque sin comparación, por lo que sin conclusión. El trabajo con NWP no se puede comparar entre estudios debido a la falta de datos en varios estudios, pero, Rosado-Portillo et al.⁸, expone que mejora más que al trabajar con el BEP.

El riesgo de ruptura disminuyó en los tratamientos basados en el NHE^{7,8,9,10,12,13}. Biz et al.⁷ expone que el riesgo de ruptura disminuye, además, este estudio es un metaanálisis, por lo que el nivel de evidencia de que los tratamientos basados en NHE disminuyen el riesgo de ruptura es alta. No hay diferencia entre NHE antes y después de entrenar, conforme a la variable propuesta, pero sí hay diferencia entre hacerla pre-entreno a hacerla pre y post entreno en el mismo entrenamiento^{6,16}. El riesgo de ruptura mejora en entrenamientos de equilibrio, estabilidad y trabajo de estabilidad lumbopélvica, unido al entrenamiento regular^{6,14,15}. Zein et al.¹¹ exponen el riesgo de rerruptura de los isquiotibiales, pero la investigación no está hecha, por lo que las variables son suposiciones a través de los estudios comprobados.

La mayoría de los estudios con sus programas de tratamiento tienen como pilar base el ejercicio excéntrico y generan unos buenos resultados, lo que evidencia que este tipo de ejercicio es esencial para la mejora del futbolista. También, aparte del trabajo excéntrico, programas de calentamiento como son el FIFA 11+, el Harmoknee o el NWP, son eficaces, aunque no sean entrenamiento real en sí mismo. El FIFA 11+ ha sido muy investigado, por lo que posee alta evidencia de su capacidad preventiva y de tratamiento, al igual que el NHE. Aparte de reducir el riesgo de ruptura de los isquiotibiales, también reduce el riesgo de lesión de otros músculos pertenecientes a las piernas y el tronco¹⁷. El Harmoknee mejoró el riesgo, pero no en gran cantidad. No se puede comparar porque no ha sido estudiado en ningún otro de los estudios escogidos. El ejercicio que no funcionó ni mejoró ninguna de las variables fue el BEP, ya que no se encontraron mejoras significativas en ningún estudio. El riesgo de lesiones de este programa no mejoró en ningún caso, por lo que sugiere que este programa no es útil para prevenir.

La fuerza se mide de diferente manera^{8,9,10} según los estudios. Mientras que Rosado-Portillo et al.⁸ y Lee et al.¹⁰ revisan estudios que utilizan máquinas de isocinéticos para medir la

fuerza concéntrica y excéntrica, Lovell et al.⁹ usa la electromiografía. Lee et al. expone que no hay mayor riesgo de ruptura si hay un desequilibrio entre la fuerza de las dos piernas. El aumento de fuerza excéntrica es una de las conclusiones para dos de los estudios^{8,10}. Rosado-Portillo et al.⁸ concluyó que la ganancia de fuerza excéntrica mejoró más con FIFA 11+. Hay diferencia entre un programa solo centrado al NHE y el FIFA 11+, ya que el FIFA 11+ trabajo no solo la fuerza, sino que también sirve como calentamiento antes de los entrenamientos. El programa BEP mejoró la fuerza concéntrica en un estudio. En el otro estudio con ese programa, no hubo cambios significativos en la fuerza. Comparándolo no se puede sacar en claro si mejora o no significativamente. El Harmoknee mejoró la fuerza concéntrica y el trabajo de estabilidad lumbopélvica.

El salto vertical y el sprint se miden conjuntamente en los estudios escogidos^{11,13}. Para el salto vertical, usaron el salto en contra movimiento y el salto en cuclillas. Estos test son suficientes para medir el salto vertical y el índice de potencia excéntrica en estos saltos¹⁸. No se pueden comparar los resultados debido a que Zein et al.¹¹ solo hipotetiza según la literatura, entonces solo tenemos los datos reales de Krommes et al.¹³. Los resultados demuestran igualdad entre el grupo control y el grupo NHE, pero debido a la poca muestra poblacional del estudio y la duración de 10 semanas genera una limitación para considerar los resultados. Aunque no se pueden comparar, varían en las conclusiones debido a que Zein et al.¹¹, según sus suposiciones, los resultados mejorarían en ambos casos, tanto con el sprint y el salto vertical. Para la comparación se utilizó el NHE en ambos estudios.

