

Nordic Hamstring como prevención de lesiones de los isquiotibiales en futbolistas

**Ciencias de la Actividad Física y del
Deporte**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD
FÍSICA Y EL DEPORTE**



Realizado por: Carlos García Villarín y Javier Gómez Mondela

Grupo TFG: Mix 61

Año Académico: 2022-2023

Tutor/a: Daniel Mendoza

Área: Revisión Bibliográfica

Resumen

Las lesiones en los isquiotibiales son las lesiones musculares más comunes en el mundo del fútbol, se producen por distintos factores de riesgo, la mayoría de éstas ocurren a la hora de realizar un gran esfuerzo como puede ser un sprint.

El NH consiste en un ejercicio excéntrico enfocado en la musculatura isquiotibial, se trata de un ejercicio de fácil implementación, tan solo siendo necesario un compañero para sujetar los talones evitando que se levanten.

El objetivo de esta revisión fue observar la eficacia de un programa de Nordic Hamstring Exercise (NHE) y como el mismo puede influir en la incidencia lesional en futbolistas. Los objetivos secundarios fueron determinar el momento más adecuado para realizarlo y la carga óptima del programa. Se consultaron las bases de datos de MedLine, SPORTDiscuss y CINAHL con la ecuación de búsqueda: «Nordic Hamstring AND football OR soccer AND prevention». Después se aplicaron ciertos criterios de selección para concluir con los artículos revisados. Los resultados obtenidos en esta revisión concuerdan con los conseguidos en revisiones pasadas sobre el tema, se pudo observar una disminución de la incidencia lesional en los equipos que aplicaron el programa de NHE en comparación con aquellos que no lo hicieron. Se verificó también que el realizar el programa de NHE antes y después del entrenamiento es su forma más eficaz de llevarlo a cabo, siguiendo una carga progresiva y dejando 48 horas de descanso entre sesiones.

Palabras clave

Ejercicio Nórdico; isquiotibiales; fútbol; prevención.

Abstract

Hamstring injuries are the most common types of injuries in the world of soccer, they occurred due to different risk factors, most of them when soccer players make a really effort, such as a sprint.

NH is an eccentric exercise for the hamstring muscles. It is an exercise of easy implementation, only a partner is necessary to hold the heels, preventing them from rising.

The main of this review was to observe the effectiveness of a Nordic Hamstring Exercise (NHE) program and how these exercise could prevent an injury risk for soccer players. The secondary objectives were determine the most appropriate moment to perform the exercise, as well as the optimal load of the program. The MedLine, SPORTDiscuss and CINAHL databases were consulted with the following search equation: «Nordic Hamstring AND football OR soccer AND prevention». Certain selection criteria were then applied to conclude with the reviewed articles. The results obtained in this review agree with those obtained in past reviews for these subject, it was observed a decrease in the incidence injury in the teams that applied the NHE program compared to those that did not. It was also verified that, carrying this prevention program before and after, is the most effective way of doing it, following a progressive load and leaving 48 hours of rest between sessions.

Key words

Nordic Exercise; hamstrings; soccer; prevention.

Índice

1. Introducción.....	6
1.1. Composición de la musculatura isquiotibial.....	7
1.2. Mecanismo de lesión.....	8
1.3. Nordic Hamstring.....	9
2. Objetivos.....	11
2.1. Objetivo principal.....	11
2.2. Objetivo secundario.....	11
3. Metodología.....	11
3.1. Diseño.....	11
3.2. Estrategia de búsqueda.....	11
3.3. Criterios de selección.....	12
3.4. Diagrama de flujo.....	12
4. Discusión.....	14
5. Futuras líneas de investigación.....	19
6. Conclusiones.....	20
7. Referencias bibliográficas.....	22
8. Anexos.....	26
8.1. Cuadro resumen artículos empleados.....	26

Índice de Figuras

Figura 1. Musculatura isquiotibial.....7

Figura 2. Fases del ciclo de la carrera.....9

Figura 3. Realización del Nordic Hamstring.....10

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso de revisión.....13

Índice de Tablas

Tabla 1. Cuadro resumen artículos empleados.....26

1. Introducción

El fútbol como bien recopila Brandt (2017) en su estudio, “es uno de los deportes más populares alrededor del mundo, cuenta con una gran cantidad de participantes tanto a nivel profesional como recreacional”. Además justifica el alto número de lesiones que se producen en este deporte con que es un deporte de equipo en el que existe contacto físico, existiendo de esta manera factores extrínsecos, los cuales no dependen del propio jugador.

Las lesiones en los isquiotibiales de los futbolistas, según Diemer et al. (2021) son definidas como “cualquier lesión muscular de manera indirecta, que ocurra repentinamente en los isquiotibiales, producida durante un partido de fútbol o entrenamiento, provocando lesión en los tejidos.” (p.2).

En cuanto a la incidencia de esta lesión, Noya y Sillero (2012) realizaron un estudio descriptivo en el que analizaron todas las lesiones que se produjeron en 27 equipos de primera y segunda división española en la temporada 2008-2009. Se concluyó en que el músculo con mayor incidencia lesional era el bíceps femoral con un porcentaje del 26,5% de todas las roturas musculares. En cuanto al semimembranoso y semitendinoso, su incidencia fue más baja con un 5,7% y un 1,5% respectivamente.

En un estudio más actual de Ekstrand et al. (2016) se ha podido observar como en los 13 años consecutivos que dura el estudio (temporada 2001/2002 hasta 2013/2014), la incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial en los entrenamientos ha ido en aumento, alrededor de un 4%, mientras que en los partidos no se han producido cambios significativos.

Debido a la importancia y a la alta incidencia que tienen hoy en día las lesiones de los isquiotibiales en futbolistas, se sigue investigando acerca del método más efectivo para prevenirlas y hacer del fútbol un deporte más seguro en cuanto a las mismas.

1.1. Composición de la musculatura isquiotibial

Los isquiotibiales están compuestos por 3 músculos denominados bíceps femoral con sus cabezas corta y larga, semitendinoso y semimembranoso. Tanto la cabeza larga del bíceps femoral como el semitendinoso y semimembranoso, comparten tendón de origen en la tuberosidad isquiática, en cambio la cabeza corta del bíceps femoral se origina en la línea áspera del fémur. Con respecto a la inserción, el semimembranoso y semitendinoso llegan hasta la “pata de ganso” en la cara posterior del cóndilo medial de la tibia. Por otro lado, ambas cabezas del bíceps femoral se insertan en la cara lateral de la cabeza del peroné.

