



Universidad de Valladolid

**Escuela Universitaria
de Fisioterapia
Campus de Soria**

ESCUELA UNIVERSITARIA DE FISIOTERAPIA

Grado en Fisioterapia Soria. Curso 2015-2016.

TRABAJO FIN DE GRADO

Efectividad del trabajo excéntrico en el tratamiento y la prevención de las recidivas en las lesiones de la musculatura isquiotibial en deportistas de alto nivel.

Presentado por: Óscar Rodríguez Palacín

Tutor/es: Maria Lledo Soriano Segarra

Soria, 25 de Agosto de 2015.

Índice

Índice.....	1
Resumen.....	2
1. Introducción.....	3
1.1. Factores predisponentes.....	3
1.2. Anatomía de la parte posterior del muslo.....	3
1.3. Tipos de tratamiento.....	4
1.4. Causas de la lesión y diagnóstico.....	5
1.5. Justificación.....	6
1.6. Objetivos.....	6
2. Material y métodos.....	6
2.1. Diseño.....	6
2.2. Bases de datos utilizadas y palabras clave.....	6
2.3. Criterios de inclusión y exclusión.....	8
2.4. Estrategias de búsqueda.....	8
2.5. Selección de estudios.....	10
2.6. Evaluación de la calidad de los estudios seleccionados.....	11
2.7. Diagrama de flujo.....	12
3. Resultados.....	13
3.1. Características de la población.....	13
3.2. Efectos de la intervención.....	14
3.3. Artículo 1.....	15
3.4. Artículo 2.....	15
3.5. Artículo 3.....	17
3.6. Artículo 4.....	17
3.7. Artículo 5.....	18
3.8. Tabla resumen.....	20
4. Discusión.....	23
5. Conclusiones.....	24
6. Bibliografía.....	25

Resumen:

La rotura o distensión de los músculos isquiotibiales es una de las lesiones más frecuentes e importantes en la práctica deportiva^{1,2,3,4,11,12,13,14,15,16}, y una de las causas más frecuentes que impiden la participación en una competición, tanto a nivel amateur como a nivel profesional.^{1,15} Estas lesiones se clasifican en grados según la cantidad de dolor, la debilidad muscular y la pérdida de función muscular, los cuales son: Grado I o leve, grado 2 o moderado, y grado 3 o intenso.^{3,10} Sobre todo afecta a atletas que realizan una carrera de máxima velocidad o actividades que requieren una amplitud de movimiento máxima.²

Resulta relevante y preocupante que este tipo de lesiones sean las que provocan el mayor número de recidivas en todos los deportes^{2,3,4,6,10}, destacando con el porcentaje más alto el atletismo.⁴ Aproximadamente el 30% de los atletas que sufren una lesión de la musculatura isquiotibial tienen una recidiva en el transcurso de un año a partir de la lesión primaria.²

La importancia de estas lesiones no solo radica en el tiempo que tarda el deportista en volver a la práctica deportiva, sino que al tener un elevado número de recidivas aparecen problemas tanto económicos como psicológicos. Además muchas veces este tipo de lesiones suponen la retirada prematura de la práctica deportiva de la persona que las padece.³

El dato más preocupante es que no se ha reducido el porcentaje de lesiones de este tipo en las últimas décadas^{3,15} (contrariamente a lo que sí ha ocurrido con otras lesiones deportivas comunes, como el esguince de tobillo o la rotura del ligamento cruzado anterior), por lo que se piensa que no se está haciendo un tratamiento adecuado para la rehabilitación y la prevención de este tipo de lesiones.³

1. Introducción:

1.1. Factores predisponentes:

Existen ciertos factores que favorecen la lesión de esta musculatura y la aparición de recidivas, los cuales son:

Lesión previa en la musculatura isquiotibial: Es el factor más predisponente. Aumenta las probabilidades de desarrollar una nueva lesión de este tipo significativamente. Lo que indica que la aparición de recidivas en lesiones de la musculatura isquiotibial son causadas bien por la lesión primaria, o por no realizar una rehabilitación adecuada.¹⁵

