

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

Año 2025
Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Prevención de lesiones en corredores y ejercicios de fuerza en músculos isquiotibiales. Revisión sistemática

Prevention of injuries in runners and strength exercises in hamstring muscles. Systematic review

Alumno:

Sebastian Aguirre Helguero

Sebastian.AguirreHelguero@Alumnos.uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

Alejandro Gonzalez

alejandro.gonzalez@uai.edu.ar

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Universidad Abierta Interamericana

Prevención de lesiones en corredores y ejercicios de fuerza en músculos isquiotibiales. Revisión sistemática

Prevention of injuries in runners and strength exercises in hamstring muscles. Systematic review

Autores: *Aguirre Helguero S, Gozalez A*

Resumen

Introducción: El running o correr es una actividad física aeróbica que implica la locomoción humana más rápida a pie, caracterizada por la ausencia temporal de contacto con el suelo de las extremidades motrices. Esta actividad es fundamental en diversas disciplinas deportivas, como fútbol, rugby, tenis, atletismo, baloncesto, voleibol y jockey, entre otras. Sin embargo, las lesiones en los isquiotibiales son comunes en corredores, lo que genera una pérdida significativa de deportistas debido a la necesidad de rehabilitación, la reducción del tiempo y la intensidad del entrenamiento, y la consiguiente disminución del rendimiento posterior. Además, estas lesiones provocan un aumento del ausentismo en los deportes de equipo, afectando negativamente el rendimiento grupal. Por lo tanto, es crucial implementar actividades preventivas para evitar estas complicaciones. En este estudio, nos enfocaremos en analizar investigaciones sobre ejercicios de fuerza dirigidos a los isquiotibiales, con el objetivo de determinar si estos ejercicios reducen la incidencia de lesiones en este grupo muscular. **Material y métodos:** Se realizo una revisión sistemática a partir de 25 artículos seleccionados. **Resultados:** No hay una visión unificada acerca de la eficacia de los ejercicios de fuerza como método para prevenir las lesiones en isquiotibiales. **Conclusión:** A pesar de que algunos autores consideran como eficaz los ejercicios de fuerza, otros no lo consideran así, pero por lo observado se cree que está disparidad puede estar relacionada por la problemática de encontrar un momento acorde al deporte y la actividad realizada para aplicarlos.

Palabras Clave: running; strength; hamstring muscles; prevent; injuries

Abstract

Introduction: Running is an aerobic physical activity that involves the fastest human locomotion on foot, characterized by the temporary absence of contact with the ground of the motor extremities. This activity is essential in various sports disciplines, such as football, rugby, tennis, athletics, basketball, volleyball and hockey, among others. However, hamstring injuries are common in runners, resulting in a significant loss of athletes due to the need for rehabilitation, reduced training time and intensity, and subsequent decreased performance. Additionally, these injuries cause an increase in absenteeism in team sports, negatively affecting group performance. Therefore, it is crucial to implement preventive activities to avoid these complications. In this study, we will focus on analyzing research on strength exercises targeting the hamstrings, with the goal of determining whether these exercises reduce the incidence of injuries to this muscle group. Material and methods: A systematic review was carried out based on 25 selected articles. Results: There is no unified vision about the effectiveness of strength exercises as a method to prevent hamstring injuries. Conclusion: Although some authors consider strength exercises to be effective, others do not consider it so, but from what has been observed, it is believed that this disparity may be related to the problem of finding a time according to the sport and the activity carried out to apply them.

Keywords: running; strength; hamstring muscles; prevent; injuries

INTRODUCCIÓN

El correr, running, está presente en diferentes disciplinas deportivas de grupo, como el rugby, el fútbol e individuales, como el atletismo, en las pruebas de velocidad. Por lo cual es una actividad central en ellos.

Las lesiones son un factor importante en la baja del desempeño grupal e individual y una de las mayores causas de ausentismo en los entrenamientos y competencias en consecuencias. Por lo cual prevenir esta situación es central para una mejora en el rendimiento. Las lesiones por distensión de los isquiotibiales (HSI) se encuentran entre las lesiones más comunes en los deportes de equipo que se practican en el campo y que implican carreras de alta velocidad[1].