En la figura 1 se muestra la musculatura isquiotibial.

Figura 1.

Musculatura isquiotibial



Nota. Adaptado de *Lesión de los músculos isquiotibiales*, por Vilchez. F., 2021, *Drvilchez.mx*. <https://drvilchez.mx/2021/03/03/lesion-de-los-musculos-isquiotibiales/>

Esta musculatura se considera biarticular, debido a que producen movimiento tanto a nivel de la cadera como de la rodilla. La cabeza corta actúa únicamente a nivel de la rodilla por lo que es monoarticular.

La inervación de la cabeza corta es realizada por el nervio peroneo común. De los músculos biarticulares se encarga de inervarlos el nervio tibial.

Rodríguez (2018) nos indica que la vascularización de esta musculatura viene dada por las arterias perforantes y por la arteria glútea inferior.

El músculo semitendinoso y semimembranoso comparten función, ambos realizan a nivel de cadera una extensión y rotación interna cuando la pierna se encuentra extendida, en cuanto a la rodilla, realizan flexión de la misma y rotación interna cuando la pierna está flexionada.

La cabeza larga del bíceps femoral a nivel de cadera realiza una extensión y rotación externa con la pierna extendida, por otro lado en la rodilla realiza una flexión y rotación externa con ésta flexionada.

La cabeza corta del bíceps femoral al ser monoarticular y sólo actuar a nivel de rodilla, comparte función con la cabeza larga en este nivel.

1.2. Mecanismo de lesión

Por lo general, el mecanismo de lesión más habitual en futbolistas ocurre según Huygaerts et al. (2020) en sprints a máxima velocidad, o cerca de la máxima, afectando en la mayoría de los casos a la cabeza larga del bíceps femoral.

Sánchez (2019) en su artículo analiza la técnica de carrera dividiendo ésta en dos fases diferenciadas; las cuales son fase de vuelo y fase de apoyo. Ambas fases tienen a su vez subfases; en el caso de la fase de vuelo, por orden de realización serían oscilación inicial, oscilación media y oscilación final. Después de esta última, vendrían las subfases de la fase de apoyo, las cuales se dividen en contacto inicial, amortiguación e impulsión.

En la figura 2 se muestran las fases del ciclo de carrera.

Figura 2.

Fases del ciclo de la carrera



Nota. Adaptado de *Técnica de carrera: fases y recomendaciones*, por Sánchez. S., 2019, Sergio Sánchez Trainer. <https://www.sergiosanchez.es/tecnica-de-carrera/>

Retomando el artículo de Huygaerts et al. (2020) aseguran que “muchos de los investigadores que han realizado un estudio acerca del rol que tienen los isquiotibiales durante el ciclo de la carrera, concluyen que durante la fase de oscilación final, esta musculatura es más propensa a sufrir una lesión.” (p.4).

En cuanto a factores que puedan predisponer a un futbolista a sufrir una lesión, Askling et al., (2003) destacan una deficiente musculatura como uno de los principales.

1.3. Nordic Hamstring

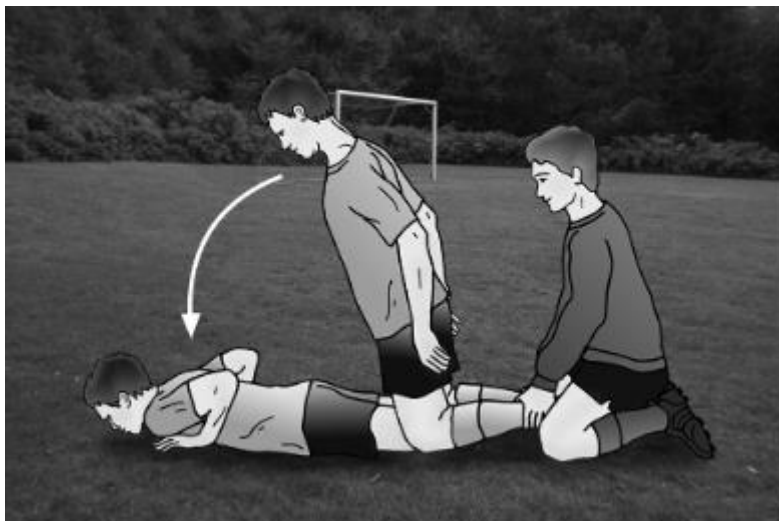
Rodríguez (2019) explica el Nordic Hamstring de la siguiente manera, es un ejercicio que se realiza en parejas, uno de la pareja se coloca de rodillas en el suelo de espaldas al compañero. El jugador que no está realizando el ejercicio, sujetará los talones del compañero para una correcta realización del ejercicio. El jugador de rodillas se dejará caer hacia delante tratando de resistir el movimiento de caída, cuando el jugador vea que no aguanta más, colocará las manos para evitar

cualquier daño. De esta manera sobre la musculatura isquiotibial se producirá una contracción excéntrica.

En la figura 3 se muestra la realización del ejercicio.

Figura 3.

Realización del Nordic Hamstring.



Nota. Adaptado de *Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial*, por Petersen, J. et al., 2011, *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11), 2296-2303. DOI: [10.1177/0363546511419277](https://doi.org/10.1177/0363546511419277)

En la revisión sistemática realizada por Viviana et al. (2022) afirma que “los resultados del presente estudio demuestran que el entrenamiento excéntrico disminuye la incidencia y riesgo de lesiones isquiotibiales en futbolistas tanto amateur como profesionales”. (p.9).

Este estudio anterior como hemos comentado, muestra que uno de los mejores ejercicios para evitar lesiones es el entrenamiento excéntrico, es por ello por lo que se considera adecuado realizar esta revisión, para comprobar si realizando el Nordic Hamstring, se reduce la incidencia lesional de los isquiotibiales en futbolistas, y si fuese así, cuantificar la carga idónea, además del momento del entrenamiento en el que realizarlo.

2. Objetivos

A continuación os presentamos los objetivos planteados en este trabajo.

2.1. Objetivo principal

- Examinar la eficacia del Nordic Hamstring como ejercicio preventivo de la musculatura isquiotibial.

2.2 Objetivos secundarios

- Conocer en qué parte del entrenamiento tiene un uso más eficaz.
- Identificar cuánta carga es la óptima para obtener mejores resultados.

3. Metodología

3.1. Diseño

Se realizó una revisión sistemática en distintas bases de datos científicas centrándonos en los artículos ya publicados en estas sobre el ejercicio en cuestión, el Nordic Hamstring, el uso preventivo de éste y el efecto que tiene en la musculatura isquiotibial en los futbolistas. A la hora de realizar el diseño se tuvo en cuenta la última revisión sistemática sobre el tema en 2017, por lo que se diseñó la revisión a partir de artículos comprendidos desde esa fecha en adelante para observar los nuevos avances en estos últimos años.