Todos los estudios se centraron en el riesgo de roturas. Todos ellos se centran en reducir este riesgo, lo que, llevado al mundo del deporte, genera menos lesiones y mayor rendimiento. También se centraron en la fuerza excéntrica la cual es la base de la prevención según las conclusiones sacadas por los diferentes estudios. De lo que hubo poca evidencia fue del salto y del sprint vertical, los cuales, conllevan procesos de ejercicio excéntrico importantes y se deberían valorar más para tener aún más datos de la evolución del futbolista.

Los programas más relevantes, según la información reunida, son el NHE con el entrenamiento regular y el protocolo FIFA 11+, con NHE incluido. Ambos se encuentran a gran escala, estudiados en la literatura, y evidencia la efectividad de estos. Además, en todos los estudios, estos dos programas han sido los más relevantes y los que generan mejores resultados en riesgo de ruptura, fuerza, salto y sprint. Los últimos dos no se comparan con ningún otro tipo de programa de tratamiento, ya que solo se han comparado entre programas de NHE.

El NHP es un programa con el NHE como ejercicio base, por lo que los resultados son muy parecidos. Mejora también los primeros segundos del sprint, pero el salto vertical no mejora comparado con el grupo control. Faltan datos para poder sacar una conclusión sobre si exista una mejora real sobre estas variables estudiadas.

El NWP no se puede comparar con otros estudios debido a que solo aparece en Rosado-Portillo et al. Aunque no aparezca, el NWP mejora el riesgo de ruptura, pero no es tan eficaz como lo es el NHE y el programa de FIFA 11+.

El BEP es un programa que ha dado ningún resultado relevante a la hora de generar menos riesgo de ruptura. Los diferentes estudios que lo han investigado coinciden que la única mejora del BEP es la fuerza concéntrica, la cual es menos relevante que otras variables como la fuerza excéntrica.

El Harmoknee da resultados en la fuerza y el riesgo de ruptura. Su uso mejora ambos, pero en menor medida comparado con el FIFA 11+ o el NHE. Teniendo como calentamiento el FIFA 11+, el Harmoknee se ha quedado anticuado en el tema preventivo de los músculos isquiotibiales.

El trabajo de estabilidad lumbopélvica, el balance y la estabilidad generan menos riesgo de ruptura, aunque no se trabaje directamente la fuerza excéntrica de los isquiotibiales¹⁹. Son ejercicios que se realizan en gran cantidad en el entrenamiento regular de fútbol, por lo que son una gran ayuda a la prevención de las lesiones.

Las limitaciones de esta revisión tuvieron que ver con: el sexo de los futbolistas, una pequeña muestra de la población usada en los estudios es del sexo femenino, lo que puede sesgar los resultados. También hay limitaciones entre el fútbol profesional y amateur. Las conclusiones no se pueden trasladar de un equipo profesional a un equipo amateur debido a que estos equipos pueden no disponer de los recursos que los profesionales tienen

En resumen, las mejores intervenciones son el NHE y el FIFA 11+, las cuales tienen los mejores resultados en las variables estudiadas.

7. CONCLUSIONES

El objetivo general de este estudio es conocer cuáles son los programas de prevención y tratamiento para las lesiones de los músculos isquiotibiales. Con respecto a la prevención de estas lesiones, el NHE y el FIFA 11+ han mostrado los mejores resultados. Conforme al tratamiento, estos dos programas también han mostrado ser eficaces. Es esencial incluir los programas de prevención como parte de la preparación física o hasta como formación del equipo técnico y médico.

REFERENCIAS

1. Azzopardi, C., Almeer, G., Kho, J., Beale, D., James, S. L., & Botchu, R. (2020). Hamstring origin-anatomy, angle of origin and its possible clinical implications. *Journal of clinical orthopaedics and trauma*, 13, 50–52. <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2020.08.021>
2. Martín Noguerras, A., Calvo Arenillas, J. L., Orejuela Rodríguez, J., Barbero Iglesias, F. J., & Sánchez Sánchez, C. (1999). Elsevier: Revista Iberoamericana de Fisioterapia y