También hay otros factores, como la edad, desequilibrio entre fuerza concéntrica y excéntrica del músculo, la raza, la flexibilidad, existencia de fatiga, asimetría entre la musculatura de las dos piernas, la extensión de la superficie lesionada, no realizar un calentamiento previo adecuado a la práctica deportiva.^{3,6}

1.2. Anatomía de la parte posterior del muslo:

Los músculos o musculatura isquiotibial son todos los que se originan en el isquion y se insertan en la pierna. *Imagen 1 Musculatura isquiotibial*

Todos son biarticulares, excepto la cabeza corta del bíceps femoral. El músculo semimembranoso está situado más profundamente que los otros dos, que lo cubren.⁸

La musculatura flexora posterior del muslo está conformada por:



Bíceps Femoral: Se encuentra lateral al músculo semitendinoso.

El más voluminoso de todo el

grupo muscular. En origen presenta dos puntos de anclaje, la cabeza larga se origina en la tuberosidad isquiática, y la cabeza corta en la línea áspera del tercio medio del fémur. Se inserta en la cabeza del peroné, y su función sobre

*Trainido. Álvaro Yáñez. 26/01/2011 [acceso 10/06/2015].
Lesión en los isquiotibiales. Disponible en
<http://trainido.com/blog/2011/01/26/lesion-en-los-isquiotibiales/>*

la cadera es de extensión y de estabilización de la pelvis en el plano sagital, y sobre la rodilla es la flexión y rotación externa.

Semimembranoso: Músculo delgado, aplanado y tendinoso superiormente, y muscular y voluminoso inferiormente. Se origina en la tuberosidad isquiática, se inserta en la pata de ganso, y su función sobre la cadera es de aducción, extensión y estabilización de la pelvis en el plano sagital, y sobre la rodilla de flexión y rotación interna.

Semitendinoso: Músculo situado posterior al músculo semimembranoso y medial al músculo bíceps femoral. Se origina en la tuberosidad isquiática y ligamento sacrotuberoso. Se inserta en la tuberosidad tibial, en la pata de ganso. Su función sobre la cadera es de aducción, extensión, estabilización de la pelvis en el plano sagital. Sobre la rodilla hace flexión y rotación interna.^{7,8}

El bíceps femoral es el músculo que más comúnmente se lesiona de los isquiotibiales.³

1.3. Tipos de tratamiento:

El tratamiento convencional ante este tipo de lesiones consiste en estiramientos estáticos, ejercicios progresivos de resistencia muscular y aplicación de hielo en la zona lesionada.^{2,11} Sin embargo, numerosos estudios indican que un tratamiento que se centre en un trabajo excéntrico disminuye tanto el tiempo de vuelta a la práctica deportiva como la probabilidad de desarrollar una recidiva.^{2,3,4,6,12}

El ejercicio excéntrico más utilizado para la rehabilitación y prevención de las lesiones en la musculatura isquiotibial es el Nordic hamstring exercise (NHE) o el ejercicio nórdico para isquiotibiales. Este ejercicio es un ejercicio de carga natural en el que el deportista comienza en la posición de rodillas, y tiene que ir dejando caer el

Imagen 2. Ejercicio nórdico para isquiotibiales



Arnason et al.¹⁶

tronco hacia el suelo gradualmente extendiendo las rodillas mientras que contrae excéntricamente la musculatura isquiotibial. Normalmente los tobillos del deportista son sujetados por un compañero.³

Los autores destacan la importancia de realizar este trabajo excéntrico no solo en un rango de 90° de flexión de rodilla, sino que se debe trabajar con el músculo en posición de estiramiento, sobre todo en etapas finales del tratamiento¹². Los ejercicios excéntricos consiguen un mejor recorrido del músculo, y aumentan más su fuerza, potencia y masa que realizando ejercicios concéntricos⁴. Los ejercicios excéntricos no solo producen la fuerza más alta, sino que también desperdician una cantidad menor de energía en el proceso de la contracción muscular⁴. La actividad muscular excéntrica tiene un papel importante en el ciclo de estiramiento-contracción, ya que precede a la actividad concéntrica.^{4,12}