Así mismo el presente trabajo amplio la búsqueda de la eficacia de los ejercicios de fuerza en diferentes deportes en los que involucre correr, no solo en corredores, porque se observó que si bien la mayoría de los estudios de HSI ocurren principalmente en dos situaciones, carrera de alta velocidad o estiramiento extremo del tendón de la corva por contacto físico, la mayoría de los estudios se centra en jugadores de rugby, fútbol, fútbol australiano, que incluyen ambas situaciones mencionadas[2].

Los músculos isquiotibiales son un grupo muscular importante que contribuye a la

fuerza horizontal durante la aceleración del sprint y también son el grupo muscular más lesionado en los deportes basados en la carrera. Actúan tanto para extender la cadera como para flexionar la rodilla, que son movimientos particularmente importantes durante el sprint. Los isquiotibiales son los principales contribuyentes a la producción de fuerza horizontal durante las fases de aceleración y velocidad máxima del sprint y su contribución a la propulsión aumenta sustancialmente a medida que el atleta se acerca a la velocidad máxima. Debido al mayor alargamiento y al alto trabajo negativo realizado por los isquiotibiales durante la fase de balanceo del sprint, los isquiotibiales también son muy susceptibles a las lesiones en los deportes basados en la carrera. Por lo cual la alta demanda excéntrica colocada en los isquiotibiales durante el ejercicio es un estímulo potente para inducir adaptaciones beneficiosas que se cree que protegen a HSI[3].

Con el fin de poder tener un mayor conocimiento del tema, y corroborar si los ejercicios de fuerza son eficaces para prevenir las lesiones de isquiotibiales, analizaremos diferentes investigaciones y artículos relacionados, las nombraremos y mencionaremos el resultado que obtuvieron, para a partir de esta recolección de datos lograr llegar a un resultado en cuanto la eficacia de los ejercicios de fuerza como prevención de lesiones de músculos isquiotibiales.

De los estudios relacionados con actividades de running, corredores de velocidad de atletas de campo de alto y bajo rendimiento, no se encontraron estudios significativos, a pesar de ser unos de los deportes de mayor uso del musculo isquiotibial. Según un estudio realizado en relación a las HSI, arroja como resultado que todos los atletas pista y campo sufrieron dicha lesión, y su incidencia fue mayor que en atletas de rugby. Por lo cual La prevención debería ser de máxima prioridad en el atletismo[4].

En cuanto los estudios en atletas, se encontro, una investigación que evalúa la incidencia de HSI, en corredores, concluyo que no hubo diferencia significativa en edad, altura o peso, entre el grupo lesionado y el grupo control. Tampoco hubo diferencias significativas en la tasa de ocurrencia de lesiones entre velocistas de corta distancia, larga distancia, vallistas, saltadores de longitud y decatletas. Además que la proporción de HSI durante el periodo de observación fue significativamente mayor entre piernas con antecedentes de HSI que entre las piernas sin ellos, sin observar diferencias contundentes entre los que poseían fuerza muscular, ROM, o fuerza muscular de articulación de cadera limitados[5].

Para ampliar este tema, se encontró otro estudio, en el que involucra atletas adolescentes que practican carrera de alta velocidad utilizando este tipo de entrenamiento como modo de reducir HSI, comparando el entrenamiento de velocidad y el NHE sobre la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y el rendimiento de la velocidad, teniendo como resultado que tanto el grupo NHE como el de entrenamiento de velocidad mostraron ganancias significativas en la fuerza excéntrica de isquiotibiales[6].

Así mismo se encontraron varios estudios en los cuales hablaban de los ejercicios nórdicos (NHE), no solo para narrar su eficacia en la prevención de lesiones, y los puntos en contra en su aplicación, sino también como modo de demostrar que otros ejercicios sirven para prevenirla, También encontramos estudios en el cual refiere que no es eficaz en el fútbol por lo que habrían

debates en cuanto a su eficiencia, a pesar de que muchos autores lo nombran como eficaz y lo utilizan como modo de comparación para proponer otros ejercicios de fuerza. Entre los que no están seguro de su eficacia se encuentra un artículo que se basa en la fuerza excéntrica, y estudia su eficacia desde encuestas realizadas a entrenados, en la Major League Soccer, obteniendo que un 75 por ciento de los clubes cumplieron el entrenamiento completo, el resto lo implementaron parcialmente por la percepción de dolor en los jugadores, los resultados arrojaron que los entrenadores consideraban parcialmente eficaz el uso de NHE [7], con lo cual, no están todos de acuerdo de sus beneficios.