- Kinesiología, 2(1), 44-49. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-fisioterapia-kinesiologia-176-articulo-fases-marcha-humana-13012714>
3. Mero, A., Komi, P. V., & Gregor, R. J. (1992). Biomechanics of sprint running. A review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 13(6), 376–392. <https://doi.org/10.2165/00007256-199213060-00002>
 4. de Hoyo, M., Naranjo-Orellana, J., Carrasco, L., Sañudo, B., Jiménez-Barroca, J. J., & Domínguez-Cobo, S. (2013). Revisión sobre la lesión de la musculatura isquiotibial en el deporte: Factores de Riesgo y estrategias para su prevención. *Elsevier: Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 6(1), 30-37. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-revision-sobre-lesion-musculatura-isquiotibial-X1888754613975766>
 5. Jan, E., Martin, H., & Marcus, W. (2011). Epidemiology of Muscle Injuries in Professional Football (Soccer). *The American Journal of Sport Medicine*, 39(6). <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546510395879>
 6. Brooks, J. H., Fuller, C. W., Kemp, S. P., & Reddin, D. B. (2006). Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *The American journal of sports medicine*, 34(8), 1297–1306. <https://doi.org/10.1177/0363546505286022>
 7. Biz, C., Nicoletti, P., Baldin, G., Bragazzi, N. L., Crimì, A., & Ruggieri, P. (2021). Hamstring Strain Injury (HSI) Prevention in Professional and Semi-Professional Football Teams: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*, 18(16), 8272. <https://doi.org/10.3390/ijerph18168272>
 8. Rosado-Portillo, A., Chamorro-Moriana, G., Gonzalez-Medina, G., & Perez-Cabezas, V. (2021). Acute Hamstring Injury Prevention Programs in Eleven-a-Side Football Players Based on Physical Exercises: Systematic Review. *Journal of clinical medicine*, 10(9), 2029. <https://doi.org/10.3390/jcm10092029>
 9. Lovell, R., Knox, M., Weston, M., Siegler, J. C., Brennan, S., & Marshall, P. W. M. (2018). Hamstring injury prevention in soccer: ¿Before or after training? *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(2), 658–666. <https://doi.org/10.1111/sms.12925>
 10. Lee, J. W. Y., Mok, K. M., Chan, H. C. K., Yung, P. S. H., & Chan, K. M. (2018). Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. *Journal of science and medicine in sport*, 21(8), 789–793. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.017>
 11. Zein, M. I., Reurink, G., Verhagen, E., Kerkhoffs, G. M. M. J., van der Horst, N., Goedhart, E., Anggunadi, A., Knapstad, A., Andersen, T. E., Ishøi, L., Hølmich, P., & Tol, J. L. (2022). Study on Hamstring Re-injury Prevention (SHARP): protocol for an international multicentre, randomised controlled trial. *BMJ open*, 12(11), e065816. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-065816>
 12. van de Hoef, PA, Brink, MS & Huisstede, BMA (2019). Does a bounding exercise program prevent hamstring injuries in adult male soccer players? – A cluster-RCT. *Scand J Med Sci Sports*, 29(4), 515– 523. <https://doi.org/10.1111/sms.13353>
 13. Krommes, K., Petersen, J., Nielsen & M.B. et al. (2017). Sprint and jump performance in elite male soccer players following a 10-week Nordic Hamstring exercise Protocol: a randomised pilot study. *BMC Res Notes* 10, 669. <https://doi.org/10.1186/s13104-017-2986-x>
 14. Melegati G., Tornese D., Gevi M., Trabattoni A., Pozzi G., Schonhuber H. & Volpi P. (2019). Reducing muscle injuries and reinjuries in one italian professional male soccer

- team. *Muscle, Ligaments and Tendons Journal*. 3, 324–330. <https://doi.org/10.32098/mltj.04.2013.14>.
15. Kraemer R. & Knobloch K. (2009) A soccer-specific balance training program for hamstring muscle and patellar and Achilles tendon injuries: An intervention study in premier league female soccer. *Am. J. Sports Med*, 37, 1384–1393. <https://doi.org/10.1177/0363546509333012>.
 16. Elerian A.E., El-Sayyad M.M. & Dorgham H.A.A (2019). Effect of Pre-training and Post-training Nordic Exercise on Hamstring Injury Prevention, Recurrence, and Severity in Soccer Players. *Ann. Rehabil. Med*, 43, 465–473. <https://doi.org/10.5535/arm.2019.43.4.465>
 17. Sadigursky, D., Braid, J. A., De Lira, D. N. L., Machado, B. A. B., Carneiro, R. J. F., & Colavolpe, P. O. (2017). The FIFA 11+ injury prevention program for soccer players: a systematic review. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 9, 18. <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0083-z>
 18. Van Hooren, B., & Zolotarjova, J. (2017). The Difference Between Countermovement and Squat Jump Performances: A Review of Underlying Mechanisms With Practical Applications. *Journal of strength and conditioning research*, 31(7), 2011–2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001913>
 19. Huxel Bliven, K. C., & Anderson, B. E. (2013). Core stability training for injury prevention. *Sports health*, 5(6), 514–522. <https://doi.org/10.1177/1941738113481200>