3.2 Estrategia de búsqueda

Ante la pregunta sobre los beneficios del Nordic Hamstring en el fútbol obtuvimos varias palabras claves, las cuales tras añadir unos conectores nos llevaron a la siguiente ecuación de búsqueda, la cual fue aplicada en las bases de datos de Medline, Cinahl y SportDiscuss, los cuales son metabuscadores de la biblioteca de la Universidad Europea de Madrid, CRAI Dulce Chacón.

La indagación en estos buscadores se realizó mediante la siguiente ecuación: «Nordic Hamstring AND football OR soccer AND prevention».

En el primer resultado de la búsqueda se obtuvieron 173 resultados. La búsqueda se limitó a estudios después del año 2017 por la revisión sistemática y metaanálisis realizado sobre el tema en ese año, por lo que redujo el número de artículos a 125 realizados posteriormente al año 2017, de los cuales 52 se encontrarían duplicados por lo que el resultado de esta búsqueda sería de 73 artículos. Tras incluir los criterios de selección descartamos 19 artículos por el tipo de artículo y metodología y 2 por no contar con texto completo, con un resultado de 52 resultados en total. Encontramos 31 artículos descartados por título, gran parte de estos por no cumplir con los criterios de selección, ya que hablaban de otro tipo de fútbol como el americano, el gaélico o el rugby, dejando un resultado de 21 artículos. La última etapa de la búsqueda se limitó a descartar aquellos artículos cuyo abstract o resumen no concordase con las palabras clave escogidas para realizar la revisión, los cuales fueron 12, obteniendo un resultado final de 9 artículos.

3.3 Criterios de selección

Los criterios de selección de los artículos para llevar a cabo la revisión fueron:

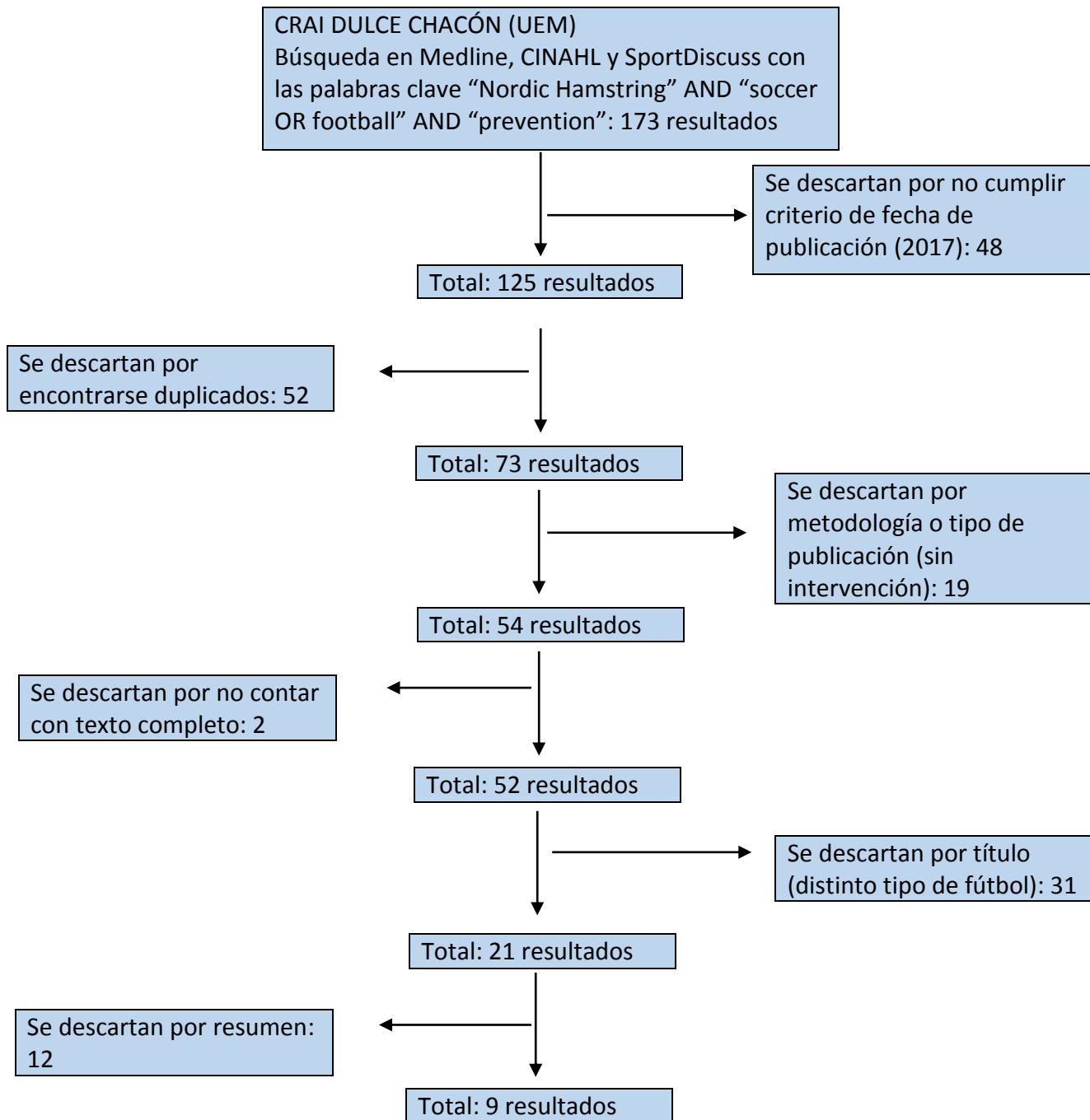
- Artículos que evalúen la musculatura isquiotibial con el Nordic Hamstring Exercise.
- Artículos a partir de 2017 debido al último metaanálisis del tema realizado ese año.
- Metodología y tipo de publicación, no incluimos aquellas publicaciones en las que no existiese intervención.
- Se descartan revisiones y metaanálisis.
- Los estudios tenían que estar realizados a futbolistas, amateur o profesionales, sin tener en cuenta el nivel competitivo.
- Aquellos artículos sobre otro tipo de fútbol, como fútbol americano o gaélico fueron descartados.
- Aquellos que no contasen con el texto completo fueron descartados.