1.4. Causas de la lesión y diagnóstico:

Los dos mecanismos más frecuentes de la lesión de esta musculatura son:

-Ante un estiramiento de la musculatura cuando las articulaciones de la cadera y rodilla están en amplitud máxima.¹²

-Durante un sprint a máxima velocidad. Existe un debate sobre si éstas lesiones se producen en la fase temprana de la carrera, que es la etapa en la cual la musculatura isquiotibial absorbe toda la fuerza resultante de la fuerza reactiva del suelo (cadena cinética cerrada), o en la última fase de balanceo de la carrera, ya que los isquiotibiales están bajo una cantidad muy grande de tensión en esta etapa, porque se contraen excéntricamente para absorber toda la energía cinética y así disminuir la velocidad de la pierna (cadena cinética abierta).¹²

El diagnóstico de estas lesiones se realiza de la siguiente manera:

El primer síntoma que nota el deportista es un dolor intenso que interrumpe la práctica deportiva, no puede seguir compitiendo o entrenando.¹³

El examen clínico muestra dolor al palpar los músculos isquiotibiales, dolor cuando se realiza el test de elevación pasiva y recta de la pierna, y el dolor aumenta cuando se realiza una contracción isométrica durante ese test.¹³

Para confirmar la lesión se puede utilizar ecografía, en la que pueden aparecer edema y hemorragia en la zona de la lesión. Puede aparecer o no una rotura de fibras en el examen.¹⁴

1.5. Justificación:

Este trabajo se realiza por la gran necesidad que hay de establecer un tratamiento óptimo para las lesiones de la musculatura isquiotibial, buscando disminuir la incidencia, reduciendo el tiempo de vuelta a la práctica deportiva y sobretodo evitando el alto número de recidivas que este tipo de lesión provoca en los deportistas que la padecen.

1.6. Objetivos:

Conocer si el trabajo excéntrico resulta más efectivo que el trabajo convencional en el tratamiento de las lesiones de los isquiotibiales en deportistas.

También se busca establecer un programa de tratamiento lo más completo y óptimo para este tipo de lesiones, que disminuya el tiempo de vuelta a la práctica deportiva y el número de recidivas que provocan este tipo de lesiones.

2. Material y métodos:

2.1. Diseño:

Se realiza una revisión bibliográfica para saber si el trabajo excéntrico es un tipo de ejercicio que ayuda a la recuperación y la prevención de lesiones en la musculatura isquiotibial en deportistas. Se incluyen ensayos clínicos aleatorizados, revisiones, metaanálisis, estudio de cohortes. Se incluyen estos tipos de artículos, puesto que no existe una gran cantidad de estudios sobre este tema realizados en deportistas de alto nivel.

2.2. Bases de datos utilizadas y palabras clave:

La búsqueda se realizó del mes de junio al mes de agosto de 2015.

Las bases de datos que se utilizaron fueron las siguientes: Medline (Pubmed), Biblioteca Cochrane y PEDro. Aunque fue Medline la base de datos más utilizada por el mayor número de resultados que se encontraron en ella.

Al realizar la búsqueda, se utilizaron palabras que tienen relación con el tema. Sólo se utilizaron palabras en inglés, puesto que al realizar las búsquedas con términos en español no se encontraron resultados de utilidad.

Al principio se utilizaron términos generales para obtener una idea general sobre el tema: “hamstring injury, treatment”. Con estos términos aparecían 1137 resultados, por lo que se especificó más sobre el tema que se trata con los siguientes términos: “hamstring injury, hamstring strain, hamstring tear, rehabilitation, treatment, recovery, prevention, return to sport, physiotherapy, physical therapy, athletes”.