ANEXO

Anexo I: tabla 1, con las características de cada estudio.

| AUTORES | TIPO DE ESTUDIO | POBLACIÓN | METODOLOGÍA | RESULTADOS/VARIABLES | CONCLUSIÓN |
|--------------------|--------------------------------------|---|--|--|--|
| Biz et al. 2021 | Revisión sistemática y metaanálisis. | 3665 futbolistas, 197 mujeres (5,98%). No especifica edad para ser apto para el artículo. El rango de edad varía entre 20-24,8 años. Exclusión: futbolistas amateurs, artículos con menos de 2 meses de seguimiento. | Los diferentes artículos seleccionados por la revisión sistemática recogen varias intervenciones y comparaciones: <ul style="list-style-type: none"> - Nordic Hamstring pre and post training vs Nordic Hamstring pre-training vs sin prevención - Trabajo excéntrico con NHE vs programa de balanceos de piernas y saltos múltiples - Entrenamiento de balance vs sin prevención - Ejercicio de Core vs sin prevención - FIFA 11+ program vs sin prevención - NHE vs sin prevención | Mejora del riesgo de ruptura: todos los artículos consiguieron mejorar el riesgo conforme al grupo control. En el estudio del programa de NHE vs el programa de balanceo de piernas y saltos múltiples, el programa NHE mejora más que su opuesto. | La literatura propuesta es un ejemplo de la gran mayoría de intervenciones para la prevención de lesiones de los músculos isquiotibiales. No está claro cuál es mejor o peor conforme a porcentaje de ruptura debido al desvarío de sujetos entre artículos. |

| | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|---|---|---|--|
| <p>Rosado-Portillo et al. 2021</p> | <p>Revisión sistemática.</p> | <p>3746 futbolistas varones sin lesiones de los isquiotibiales con edad variable entre 17-45 años.</p> <p>Inclusión: artículos que solo usan ejercicio físico de tratamiento, jugadores sanos, RTC e intervención entre 6 semanas y una temporada completa.</p> | <p>Los diferentes artículos seleccionados por la revisión sistemática recogen varias intervenciones y comparaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> - BEP: Zancadas andando, rebotes y caídas y zancadas vs sin prevención - NWP vs FIFA 11+ - NHE vs sin prevención - Sin prevención vs excéntricos de flexión de rodilla, NHE incluido vs ejercicios propioceptivos - Sin prevención vs correr con aceleraciones, paradas repentinas, pliométricos y balance - Sin prevención vs NHE y estiramientos individuales - Sin prevención vs programas de resistencia, NHE y propiocepción - Calentamiento normal con estiramiento vs Harmnoknee: calentamiento, activación muscular, balance, fuerza y estabilidad de core - Sin prevención vs NHE | <p>Mejora de la prevención de ruptura de los músculos isquiotibiales en todos los artículos menos en BEP, en el cual no se demostró una mejora en el riesgo de roturaválida. Entre NWP y FIFA 11+, el protocolo FIFA 11+ mejoró considerablemente más que NWP. La prevención mejora de manera parecida con el FIFA 11+ y el NHE.</p> <p>La fuerza aumentó en todos los artículos, tanto la excéntrica, la concéntrica e isométrica. Se realizó en 6 de los 10 artículos test de fuerza.</p> <p>En 2, se hicieron test de balance, sprint y velocidad.</p> | <p>Los artículos nombrados usan la mayoría el NHE, los cuales obtienen buenos resultados de porcentajes de rupturas y fuerza concéntrica y excéntrica, a través de máquinas de isocinéticos. El sprint se midió en un estudio, donde mejoró, pero con poca significancia debido a criterios de los autores.</p> <p>2 de los autores consideraron el balance muscular entre agonista y antagonista.</p> <p>Los programas con ejercicios excéntricos aumentaron la fuerza, más aún con el programa de FIFA 11+ y NWP.</p> <p>La evidencia supone</p> |
|------------------------------------|------------------------------|---|---|---|--|