3.4 Diagrama de flujo

El siguiente diagrama de flujo (Figura 4.) muestra el proceso que llevamos a cabo para la recopilación de los 9 artículos.

Figura 4.

Diagrama de flujo del proceso de revisión.



4. Discusión

El objetivo de esta revisión es recopilar información acerca de la eficacia del Nordic Hamstring Exercise (NHE), así como su implementación para la prevención de lesiones de la musculatura isquiotibial, cuantificando la carga y el momento de su realización. Teniendo en cuenta los factores de riesgo que predisponen a un futbolista a sufrir lesiones de los isquiotibiales, Hasebe et al. (2020) nos manifiesta algunos de los cuales pueden ser la edad, la posición del futbolista en el campo, la técnica de carrera, debilidad muscular, una falta de flexibilidad de la musculatura y una descompensación muscular entre otros. También nos encontramos con otros factores de riesgo los cuales eran más fáciles de medir, éstos fueron utilizados como variable en los artículos revisados como son; la fuerza excéntrica máxima, o la arquitectura muscular, la cual puede ser un gran predisponente a sufrir lesiones musculares.

En primer lugar, como bien hemos manifestado en la introducción, la incidencia lesional en el fútbol es muy elevada, siendo la musculatura isquiotibial de las más acusadas. Aún con ello, la implementación del NHE como ejercicio preventivo en los equipos profesionales de fútbol es de un 16,7% esto puede deberse a una falta de confianza o desconocimiento por parte de los jugadores o de los propios entrenadores. (Chebbi et al. 2020).

De Oliveira et al. (2020) relaciona la lesión de los isquiotibiales con un déficit de la fuerza en excéntrico de la musculatura flexora de la rodilla. Es por ello por lo que en su estudio se analizó durante únicamente cuatro semanas de programa, la fuerza excéntrica máxima de la musculatura isquiotibial, viéndose una mejoría de la fuerza de en torno a un 13% en un 76% de los participantes del estudio que realizaron el ejercicio. En este estudio el programa de NHE se realizaba dos veces a la semana con un descanso mínimo de 48 horas entre sesiones y con una carga progresiva aumentando las repeticiones a medida que avanzaban las cuatro semanas del programa. Mostrándonos evidencias de que un programa reducido de

NHE durante cuatro semanas obtiene beneficios similares a aquellos programas más mantenidos en el tiempo.

Vianna et al. (2021) afirman que aumentando la fuerza 10 Newtons de la musculatura flexora de rodilla en excéntrico, el riesgo de lesión de esta musculatura se ve reducido un 9% en futbolistas varones. En este mismo estudio, el programa contó con 8 semanas de 2 sesiones empezando con 2 series, aumentando progresivamente las repeticiones y series a lo largo del programa. Al igual que la mayoría de artículos revisados, aquellos con más de una sesión a la semana dejaban 48 horas de descanso antes de repetir el programa. Este estudio fue realizado en mujeres futbolistas, se vio una mejora de la fuerza en excéntrico de la musculatura isquiotibial de en torno al 13% en el 71% de las jugadoras, siguiendo la misma línea de estudios similares realizados en varones, los cuales contaban con un 76% de mejoría, el mencionado anteriormente.

Pese a que los sprints en el fútbol representan menos de un 5% de las acciones de un partido, son aspectos determinantes en el desarrollo de este deporte. (Ishøi et al. 2017). Durante un partido, los jugadores tienen que realizar numerosos sprints dependiendo de la posición en la que jueguen, éstos son realizados a una alta velocidad, siendo en estas situaciones donde la musculatura isquiotibial sufre más. Ishoi et al. (2017), valoraron la posibilidad de mediante un programa de 10 semanas de NHE mejorar la capacidad de realizar sprints de 10 metros de manera seguida, observándose resultados que ofrecen en torno a un 3% de mejoría frente a los resultados previos a la realización del programa de NHE. En esta misma variable medida, el grupo control el cual no realizó el programa, apenas llegó al 1% de mejoría. El sprint más rápido también fue una variable que analizaron, mostrando resultados satisfactorios y significativos con un 2,6-3.2% de mejoría nuevamente del grupo experimental, el grupo control en este caso no mostró mejoría. Aquella variable que obtuvo mayores y más significativos beneficios fue la fuerza excéntrica máxima de la musculatura isquiotibial, la cual aumentó en torno a un 17-19% en un periodo de 10 semanas con una carga progresiva.

Enfocándonos en la fuerza excéntrica, el momento de realización del NHE durante los entrenamientos no influye, basándonos en el artículo de Lovell et al. (2018) ya que en ambos grupos se obtuvo una mejora similar la cual era de un 12%. En el mismo, aseguran unas mejoras muy parecidas entre la realización del ejercicio antes o después del entrenamiento, si bien hablando únicamente de la mejora de la fuerza. Aunque cabe resaltar en este estudio que en cuanto a adaptaciones estructurales de la musculatura isquiotibial, los grupos tuvieron resultados completamente distintos, el grupo que realizó el NHE previo al entrenamiento, produjo un mayor alargamiento de los fascículos del bíceps femoral, mientras que el grupo que realizó el ejercicio después de los entrenamientos, desarrollaron un aumento del grosor muscular, así como del ángulo de penetración de los fascículos, el cual tiene una importante relación con la fuerza ya que permite que haya una mejor relación músculo tendón.

La diferencia que se encontró entre ambos grupos en el alargamiento del bíceps femoral es la siguiente; en el grupo que lo realizaba antes del entrenamiento podría deberse a la situación de fatiga en la que se encuentra la musculatura antes del entrenamiento, disminuyendo los resultados de esta variable en el grupo de después.

Sí que se pudo observar que aquel grupo que realizó el NHE antes del entrenamiento, mostró una mayor fuerza cuando el músculo se encontraba en alargamiento, es decir, al final del ejercicio y de la fase excéntrica. Esto es de especial importancia, ya que el momento de lesión de esta musculatura es cuando el músculo se encuentra en estiramiento. Pudiendo deberse esta mejoría al aumento de la longitud de los fascículos musculares, los cuales únicamente se produjeron en este grupo. (Lovell et al. 2018).

En cuanto a la adherencia al programa en el estudio de Lovell et al. (2018) se observó un 12% más de adherencia en el grupo que realizaba el programa después del entrenamiento.