Para finalizar, se buscaron artículos que hablasen sobre el tratamiento que se estudia, así que se incluyeron los términos: “eccentric training, eccentric exercise, eccentric strength, injury factors, reinjury factors”.

Tabla 1 Términos utilizados en la búsqueda bibliográfica

Concepto	Términos en español	Términos en inglés
Lesiones de la musculatura isquiotibial.	Distensión de los isquiotibiales Rotura muscular de los isquiotibiales	Hamstring injury Hamstring strain Hamstring tear
Trabajo excéntrico	Ejercicios excéntricos Actividades de trabajo excéntrico Ejercicios de alargamiento muscular excéntrico	Eccentric training Eccentric strength Eccentric gaining Eccentric work
Resultados	Tratamiento Curación Rehabilitación Prevención Vuelta al deporte	Treatment Recovery Rehabilitation Prevention Return to sport

2.3. Criterios de inclusión y exclusión:

En Pubmed, inicialmente se hizo una búsqueda de forma general y sólo con filtro de “humans”, se anotaron todos los resultados. Sin embargo luego se aplicaron ciertos límites para simplificar la primera búsqueda y aplicar unas características comunes a los artículos que se encuentren:

- Publicaciones del 2003 al 2015
- Humanos
- Ensayos clínicos, revisiones, estudio de cohortes y metaanálisis.
- Palabras en el título

Luego se hizo la búsqueda en la base de datos Biblioteca Cochrane, para ver si aparecían resultados distintos a Pubmed:

- Publicaciones del 2003 al 2015
- Ensayos clínicos, revisiones, estudio de cohortes metaanálisis y revisiones Cochrane
- Palabras en el título

En PEDro se encontraron 8 artículos con los términos generales y sin limitaciones, de los cuales solo servían 2 que ya fueron encontrados en las otras bases de datos, por lo que no se encontró ningún artículo de utilidad en esta base de datos.

2.4. Estrategias de búsqueda:

La estrategia de búsqueda se realizó únicamente con términos en inglés, comenzando con términos generales para obtener una idea global y terminando con términos más específicos.

Los operadores booleanos que se utilizaron fueron “AND” y “OR”. Tanto en Pubmed como en la Biblioteca Cochrane se utilizaron a la vez estos operadores, mientras que en PEDro solo se utilizó el operador “AND” al no admitirse el uso de los dos de forma conjunta.

Tabla 2 Estrategia de búsqueda en Pubmed, con y sin criterios de inclusión.

Estrategias de búsqueda	Resultados sin limitaciones	Resultados con limitaciones
(hamstring injury) AND treatment	1199	248
(hamstring injury OR hamstring tear) AND (eccentric training OR eccentric strength OR eccentric exercise) AND (rehabilitation OR treatment OR prevention OR recovery of function)	93	27
(hamstring strain OR hamstring tear) AND (physiotherapy OR physical therapy OR physical-therapy) AND (eccentric strength OR eccentric OR eccentric exercise) AND (rehabilitation OR treatment OR recovery OR prevention OR recovery of function OR return to sport)	15	4

Tabla 3 Estrategia de búsqueda en Biblioteca Cochrane, con y sin criterios de inclusión.

Estrategias de búsqueda	Resultados sin limitaciones	Resultados con limitaciones
hamstring injury AND treatment	116	50
(hamstring injury OR hamstring tear) AND (eccentric training OR eccentric strength OR eccentric exercise) AND (rehabilitation OR treatment OR prevention OR recovery of function)	19	9
(hamstring strain OR hamstring tear) AND (physiotherapy OR physical therapy OR physical-therapy) AND (eccentric strength OR eccentric OR eccentric exercise) AND (rehabilitation OR treatment OR recovery OR prevention OR recovery of function OR return to sport)	2	1

2.5. Selección de estudios:

Artículos seleccionados:

-Artículo 1: Askling C, Tengvar M, Tarassova O and Thorstensson A. Acute Hamstring Injuries in Swedish Elite Sprinters and Jumpers: A Prospective Randomised Controlled Clinical Trial Comparing Two Rehabilitation Protocols. Br J Sports Med. 2014;48(7):532-539.