| | | | | | |
|-----------------------|----------------------|---|--|--|---|
| | | | | | que la clave para mejorar la prevención es el ejercicio excéntrico. |
| Lovell et al. 2017 | Ensayo controlado. | 42 jugadores masculinos amateurs de liga universitaria, entre 18-28 años. Estos jugadores han debido de estar sanos de ninguna lesión musculoesquelética. 12 semanas de intervención. | <p>Se dividió en tres grupos diferentes con 12 semanas de intervención:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo control. - NHE después de entrenar. - NHE antes de entrenar. <p>Los grupos de NHE, realizaron todas las semanas por lo menos 1 vez, el ejercicio del NHE, además de los ejercicios básicos del grupo control (concéntricos y excéntricos en máquinas).</p> | <p>VARIABLES Y SUS RESULTADOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conformidad: mayor conformidad con el programa con NHE. - Electromiografía: mejor en ambos NHE. - Arquitectura del bíceps femoral, la cual incremento en NHE después de entrenar. - Máximo esfuerzo de torsión durante excéntrico en grupos NHE. - Riesgo de lesión: se reduce el riesgo de lesión en ambos grupos de prevención con NHE. | <p>Mejora de la fuerza excéntrica y concéntrica de los músculos isquiotibiales con dos días a la semana de entrenamiento. Mejora del riesgo de lesión en ambos grupos.</p> <p>Mejora de la arquitectura del bíceps femoral con NHE después del entrenamiento, pero igualdad de fuerza entre grupos NHE.</p> |
| Lee et al. 2017 | Estudio prospectivo. | 146 jugadores profesionales de fútbol, con lesiones de los isquiotibiales o sin lesión, edad entre 18 y | <p>Divididos en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jugadores lesionados. - Jugadores no lesionados. | Se valoró la fuerza de cuádriceps e isquiotibiales a través de una máquina de isocinéticos, y así las ratios entre ellos mismos. Los cuádriceps de los | Los pacientes con menor ratio se caracterizaron por tener más riesgo de ruptura de |

| | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|---|--|---|---|
| | | 28 años. Seguimiento de 10 meses. | <p>También valoraron lesiones previas de los isquiotibiales.</p> <p>Se valoran en ambos la fuerza a través de isocinéticos durante 10 meses con entrenamiento regular.</p> | <p>jugadores lesionados mostraron igualdad de una pierna a otra mientras que la fuerza de los isquiotibiales no, y así su ratio isquiotibial /cuádriceps.</p> <p>Durante los 10 meses también se evaluó el riesgo de rotura. Se evidenció de un mayor riesgo de los jugadores con anteriores o actuales lesiones de isquiotibiales.</p> | <p>los isquiotibiales.</p> <p>Se demostró que variables como el peso, altura, edad y una diferencia bilateral de la fuerza isocinética de los isquiotibiales no son relevantes para el riesgo de rotura. Se debe hacer ejercicio excéntrico y programas de prevención.</p> |
| Zein et al. 2022 | En estudio aleatorizado controlado. | <p>368 jugadores profesionales, mujeres y hombres entre 18 y 40 años con una semana después de la recuperación completa de una lesión de los isquiotibiales. Seguimiento de 53 semanas.</p> <p>El estudio no ha sido realizado, se hipotetizan al estimar los datos del ensayo.</p> | <p>Dividido en 2 grupos diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo con implementación del NHE a parte del entrenamiento regular. Diferentes repeticiones y series según semana de entrenamiento. - Grupo control con su entrenamiento regular. | <p>El dato principal es el porcentaje de rerrupturas dentro de las semanas del programa de prevención de lesiones para isquiotibiales NHE.</p> <p>También se valora con 14 diferentes cuestionarios la evolución del paciente. A parte de los cuestionarios, también se hacen dos pruebas: salto vertical y sprint. Para el sprint se utiliza la prueba de 30 metros y para el salto vertical, salto en</p> | <p>Este estudio es uno de los únicos que se realiza después de recuperarse de una lesión de isquiotibiales y se prevé dar mucha información y beneficios, ya sea económicos o de tiempo, para los entrenadores y equipos técnicos.</p> <p>Se espera una mejora del salto vertical del</p> |