Siguiendo con esta línea, Elerian et al. (2019) en su estudio observaron que la realización de un programa de NHE pre- y post- entrenamiento es mejor para

minimizar de esta manera el riesgo de lesión frente a realizarlo solamente una vez antes del entrenamiento, ofreciéndonos un porcentaje total de lesiones de la musculatura isquiotibial de un 6%. Por otro lado, los jugadores que únicamente lo realizaron pre- entrenamiento, mostraron un índice lesional de 23,5%. También se analizaron los días de lesión, mostrando una ausencia de 1 día el grupo que realizaba el ejercicio antes y después del entrenamiento, mientras que el grupo que únicamente realizó el NHE antes del entrenamiento, la media de ausencia en días fue de casi 3. Aun observando unos mejores resultados en aquellos jugadores que realizaron el programa de NHE pre y post entrenamiento, también se puede ver como aquellos que lo realizaban solo antes obtenían mejores resultados que estos mismos jugadores la temporada previa, la cual no realizaban ningún programa de prevención. Pasaron de tener un total de 20 lesiones de isquiotibiales, siendo un 62,5% del equipo a tener 4 lesiones los 17 jugadores del grupo que realizaron el NHE solo antes de entrenar, mejorando en casi un 40% los resultados de la temporada anterior.

Cuántas veces a la semana realizar el NHE, es otro punto a determinar, en el artículo de Medeiros et al. (2020) indican que en función de los resultados que se pretendan conseguir, únicamente con realizarlo 1 día a la semana sería suficiente para producir en el bíceps femoral un aumento de la longitud de sus fascículos, al igual que un aumento del grosor, siendo esto de suma importancia debido a que un acortamiento del bíceps femoral conlleva cuatro veces más opciones de sufrir una lesión isquiotibial en comparación con aquellos jugadores con esta musculatura más elongada.

En cambio, para producir una considerable mejora en la fuerza de esta musculatura, es necesario realizar el programa de ejercicios 2 veces a la semana como mínimo, obteniendo un aumento de la fuerza excéntrica del 11% aproximadamente, ocurriendo lo mismo con los ratios de isquiotibiales y cuádriceps, siendo éstos últimos un factor de riesgo a tener en cuenta para estas lesiones.

Otro aspecto a tener en cuenta para una óptima realización de un programa de NHE, es el descanso que se debe realizar entre series para optimizar los resultados. Para ello, como bien dicen Drury et al. (2021) en su estudio, “el tiempo

de descanso entre cada serie es fundamental en sustentar las respuestas tanto agudas como crónicas en el entrenamiento de resistencia, ya que su duración influye en el desarrollo de la fuerza muscular y la potencia.” Se observó como un descanso de 1 minuto entre series muestra unos resultados muy similares a un descanso de 3 minutos, en cuanto a producción de fuerza. Es por esto que a la hora de manejar el descanso entre series tenemos que tener en cuenta el tipo de ejercicio, ya que hay autores que describen mayores beneficios con descansos entre series más largos para ejercicios mayoritariamente concéntricos. En este estudio de Drury et al. (2021) se observó una mínima diferencia no significativa en la fuerza máxima y fuerza media a partir de la cuarta repetición en aquel grupo que realizó un descanso de 1 minuto, por lo que podemos afirmar que 1 minuto de descanso es suficiente, pero que la fuerza puede disminuir a un ritmo ligeramente mayor durante las series y repeticiones para mantener la misma fuerza durante la realización del ejercicio.

La incidencia lesional en ambos artículos analizados que se enfocaban en esta variable se extrajo de la división del número de lesiones de los isquiotibiales y del tiempo en horas de entrenamiento o partido, el resultado que se obtuvo se multiplicó por 1000 horas. En el artículo publicado por Chebbi et al. (2020) se le realizó un seguimiento a un equipo profesional durante 5 temporadas, de las cuales las que mostraron una menor incidencia lesional en los futbolistas fueron la segunda temporada (en la cual se introdujo por primera vez el programa de prevención de NHE) y la última temporada, lo cual llama la atención, ya que en ésta última no se realizó un programa de prevención, los autores especulan con que puede deberse a que con tan solo la realización del programa de prevención de NHE durante las 3 temporadas previas, la musculatura mantiene los cambios estructurales producidos, otorgándole de esta manera una misma prevención que si se hubiese realizado el ejercicio. La incidencia lesional en ambos casos fue de 0,7.

El artículo de Hasebe et al. (2020) muestra unos resultados que avalan los mostrados en el anterior artículo mencionado, se puede observar como la incidencia lesional se ve reducida en el grupo que realiza el NHE, contemplándose valores de 0,88. Mientras que la incidencia del grupo control fue de 1,04.

Los mayores cambios entre ambos grupos se produjeron en la reducción del tiempo que estuvieron lesionados los jugadores, llegando a las 95 horas el grupo control y a las 12 horas el grupo experimental.

5. Futuras líneas de investigación

Teniendo en cuenta la discusión realizada a partir de todos los artículos revisados podemos observar como hay una mejora gracias al Nordic Hamstring Exercise reduciendo las posibles lesiones de la musculatura isquiotibial en futbolistas, pero no obstante, la mayoría de estos artículos cuentan con una muestra pequeña la cual limita la realización de los estudios, es por esto que en los estudios futuros sería interesante poder contar con una muestra más representativa que ayudase a comprender todas las variables posibles.

En la discusión también se ha comentado el tiempo de descanso entre series óptimo para la realización del NHE, aunque se debería valorar en futuras investigaciones medir los cambios estructurales que se dan en la musculatura, así como cuál es el descanso mínimo en el cual podemos empezar a encontrar beneficios a la hora de realizar el NHE.

En esta revisión se han analizado artículos en los que utilizaban únicamente el NHE para la musculatura isquiotibial, sin tener en cuenta ni valorar los diferentes efectos de combinar este ejercicio con algún ejercicio de cuádriceps para tratar de reducir una de las lesiones más comunes en el fútbol como es la rotura fibrilar del recto anterior, la cual se produce a la hora del golpeo mayoritariamente. Es por esto que en futuros estudios para tratar de reducir la incidencia lesional de la musculatura isquiotibial o cuádriceps, habría que combinar este programa de NHE con programas para los músculos de la cadena anterior y observar la diferencia entre realizarlos de manera individual o de manera combinada, valorando si trabajando la musculatura agonista-antagonista existe una mayor prevención de lesiones en esta musculatura. Además sería interesante comparar la eficacia de la prevención de lesiones de los isquiotibiales de este ejercicio, con ejercicios similares que

fortalezcan los isquiotibiales, como bien puede ser el peso muerto, ya que la mayoría de los artículos lo comparan con la no realización de ningún programa.