-Artículo 2: Arason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. Scand J Med Sci February 2008; 18:40-48.

-Artículo 3: Brooks J, Fuller C, Kemp S, Reddin D. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. Am J Sports Med. 2006 Aug;34(8):1297-306.

-Artículo 4: Petersen J, Thorborg K, Bachmann Nielsen M, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A Cluster-Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med 2011 39: 2296.

-Artículo 5: Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. Scand J Med Sci Sports 2003; 13: 244-250.

2.6. Evaluación de la calidad de los estudios seleccionados:

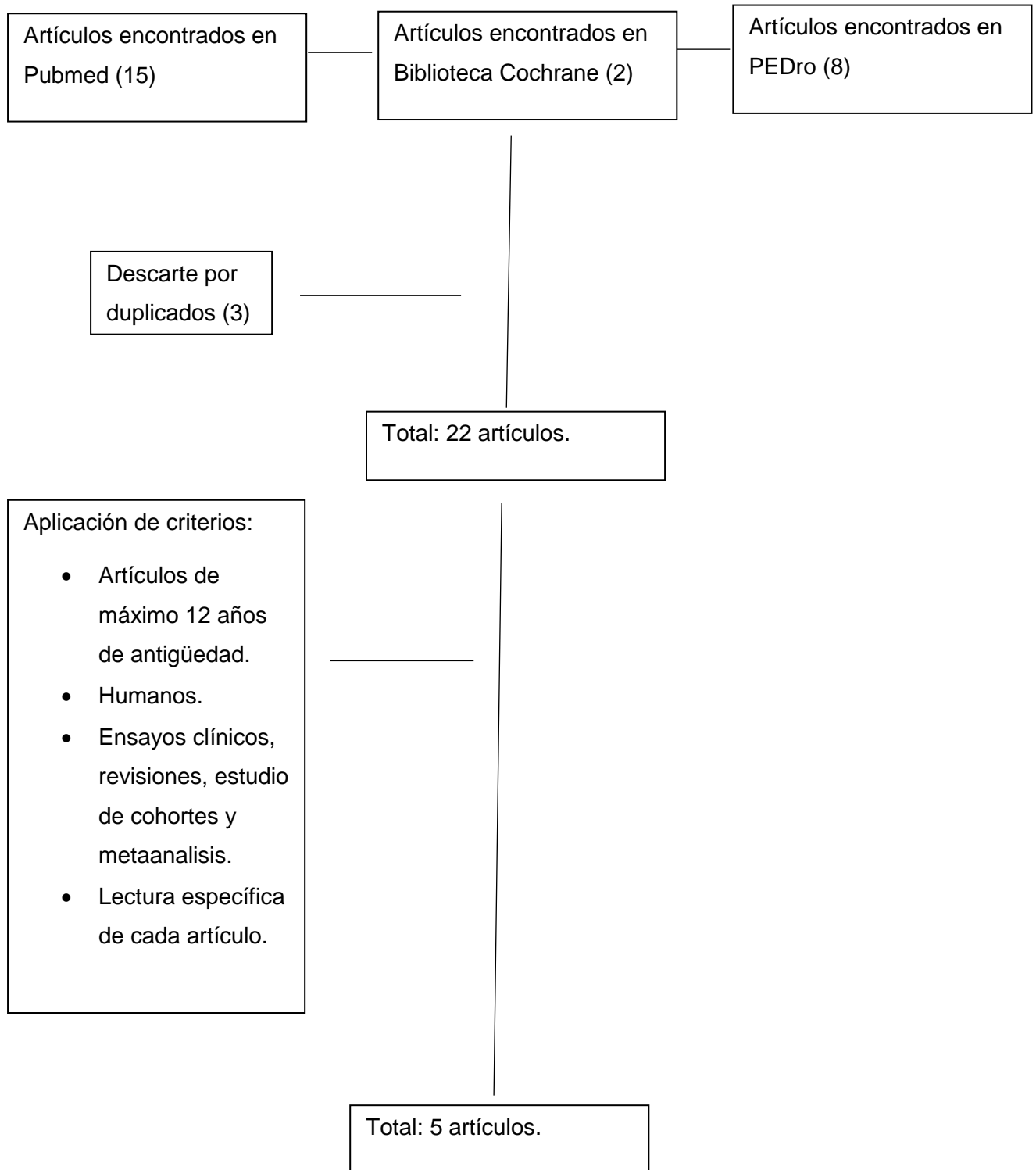
Para ello utilizaremos la escala de PEDro para la valoración de los artículos seleccionados.