En otro estudio, de fútbol realiza una investigación sobre la eficacia de NHE en las sesiones de entrenamiento en 12 jugadores amateur, realizando series de seis a cinco repeticiones de NHE, antes o después de los 60 minutos de ejercicios estandarizados. Registrando señales de electromiografía de superficie (EMG) de los músculos isquiotibiales durante los NHE y las acciones excéntricas máximas de flexores de rodilla, realizadas antes y después del programa de NHE y en intervalos de 15 minutos de SAFT, observándose mayor fatiga excéntrica de los isquiotibiales después de la implementación del NHE, lo que atenúa el rendimiento del sprint y disminuyo el torque máximo excéntrico de los isquiotibiales durante el ejercicio especifico de fútbol, concluyendo que la utilización de NHE antes del entrenamiento de fútbol reduce la fuerza excéntrica y puede exacerbar el riesgo de lesión de isquiotibiales[9.]

En cuanto a una investigación en jugadores de fútbol de primera división, en el Major League Soccer (MLS), refiere que está demostrado que la prevención de las lesiones de isquiotibiales a través de los ejercicios nórdicos, tiene bajo cumplimiento en los clubes de fútbol europeo, pero se sabe poco en la Major League Soccer, con lo cual en este artículo, nombra a los ejercicios nórdicos como beneficios para la prevención de lesiones en fútbol europeo, queriendo demostrar si es eficaz, estudiando 24 clubes de fútbol de primera división de MLS, a través de encuestas, teniendo como resultado que el 75% informaron un programa formal de prevención de lesiones de músculos isquiotibilales, con ejercicios excéntricos, carrera de alta velocidad y ejercicios nórdicos, como estrategias más comunes adoptadas. Quince clubes implementaron el programa incompleto de NH y 9 cumplieron el programa completo, siendo el dolor parte de la barrera para su finalización y estuvieron parcialmente de acuerdo en cuanto a su efectividad [9]

A pesar de encontrar investigaciones que cuestionan la eficacia de los ejercicios nórdicos, están otros que dicen lo contrario, y de hecho lo usan como medición para probar la eficacia de otro ejercicio de fuerza, como el análisis, realizado a futbolistas gaélicos, que estudio los ejercicios de extensión de cadera de 45° (HEE), compara con los ejercicios nórdicos (NHE), para la prevención de lesiones, utilizando para su estudio a 24 futbolistas gaélicos universitarios de 22,4 +-2,7 años, 182,1+-6,0 cm , 84,4+-7,9. Asignándole aleatoriamente un programa de 4 semanas de HEE o NHE, se registraron el par máximo excéntrico isocinetico, la relación funcional isquiotibiales - cuádriceps y la simetrías de la fuerza excéntrica entre extremidades (absoluta o porcentual) antes y después de la intervención. Se informaron puntuaciones de dolor muscular después de los ejercicios utilizando una escala analógica visual. Obteniendo como resultado que los ejercicios de HEE de 4 semanas aumenta la fuerza isocinetica

excéntrica de los isquiotibiales de manera similar al programa de NHE, lo que puede ser útil como parte de un programa de prevención de lesiones de este grupo muscular.[10]

También se encontró una investigación realizada en jugadores de baloncesto, en el que el uso de bandas elásticas de alta velocidad como modo de prevenir el alargamiento del musculo isquiotibial y por ende las lesiones por distensión, para ello utilizaron la actividad de EMG de superficie para evaluar los cambios en la coactivación en los grupos de músculos flexores y extensores de la rodilla mediante la utilización de la banda elástica luego de 5 semanas de entrenamiento, para ello dividió aleatoriamente a los jugadores de baloncesto universitarios en dos grupos, uno utilizo las bandas elásticas y el otro no realizó ningún tipo de entrenamiento , la evaluación previa y posterior al entrenamiento incluyó la extensión y flexión concéntrica de la rodilla a 60°/s y 240°/s, y la frecuencia de flexión y extensión de la rodilla con bandas elásticas en decúbito prono. Se evaluó la EMG de los músculos recto femoral, semitendinoso y la cabeza larga del bíceps femoral durante estas actividades, y se midió la velocidad de carrera de 30 m desde un inicio estacionario y un inicio corriendo, concluyendo que mejora la velocidad y el rendimiento de sprint, aumenta la fuerza muscular, altera el control neuronal de tal manera que se podía prevenir el alargamiento excesivo del musculo y por ende las lesiones por distensión.[11]