Por último, una línea de investigación futura que creemos puede ser interesante sería realizar los estudios sobre el tema añadiendo y combinando más variables para así tener en cuenta el mayor número de factores de riesgo importantes que existen en las lesiones de isquiotibiales como podría ser, la flexibilidad de la cadena posterior, el equilibrio de fuerzas entre cuádriceps e isquiotibiales, la valoración de la musculatura encargada de la estabilidad lumbopélvica o la fatiga de la musculatura. Todas estas variables, añadidas a las ya medidas en la mayoría de los artículos como puede ser la fuerza máxima excéntrica o la arquitectura muscular, deberían de usarse en los estudios futuros para conseguir un consenso sobre intensidades, cargas y momentos óptimos para cada uno de los factores.

6. Conclusiones

A la hora de realizar la revisión se establecieron un objetivo principal y dos objetivos secundarios.

Con respecto al primer objetivo y principal se puede confirmar que un programa de NHE llevado a cabo en futbolistas de distintos niveles, es eficaz como ejercicio preventivo de la musculatura isquiotibial ya que como se puede ver en la mayoría de los artículos revisados se obtuvieron mejoras en distintos factores de riesgo de este tipo de lesiones, como puede ser la fuerza excéntrica máxima de esta musculatura, la cual siguiendo la línea de los resultados de artículos y revisiones pasadas aumentó de manera considerable en la mayoría de los estudios.

También se observaron mejoras en otros factores de riesgo como puede ser la arquitectura muscular, la cual varía más dependiendo de la carga y el momento de realización del ejercicio. Por lo tanto, se podría concluir con que un programa de NHE reduce el índice lesional, indicando de esta manera que funciona como ejercicio preventivo de estas lesiones.

Con relación a los objetivos secundarios podemos ver como la realización de un programa de NHE obtendrá mejores resultados en caso de realizarla antes del entrenamiento que después del mismo, aunque también se han observado mejores resultados combinándolos en vez de realizarlo solo una vez. La adherencia a este tipo de programas es lo que dificulta su implementación, viendo que en el programa realizado después del entrenamiento la adherencia era notablemente mayor en comparación con el grupo de antes del entrenamiento.

La carga del programa fue establecida como un objetivo secundario, observándose que la mayoría de los programas utilizaban una carga progresiva aumentando ligeramente las repeticiones y series a medida que avanzaban las semanas dejando un descanso de como mínimo 48 horas entre sesiones. Lo que se observó es que para obtener los resultados mencionados previamente a lo largo de la revisión, el programa debe llevarse a cabo 2 veces por semana como mínimo. En la realización del programa más de una vez por semana durante un periodo de cuatro semanas ya se obtuvieron también beneficios similares a programas más duraderos. Por lo que se podría concluir en que un programa de NHE debe realizarse 2 veces por semana, preferiblemente antes y después del entrenamiento, dejando 48 horas de descanso entre sesiones y con una carga progresiva en series y repeticiones.

7. Referencias Bibliográficas

- 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 & Science in Sports*, 13(4),244-50. DOI: [10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x](https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x)
- Brandt, J.F. (2017). Análisis estadístico de lesiones en fútbol juvenil. *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 24(1),26-7. https://revista.aatd.org.ar/wp-content/uploads/2017/12/analisis_estadistico_de_lesiones_en_futbol_juvenil-24_1.pdf
- Chebbi, S., Chamari, K., Van Dyk, N., Gabbett, T., & Tabben, M. (2020). 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*, 36(5),1383-1388. DOI: [10.1519/JSC.0000000000003505](https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003505)
- De Oliveira, N.T., Medeiros, T.M., Vianna, K.B., Oliveira, G.D.S., Ribeiro-Alvares, J.B., & Baroni, B.M. (2020). 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*, 15(4),571-578. PMCID: [PMC7735695](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/327735695/)
- Diemer, W.M., Winters, M., Tol, J.L., Pas, J.I.M.F.L., & Moen, M.H. (2021). Incidence of acute hamstring injuries in soccer: A systematic review of 13 studies involving more than 3800 athletes with 2 million sport exposure hours. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 51(1),27-36. DOI: [10.2519/jospt.2021.9305](https://doi.org/10.2519/jospt.2021.9305)

- Drury, B., Peacock, D., Moran, J., Cone, C., & Campillo, R.R. (2021). Different intersset rest intervals during the nordic hamstrings exercise in young male athletes. *Journal of Athletic Training*, 56(9),952-959. DOI: [10.4085/318-20](https://doi.org/10.4085/318-20)
- 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*, 50(12),731-7. DOI: [10.1136/bjsports-2015-095359](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359)
- 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. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 43(4),465-473, DOI: [10.5535/arm.2019.43.4.465](https://doi.org/10.5535/arm.2019.43.4.465)
- Hasebe, Y., Akasaka, K., Otsudo, T., Tachibana, Y., Hall, T., & Yamamoto, M. (2020). Effects of nordic hamstring exercise on hamstring injuries in high school soccer players: A randomized controlled trial. *International Journal of Sports Medicine*, 41(3),154-160. DOI: [10.1055/a-1034-7854](https://doi.org/10.1055/a-1034-7854)
- Huygaerts, S., Cos, F., Coen, D.D., Calleja-González, J., Guitart, M., Blazeovich, A.J., & Alcaraz, P.E. (2020). Mechanisms of hamstring strain injury: Interactions between fatigue, muscle activation and function. *Sports. (Basel)*, 8(5),65. DOI: [10.3390/sports8050065](https://doi.org/10.3390/sports8050065)
- Ishøi, L., Hölmich, P., Aagaard, P., Thorborg, K., Bandholm, T., & Serner, A. (2017). Effects of the nordic hamstring exercise on sprint capacity in male football players: a randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 36(14),1663-1672. DOI: [10.1080/02640414.2017.1409609](https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1409609)

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. DOI: [10.1111/sms.12925](https://doi.org/10.1111/sms.12925)

Medeiros, T.M., Ribeiro-Alvares, J.B., Fritsch C.G., Oliveira, G.S., Severo-Silveira, L., Pappas, E., & Baroni, B.M. (2020). Effect of weekly training frequency with the Nordic Hamstring Exercise on muscle-strain risk factors in football players: A randomized trial. *International journal of sports physiology and performance*, 15, 1026-1033. DOI: [10.1123/ijsp.2018-0780](https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0780)

Noya, J., & Sillero, M. (2012). Incidencia lesional en el fútbol profesional español a lo largo de una temporada: días de baja por lesión. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 47(176),115-123. DOI: [10.1016/j.apunts.2011.10.001](https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.10.001)