Tabla 4. Evaluación de los artículos según la escala PEDro

Ítems	Artículo 1	Artículo 2	Artículo 3	Artículo 4	Artículo 5
Criterios de selección	1	1	-	1	-
Asignación de sujetos al azar	1	0	-	1	-
Asignación oculta	0	0	-	0	-
Grupos similares	1	1	-	1	-
Todos los sujetos cegados	0	0	-	0	-
Terapeutas cegados	0	0	-	0	-
Evaladores cegados	0	0	-	0	-
Seguimiento sin sesgos	1	0	-	0	-
Intención de tratar	0	1	-	0	-
Información de resultados	1	1	-	1	-
Medidas puntuables y variabilidad	1	1	-	1	-
Total	6	5	-	5	-

No se evalúa la calidad del artículo 3 con la escala PEDro puesto que es un estudio de cohortes, ni el artículo 5 puesto que al ser una revisión utiliza artículos de calidad.

2.7. Diagrama de flujo:



3. Resultados :

3.1. Características de la población:

Los participantes en todos estos estudios son deportistas de alto nivel, que tienen en común que en su deporte realizan carreras de alta velocidad, y alargamientos de la pierna forzados y explosivos:

-En el caso del estudio de Askling et al.¹³ los participantes eran atletas junior (de 15 a 19 años) y sénior (más de 20 años) clasificados entre los 20 primeros mejores del país de su disciplina. El número final fueron 46 velocistas y 10 saltadores, de los cuales 8 eran saltadores de longitud.

-En cuanto al estudio de intervención de Arnason et al.¹⁶, participaron de 17 a 30 equipos de fútbol por temporada. Las ligas que participaron fueron la Liga de Élite de Islandia, y la Liga de Élite de Noruega, durante 4 temporadas, de 1999 a 2002. Cada equipo estaba formado por una media de 21 jugadores cada equipo.

-Brooks et al.¹⁷, incluyó en su estudio a un total de 546 jugadores de la Liga Inglesa de Rugby (English Premiership Rugby – AVIVA Premiership) en dos temporadas, de 2002-2003 y la temporada 2003-2004.

-En el trabajo de Petersen et al.¹⁹, se contactó a los equipos de la primera y segunda liga de fútbol de Dinamarca, los cuales no realizasen previamente ejercicios adicionales en la musculatura isquiotibial. Finalmente participaron 54 equipos de la liga profesional danesa de fútbol.

-En otro estudio realizado por Askling et al.¹⁸, se eligieron a 30 futbolistas masculinos de 2 de los mejores equipos de fútbol de la Liga Profesional Sueca. En cada equipo había 15 futbolistas, de estos 15 jugadores del primer equipo 7 fueron ubicados en el grupo de intervención y 8 en el grupo de control, mientras que en el segundo equipo 8 fueron al grupo de intervención y 7 al grupo de control, todo esto de forma aleatoria. Antes de empezar el estudio no se hallaron diferencias significativas entre los grupos de control y los grupos de intervención.

3.2. Efectos de la intervención:

-En el caso del estudio de Askling et al¹³., el tiempo de vuelta a la práctica deportiva fue 49 días en los participantes del protocolo L comparado con los participantes del protocolo C, que fue de 86 días, y dos recidivas fueron registradas, ambas en los participantes del grupo L.