Finalmente un estudio realizado en jugadores de rugby menciona que las lesiones de isquiotibiales son comunes en dichos deportistas y representan hasta un 15% de todas las lesiones sufridas, realiza una revisión en cuanto a los factores de riesgo, estrategias de prevención o fortalecimiento y simetrías con el rugby. Concluyendo que las lesiones por distensión de isquiotibiales es multifactorial, y se identificaron como factores contribuyentes en todos los niveles, la posición del juego, la fatiga, las lesiones previas, los desequilibrios entre piernas, la falta de preparación para volver a jugar y las acciones de carrera. Marcando la necesidad de prevenirlas tanto las lesiones de isquiotibiales como las recurrencias en las mismas, proponiendo para ello evaluaciones de fuerza nórdica.[12] Con los cuales nuevamente los tienen en cuenta como un ejercicio posiblemente eficaz para prevenirlas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Métodos de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica formulada para la base de datos PubMed. Se utilizó los términos MESH: ‘’running’’; ‘’hamstring muscles’’; ‘’strength’’, “prevention” que a su vez se combinó con el operador booleano “AND”. Los MeSH y operadores booleanos se combinaron de la siguiente manera: (((running [MeSH Terms]) AND (hamstring muscles [MeSH Terms]) AND (prevention [MeSH Terms] AND (strength [MeSH Terms])) OR (strength prevention exercises [MeSH Terms])) de dicha búsqueda se obtuvo 55 resultados. Luego se filtró la búsqueda a los últimos 10 años quedando 40 resultados. Finalmente, tras la lectura de la introducción y resumen de cada estudio, se seleccionaron 25 de relevancia bibliográfica para la realización del trabajo de revisión.

Recolección y analisis de datos

Se utilizaron artículos que corresponden a estudios primarios, revisiones sistemáticas, incluyendo meta análisis, que se encontraron en la base de datos de Pubmed. La lectura es minuciosa, especifica y critica sobre los artículos seleccionados con el fin de recolectar la información mas importante para el tema tratado, disminuir los riesgos de sesgo y ampliar al máximo la discusión del tema. A su vez se evaluan las variables mas significativas. Todas las referencias se analizaron en una tabla de microsft excel (tabla 1)

Tabla1. Referencias uitilizadas para resultados

Título	Tipo de intervención	Deporte	Conclusión
Efectos del entrenamiento de velocidad y del ejercicio nórdico de isquiotibiales sobre la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y el rendimiento en velocidad en atletas adolescentes [1]	Entrenamiento de velocidad usando como parámetro los ejercicios nórdicos NHE	Atletismo	Se concluyó que un bloque de cuatro semanas de entrenamiento de velocidad máxima puede tener un beneficio tanto en la prevención de lesiones como en la mejora del rendimiento.
Factores de riesgo de lesión por distensión de los isquiotibiales inducida por correr a alta velocidad [2]	Medición de la fuerza y ROM de la cadera y la rodilla y grosor muscular de gluteo mayor y biceps femoral	Atletismo	Los atletas previamente lesionados tuvieron una tasa de lesiones significativamente mayor que los atletas no lesionados
Entrenamiento de sprint versus entrenamiento excéntrico aislado: efectos comparativos sobre la arquitectura de los isquiotibiales y el rendimiento en jugadores de fútbo l[4]	Entrenamiento de fuerza excéntrico de isquiotibiales NHE versus el entrenamiento de velocidad	Fútbol	Los resultados sugieren que el entrenamiento de velocidad fue superior al NHE para aumentar la longitud del fascículo BFlh, aunque solo el entrenamiento de velocidad fue capaz de proporcionar un estímulo preventivo (aumentar la longitud del fascículo) y, al mismo tiempo, mejorar tanto el rendimiento como la mecánica del sprint
La adopción del programa de ejercicios nórdicos para los isquiotibiales para la prevención de lesiones en la Major League Soccer y sus barreras para su implementación en la práctica [7]	Encuesta al personal medico del equipo	Fútbol	Se valoró el ejercicio de NH, pero se identificaron la percepción negativa de los jugadores y el dolor muscular como barreras para la implementación del programa completo
Respuestas neuromusculares y de rendimiento agudas a ejercicios nórdicos para los isquiotibiales realizados antes o después del entrenamiento de fútbol[9]	Ejercicios nórdicos NHE	Fútbol	La realización de NHE antes del entrenamiento de fútbol reduce la fuerza excéntrica de los isquiotibiales y puede exacerbar el riesgo de lesión de los isquiotibiales.
El efecto de los protocolos de extensión de cadera y ejercicios nórdicos para los isquiotibiales sobre la fuerza de los isquiotibiales: un ensayo controlado aleatorio [10]	Protocolos de extensión de cadera y ejercicios nórdicos para los isquiotibiales en la fuerza de los isquiotibiales	Fútbol	Un programa de HEE de 4 semanas aumenta la fuerza isocinética excéntrica de los isquiotibiales de manera similar a un programa de NHE, lo que puede ser útil como parte de un programa de prevención de lesiones de los isquiotibiales.
El entrenamiento con bandas elásticas de alta velocidad mejora la activación y la fuerza de los músculos isquiotibiales en jugadores de baloncesto [11]	Bandas elasticas de alta velocidad	Basquet	Los resultados sugieren que el entrenamiento con bandas elásticas de alta velocidad puede ser una herramienta para prevenir lesiones en los isquiotibiales
Efectos del entrenamiento de flexibilidad y fuerza sobre las distensiones musculotendinosas máximas de los isquiotibiales durante el sprint [13]	Pruebas de flexibilidad, sprint y fuerza isocinética	Atletismo	Aumentar la flexibilidad o la fuerza de los isquiotibiales a través del entrenamiento físico puede ayudar a reducir el riesgo de lesiones en los isquiotibiales durante el sprint en atletas masculinos recreativos.