Petersen, J., Thorborg, K., Nielsen, M.B., Budtz-Jørgensen, E., & Hölmich, P. (2011). Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(11),2296-303. DOI: [10.1177/0363546511419277](https://doi.org/10.1177/0363546511419277)

Rodríguez. J. (2018). Músculos isquiotibiales. Lafisioterapia.net. Recuperado noviembre 14, 2022, de <https://lafisioterapia.net/musculos-isquiotibiales/>

Rodríguez. M.G. (2019). Nordic Hamstring Exercise (NHE) como programa de prevención de lesiones en la musculatura isquiosural para la temporada de pista cubierta de atletismo 2019. [Trabajo de fin de grado]. Universidad de Granada.
https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/57579/RODRIGUEZ%20HEREDIA%2C%20MANUEL%20GUILLERMO_.pdf?sequence=1

Sánchez. S. (2019). Técnica de carrera: fases y recomendaciones. Sergiosanchez.es. Recuperado noviembre 12, 2022, de <https://www.sergiosanchez.es/tecnica-de-carrera/>

Vianna, K.B., Rodrigues, L.G., Oliveira, N.T., Riveiro-Alvares, J.B., & Baroni, B.M. (2021). A preseason training program with the nordic hamstring exercise increases eccentric knee flexor strength and fascicle length in professional female soccer players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 16(2),459-467. DOI: [10.26603/001c.19452](https://doi.org/10.26603/001c.19452)

Vilchez, F., (2021). Lesión de los músculos isquiotibiales. Drvilchez.mx. Recuperado noviembre 10, 2022, de <https://drvilchez.mx/2021/03/03/lesion-de-los-musculos-isquiotibiales/>

Viviana, A., Vázquez, A., & Martínez, 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>

8. Anexos

Tabla 1.

8.1. Cuadro resumen artículos empleados

Autor/es y año	Objetivo/s	Muestra y metodología	Variables	Resultados	Conclusiones
Chebbi et al. (2020)	<p>El objetivo principal fue estudiar el NHE como ejercicio preventivo.</p> <p>Como objetivo secundario, valorar la adherencia al programa.</p>	<p>Estudio observacional. N=116 jugadores de fútbol. Edad de 18-41 años. 5 temporadas. 1ª y 5ª sin implementación del NHE. 2ª, 3ª y 4ª sí que se implementó el NHE.</p> <p>Carga progresiva hasta llegar a 3 series de 8, 10 y 12 repeticiones. 1 vez por semana.</p>	<p>Incidencia lesional de la musculatura isquiotibial en los 4 subgrupos creados por adherencia al programa durante las 5 temporadas de estudio.</p> <p>Adherencia total al programa.</p>	<p>La incidencia lesional más baja se obtuvo en la temporada 2 y en la temporada 5, ambas con un 0,7. La más alta fue la temporada 2 con un 1,4.</p> <p>En cuanto a los distintos grupos, la incidencia más baja la obtuvo el grupo con una alta adherencia al programa con un 0,75. La más alta en cambio fue para el grupo con una baja adherencia</p>	<p>Un correcto programa de NHE, presenta un mejor efecto en el índice lesional de la musculatura isquiotibial, de todas formas es importante un correcto cumplimiento del mismo, al igual que confianza en el ejercicio.</p>

				al programa, con un 1,77.	
De Oliveira et al. (2020)	Examinar el efecto de un programa de 4 semanas de NHE en futbolistas profesionales durante la pretemporada.	Estudio cuasi experimental N=25 jugadores sub-20 de un equipo de la Premier League. 8 sesiones de NHE durante las 4 semanas de pretemporada (3 series, 6-10 repeticiones).	Fuerza excéntrica máxima de la musculatura isquiotibial medida mediante dinamómetro durante las 4 semanas de programa.	Aumentó significativamente la fuerza de la musculatura isquiotibial en ambos miembros alrededor de un 13%. El 76% de los jugadores obtuvieron beneficios.	Las conclusiones fueron que este programa aumenta la fuerza de la musculatura isquiotibial de la mayoría de los futbolistas.
Drury et al. (2021)	Examinar los efectos de diferentes tiempos de descanso entre series (ISRIs) durante la realización del NHE.	Estudio cruzado. N=10 atletas jóvenes de deportes de equipo. 2 series de 6 repeticiones de NHE con descanso diferente entre series. SHORT=1' LONG=3'	Variables principales Fuerza excéntrica máxima. Fuerza excéntrica media. % de mantenimiento. % de disminución. Todas las variables fueron medidas mediante NordBord.	No se obtuvieron efectos diferentes significativos entre ambos grupos para ninguna variable. Aunque se observó una mínima reducción de la fuerza máxima y fuerza media en el grupo LONG.	La conclusión de este estudio sugiere que 1 minuto de descanso entre series es adecuado para mantener la producción de fuerza entre series.

<p>Elerian et al. (2019)</p>	<p>Investigar el efecto que tiene realizar el NHE antes y después del entrenamiento en las lesiones isquiotibiales y su severidad.</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado. N=34 jugadores de fútbol profesionales.</p> <p>Grupo 1=17 jugadores NHE antes y después del entrenamiento.</p> <p>Grupo 2=17 jugadores NHE solo antes del entrenamiento.</p> <p>Grupo control fueron ellos mismos la temporada previa.</p> <p>Ambos grupos realizaban el programa de NHE con carga progresiva, aumentando las repeticiones y series.</p>	<p>Variable principal: Incidencia lesional de ambos grupos.</p> <p>Variable secundaria: valorar la severidad (medida en el número de días de baja) de la lesión.</p>	<p>Porcentaje de índice lesional mayor fue en el grupo control con un 35% de lesiones de los isquiotibiales.</p> <p>El grupo 1 que realizó el NHE pre y post entrenamiento fue el que mejor índice lesional tuvo con un 6%, sin recidivas.</p> <p>El grupo 2 tuvo un índice de 17% con 1 recidiva.</p> <p>La severidad de las lesiones fue mayor en el grupo control con un margen de 5-10 días.</p> <p>El grupo 1 y 2 fueron de 1 día y 2-3 días respectivamente.</p>	<p>Se pudo comprobar que la realización del NHE evita lesiones en el fútbol y ayuda a reducir la severidad de estas, concluyendo que tiene un mejor resultado realizarlo antes y después del entrenamiento.</p>
<p>Hasebe et al. (2020)</p>	<p>Evaluar características físicas que tienen relación con las lesiones en la musculatura isquiotibial y la</p>	<p>Ensayo controlado aleatorizado. N=259 futbolistas de la "Saitama Prefecture High School Football League".</p> <p>Grupo control=103 jugadores</p>	<p>Las variables funcionales que se analizaron fueron la prueba de distancia dedos-suelo, valoración de la fuerza</p>	<p>Prueba de distancia dedos-suelo, no hay diferencias notorias entre ambos grupos.</p> <p>En cuanto al ratio de cuádriceps-isquiotibiales y a la</p>	<p>Las conclusiones más significativas son que con el NHE se reduce más el tiempo que el jugador se pierde por esta lesión, que la propia incidencia</p>