| | | | | | |
|--|--|---|--|---|--|
| | | | | <p>cucillitas y salto con contra movimiento. Estas pruebas sirven para ver la evolución del paciente durante las 53 semanas de intervención. Se prevé una mejora de un 4% del sprint y un 7% del salto en comparación con el grupo control.</p> <p>También se valora la adherencia, el tiempo sin rotura y la rerruptura de los isquiotibiales, el cual es el objetivo principal del estudio.</p> | <p>7% comparado al grupo control, un 4% del sprint, un 10% de riesgo de rerruptura y un 70% del riesgo de ruptura.</p> |
| <p>Alexander van de Hoef et al. 2018</p> | <p>Estudio aleatorizado controlado por grupos.</p> | <p>32 equipos de futbolistas varones amateurs, con un total de 400 jugadores. 39 semanas de seguimiento.</p> <p>Inclusión: varón de 18 a 45 años, participante de la liga amateur de primera clase de Los Países Bajos.</p> | <p>Dividido en 2 grupos diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo BEP, realizan los ejercicios de salto mientras realizaban los ejercicios regulares durante 12 semanas. - Grupo control, con su entrenamiento regular. | <p>Se mide la incidencia de lesión de los isquiotibiales comparada del grupo control vs grupo BEP. El uso de este programa no mejora el riesgo ni la gravedad de la lesión, pero si mejora la fuerza concéntrica de los músculos isquiotibiales.</p> <p>También se mide el cumplimiento del BPE, el cual se ve que un 71% lo cumple.</p> | <p>El programa de BEP no consigue una mejora en la reducción del riesgo de lesión de los isquiotibiales.</p> |

| | | | | | |
|---------------------|------------------------------|---|---|---|--|
| | | Exclusión: jugadores que llegan más tarde en la temporada 2016-2017. | | | |
| Krommes et al. 2017 | Estudio piloto aleatorizado. | <p>25 jugadores varones de la primera liga danesa. 10 semanas de seguimiento.</p> <p>Exclusión: jugadores lesionados a la hora de una preprueba para entrar al estudio.</p> | <p>Dividido en 2 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Grupo Nordic, realizan el NHP con su entrenamiento regular. - Grupo control con su entrenamiento regular. | <p>Se realizaron pruebas de salto vertical y sprint. Durante las pruebas de sprint, se pusieron 3 marcas: 5, 10 y 30 metros. Se hicieron 3 pruebas y se escogió la más rápida. Para el salto vertical, se realizó un salto en contra movimiento.</p> <p>El grupo control mejoró en el salto vertical muy parecidamente al grupo Nordic, mientras que, al sprint, durante los primeros metros mejoraron más los del grupo Nordic, aunque ambos decayeron al llegar a los 30 metros. El cumplimiento del programa fue del 100%, sin contar los que se lesionaron mientras se realizaba.</p> | <p>El NHP es un ejercicio beneficioso para la mejora de la fuerza del salto vertical, explosividad del sprint y aceleración. Se debería estudiar a mayor escala durante más tiempo y buscando resultados con las pruebas de salto vertical y sprint.</p> |

ANEXO II: tabla 2, con los puntos obtenidos por los estudios en la escala PEDro.

| VALORACIÓN ESCALA PEDRO | ITEMS | | | | | | | | | | | RESULTADOS |
|-----------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| Biz et al. 2021 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| Rosado-Portillo et al. 2021 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 |
| Lovell et al. 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| Lee et al. 2017 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| Zein et al. 2022 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Alexander van de Hoef et al. 2018 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 9 |
| Krommes et al. 2017 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 |

En la tabla se responde con 1 si es "sí" o 0 si es "no". Explicación de cada ítem: criterios de selección especificados (ítem 1), asignación al azar de los sujetos (ítem 2), asignación oculta (ítem 3), grupos similares (ítem 4), sujetos cegados (ítem 5), terapeutas cegados (ítem 6), evaluadores cegados (ítem 7), medidas clave más del 85% en un grupo (ítem 8), resultados de todos los sujetos del grupo control (ítem 9), comparación estadística entre grupos (ítem 10) y medidas puntuales y de variabilidad para resultados clave (ítem 11). Si la puntuación fluctúa en menos de 4 puntos, tiene mala calidad metodológica, si está entre 4-5 es regular, si la puntuación está entre 6-8 tiene buena calidad y es excelente si está entre el 9-10