RESULTADOS

Con base a lo hallado en esta revisión, la hipótesis de que los ejercicios de fuerza de isquiotibiales previenen las lesiones de los mismos, se observa debates en cuanto a su eficacia, sobre todo con los ejercicios nórdicos, que se vio que son los que mayor investigación poseen.

Algunos estudios refieren que los ejercicios nórdicos son eficaces y lo usan como parámetro para nombrar otros ejercicios de fuerza y demostrar su eficacia, como el estudio en atletas de Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA (2019) , que utiliza los ejercicios nórdicos para demostrar la eficiencia de los ejercicios de alta velocidad[1]. También esta el estudio realizado a 24 clubes de fútbol de primera división de MST, usando encuestas, las que obtuvieron un 75 % de los clubes informaron que usaban un programa de prevención de lesiones de isquiotibiales, 15 clubes cumplieron el entrenamiento completo [9], pero mas allá de la cantidad de clubes que lograron finalizar los ejercicios, lo relevante es que tiene en cuenta estos ejercicios como protocolo para la prevención de dichas lesiones. También esta el estudio realizado en jugadores de baloncesto, usando banda elástica para disminuir el alargamiento del musculo isquiotibial y de este modo evitar lesionarlo, usando la actividad de EMG para evaluar los cambios de la coactivación de los grupo de los músculos flexores y extensores de la rodilla, concluyendo que los ejercicio con banda elástica previene el alargamiento del musculo y por ende las lesiones.

Otros difieren y concluyen que no varia la disminución de lesiones puesto a que generan mayor desgaste y en consecuencia mayor predisposición a la lesión, como es el caso del estudio en jugadores de fútbol amateur de Lovell R, Siegler JC, Knox M, Brennan S, Marshall PW (2016)[9-]

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta lo estudios realizados sobre la temática, se observa que no hay una visión certera acerca de la eficacia de los ejercicios de fuerza, obteniendo un resultado que se asemeja al de un estudio realizado a través de encuestas a entrenadores de Major League Soccer, en el cual obtiene que no hay un criterio unificado, algunos están de acuerdo con la eficacia de los ejercicios nórdicos, otros no[9]. Esta diferencia puede estar relacionada con el momento en el cual se desarrolla los ejercicios de fuerza, en relación al entrenamiento. De este modo, por ejemplo, en el estudio realizado en jugadores de Major League Soccer, concluye que los ejercicios nórdicos generan fatiga y dolor en los jugadores, generando abandono del entrenamiento[7]. Al igual que el estudio realizado en jugadores de fútbol que concluye que los ejercicios de fuerza reducen la fuerza excéntrica y puede exacerbar el riesgo de la lesiones en isquiotibiales, pero hay que tener en cuenta que este estudio lo realizaron antes del entrenamiento de fútbol[9]. Con lo cual su eficacia puede estar ligada al momento del plan de entrenamiento en el cual se realicen, si se lo indican antes de un entrenamiento o posterior a una actividad deportiva podría ser contraproducente, provocando lo que se quiere evitar, dado a que el desgaste físico y el cansancio puede generar lesiones, y de ahí los resultados obtenidos dispares.