	tasa de cumplimiento del Nordic Hamstring.	Grupo experimental=156 jugadores 27 semanas de programa. 2 veces a la semana, aumentando las repeticiones y series.	isométrica de los flexores y extensores de la rodilla y el tiempo en correr 50 metros.	prueba de 50 metros de velocidad, sí que hay mejoría en el grupo que realizó el NHE.	lesional de esta musculatura.
Ishøi et al. (2017).	Evaluar el efecto de un programa de entrenamiento de 10 semanas de NHE en la capacidad de sprint de futbolistas.	Ensayo controlado aleatorizado. N=35 futbolistas amateurs. Estos futbolistas fueron divididos en 2 grupos. Grupo control=17 jugadores. Grupo experimental=18 jugadores realizando 10 semanas de entrenamiento de fuerza con NHE con carga progresiva.	La variable principal. Tiempo total (TST) en realizar 4 series de 6 sprints de 10m, con 15 segundos de descanso entre repeticiones y 3 minutos entre series. Las variables secundarias fueron el tiempo en los mejores 10m (10mST) y el tiempo en el último sprint (L10mST). Además, se midió la fuerza pico excéntrica de la	Se observó una ligera mejora en la variable principal (TST) en el grupo experimental. En cuanto a las variables secundarias se observó una mejora significativa del grupo experimental en los mejores 10m de sprint (10mST) y una mejora no muy significativa en cuanto al último sprint de 10 metros (L10mST). En las variables de fuerza medidas también se encontraron una mejora significativa	Las conclusiones del estudio fueron que se observó una mejora mínima-media en la capacidad de repetir sprints de los futbolistas. También concluyen que se observó una mejora media en el rendimiento de sprint de 10m además de una mejora significativa en los valores de fuerza de la musculatura isquiotibial.

			<p>musculatura isquiotibial y la fuerza resistencia durante el NHE.</p>	<p>(+17-19%) en el grupo experimental.</p>	
<p>Lovell et al. (2018)</p>	<p>Observar las diferencias entre realizar un programa de ejercicio con NH antes de realizar el entrenamiento o después de este.</p>	<p>Estudio experimental aleatorizado. N=42 jugadores amateur. Grupo control=12 jugadores. Grupo 1 (pre-entrenamiento)=14 jugadores. Grupo 2(post-entrenamiento)=16 jugadores. Los grupos experimentales realizaron durante 12 semanas un programa de NHE con carga progresiva.</p>	<p>Las variables utilizadas en este estudio fueron la arquitectura muscular del bíceps femoral, grosor muscular, longitud del fascículo muscular, el torque pico de la musculatura isquiotibial medida a través de un dinamómetro.</p>	<p>Jugadores de los grupos experimentales aumentaron la fuerza pico de la musculatura isquiotibial sin diferencias entre estos dos grupos (+12%). Los resultados también muestran cómo el grupo 2 obtuvo un mayor aumento del grosor muscular y longitud de fascículo en comparación con el grupo control y el otro grupo experimental.</p>	<p>Las conclusiones a las que llegó el estudio fueron que se obtiene un aumento de fuerza excéntrica independientemente del momento de la realización del programa y un cambio de la arquitectura muscular mayor en el grupo que realizaba el programa después del entrenamiento.</p>
<p>Medeiros et al. (2020)</p>	<p>Analizar las diferencias entre realizar el NHE 1 o 2 veces a la</p>	<p>Ensayo aleatorizado N=32 futbolistas.</p>	<p>La variable principal de este estudio fue el torque pico</p>	<p>Los resultados concluyeron que el grupo 2 demostró una mayor fuerza pico</p>	<p>Como conclusiones se obtuvieron que el NHE realizado dos veces a la semana</p>

	<p>semana para observar la fuerza excéntrica de isquiotibiales.</p>	<p>Todos los futbolistas realizaron durante 8 semanas un programa de NHE. Grupo 1=una vez a la semana. Grupo 2=dos veces por semana.</p>	<p>excéntrico de la musculatura isquiotibial. Las variables secundarias fueron el torque concéntrico máximo de la musculatura flexora y extensora de rodilla, los ratios convencionales y funcionales H:Q, el grosor muscular y la longitud del fascículo muscular.</p>	<p>concéntrica y excéntrica de isquiotibiales y un mejor ratio convencional y funcional H:Q. No se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos en cuanto al grosor muscular, longitud del fascículo muscular o mejora del torque máximo concéntrico del cuádriceps.</p>	<p>mejora la fuerza de la musculatura isquiotibial en futbolistas profesionales que realizarlo una vez a la semana obtuvo resultados similares en cuanto a la arquitectura muscular.</p>
<p>Vianna et al. (2021)</p>	<p>Observar las respuestas de la musculatura isquiotibial en mujeres futbolistas con un programa de entrenamiento de NHE durante la pretemporada.</p>	<p>Estudio cuasiexperimental N=33 futbolistas Grupo control=16 futbolistas amateur que no realizaban entrenamiento con NHE. Grupo experimental=17 futbolistas profesionales que realizaron 8 semanas de programa de NHE en pretemporada.</p>	<p>Las variables utilizadas a la hora de realizar el estudio fueron la longitud del fascículo muscular, la fuerza excéntrica de la musculatura isquiotibial, la cual fue medida mediante un dinamómetro.</p>	<p>Los resultados obtenidos en el estudio demuestran un aumento significativo de la fuerza excéntrica isquiotibial de ambos miembros inferiores así como un aumento de la longitud del fascículo muscular. El 71% de las jugadoras (12)</p>	<p>Las conclusiones fueron que se aumentó la fuerza excéntrica de la musculatura isquiotibial, así como la longitud del fascículo muscular. Casi $\frac{3}{4}$ de las jugadoras obtuvieron un aumento significativo con respecto a la fuerza y</p>

				respondieron para la parte del aumento de fuerza, mientras que el 41% (8) respondieron al aumento de la longitud del fascículo.	casi la mitad de las jugadoras consiguieron también un aumento de la longitud del fascículo.
--	--	--	--	---	--