CONCLUSIÓN

De los estudios recopilados, se observa que hay disparidad en cuanto a la eficacia de los ejercicios de fuerza, dado al porcentaje recopilado no se podría aseverar una conclusión certera acerca de su eficacia, viendo que solo un 66,6 por ciento estudios que consideran eficaz los ejercicios de fuerza como modo de prevenir las lesiones de isquiotibiales. Pero al observar las investigaciones que rechazan su eficacia, se observa que algunas realizan la ejercitacion antes o después del entrenamiento, lo cual genera fatiga y la dificultad de completar la ejercitacion. Teniendo en cuenta que una de las causas de las lesiones de isquiotibiales es la fatiga, generarla y sobre exigir al atleta podría provocar lo que se quiere prevenir. Por lo cual esta seria una variante mas a tener en cuenta en el momento de utilizar este método como modo de evitar lesiones en los atletas, y podria ser la causa de resultados tan dispares.

Se recomienda una investigación mas profunda sobre este tema, teniendo en cuenta en que momento de la planificación del entrenamiento ubicar los ejercicios de fuerza, dándole una mayor importancia a la fatiga muscular que estos generan, sumado al desgaste de la actividad propia que el atleta realiza, que es un punto a tener a considerar al investigar la prevención de las lesiones en general.

REFERENCIAS

1. ***Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2019 Jul;59(7).***

2. ***Tokutake G, Kuramochi R, Murata Y, Enoki S, Koto Y, Shimizu T. The Risk Factors of Hamstring Strain Injury Induced by High-Speed Running. Journal of Sports Science & Medicine [Internet]. 2018 Nov 20;17(4):650–5***

3. ***McNally T, Edwards S, Halaki M, O'Dwyer N, Pizzari T, Blyton S. Quantifying demands on the hamstrings during high-speed running: A systematic review and meta-analysis. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2024 Mar 24];33(12):2423–43. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37668346/***

4. ***Mendiguchia J, Conceição F, Edouard P, Fonseca M, Pereira R, Lopes H, et al. Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. Boullosa D, editor. PLOS ONE. 2020 Feb 11;15(2):e0228283***

5. *Tokutake G, Kuramochi R, Murata Y, Enoki S, Koto Y, Shimizu T. The Risk Factors of Hamstring Strain Injury Induced by High-Speed Running. Journal of Sports Science & Medicine [Internet]. 2018 Nov 20;17(4):650–5.*

6. *Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2019 Jul;59(7).*

7. *Chesterton P, Draper G, Portas M, Tears C. The Uptake of Nordic Hamstring Exercise Program for Injury Prevention in Major League Soccer and Its Barriers to Implementation in Practice. Journal of Sport Rehabilitation. 2022;1–6.*

8. *Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the Nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2019 Jul;59(7).*

9. *.Lovell R, Siegler JC, Knox M, Brennan S, Marshall PWM. Acute neuromuscular and performance responses to Nordic hamstring exercises completed before or after football training. Journal of Sports Sciences. 2016 Jun 6;34(24):2286–94.*

10. *Whyte EF, Heneghan B, Feely K, Moran KA, O'Connor S. The Effect of Hip Extension and Nordic Hamstring Exercise Protocols on Hamstring Strength. Journal of Strength and Conditioning Research. 2019 Jul;35(10):1.*

11. *Kamandulis S, Janusevicius D, Snieckus A, Satkunskienė D, Skurvydas A, Degens H. High-velocity elastic-band training improves hamstring muscle activation and strength in basketball players. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness [Internet]. 2020 Mar 1;60(3):380–7.*

12. *Ball S, Halaki M, Orr R. Training volume and soft tissue injury in professional and non-professional rugby union players: a systematic review. British Journal of Sports Medicine. 2016 Oct 8;51(13):1012–20.*

13. *Wan X, Li S, Best TM, Liu H, Li H, Yu B. Effects of flexibility and strength training on peak hamstring musculotendinous strains during sprinting. Journal of Sport and Health Science. 2020 Aug;10(2*