-En el trabajo de Arnason et al¹⁶., la incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial fue menor en equipos que realizaron trabajo de fuerza excéntrica respecto al grupo de control, mientras que no hubo diferencia en equipos que realizaron trabajo de flexibilidad con equipos del grupo de control.

-En cuanto al grupo de Brooks et al¹⁷., los deportistas que realizaron ejercicio nórdico de isquiotibiales junto a estiramientos estáticos y fortalecimiento tanto concéntrico como excéntrico tuvieron menor incidencia y severidad de lesiones en la musculatura isquiotibial, que en los otros 2 grupos que se estudiaron otras actividades.

- Petersen et al.¹⁹, determinaron que realizando ejercicio progresivo excéntrico de isquiotibiales se reducía la incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial en futbolistas profesionales, de un 13,1% de futbolistas afectados disminuye a un 3,8% cuando realizan los ejercicios excéntricos progresivos de isquiotibiales.

- Askling et al.¹⁸, en su estudio fue menor el número de futbolistas lesionados del grupo que realizaron ejercicios excéntricos de la musculatura isquiotibial (3 de 15 futbolistas) que en el grupo de control (10 de 15 futbolistas). Por lo que determinan que un ejercicio excéntrico adecuado en la pretemporada puede reducir significativamente el número de lesiones de la musculatura isquiotibial.

La gran mayoría de estudios no abordan únicamente el tratamiento de las lesiones de la musculatura isquiotibial con trabajo excéntrico, sino que lo comparan con otros protocolos de tratamiento, o lo comparan con no realizar ejercicios adicionales para la prevención de estas lesiones.

3.3. Artículo 1:

En el caso del estudio de Askling et al.¹³ Compara 2 protocolos de rehabilitación en saltadores y vallistas de elite, evalúan la eficacia de un protocolo basado en el trabajo excéntrico progresivo de esta musculatura frente a realizar ejercicios convencionales.

En este estudio se dispusieron 2 grupos, un grupo L de 28 atletas que realizaba los ejercicios de trabajo excéntrico, y un grupo C de otros 28 atletas, que por el contrario realizaba ejercicios para el fortalecimiento de la musculatura isquiotibial pero sin enfatizar en trabajo excéntrico.

Los atletas eran velocistas y saltadores dentro de los 20 mejores de Suecia, entre 15 y 20 años.

Los atletas que fueron incluidos tenían que presentar un dolor súbito, constante y agudo en la parte posterior del muslo que les impidiese la continuación de la práctica deportiva. La exploración física tenía que mostrar dolor al palpar la musculatura, al realizar el test de elevación de la pierna, y un aumento del dolor al realizar una contracción excéntrica en el transcurso de este test. Finalmente se hizo una resonancia magnética para confirmar la lesión en los primeros 5 días después de la fecha de la lesión. Fueron excluidos del estudio todos aquellos atletas que hubiesen tenido una lesión de la musculatura isquiotibial en la misma pierna en los últimos 6 meses, que hubieran sufrido un traumatismo en la parte posterior del muslo, que sufrieran dolor crónico de lumbares y embarazadas.

En ambos grupos los protocolos de rehabilitación fueron comenzados 5 días después de la fecha de la lesión. Finalmente el tiempo de vuelta a la práctica deportiva completa fue 37 días antes en los atletas del grupo L que en los atletas del grupo C.

3.4. Artículo 2:

En el caso de Arnason et al¹⁶. El objetivo era valorar el efecto del fortalecimiento excéntrico y el entrenamiento de la flexibilidad en la incidencia de las lesiones de la musculatura isquiotibial en futbolistas de élite.

Para ello participaron de 17 a 30 equipos por temporada. Las ligas que participaron fueron la Liga de Élite de Islandia, y la Liga de Élite de Noruega, durante 4 temporadas, de 1999 a 2002. Cada equipo estaba formado por una media de 21 jugadores cada equipo.

Durante las 2 primeras temporadas (1999 y 2000) se tomaron los datos base de incidencia de la lesión, y en las otras 2 temporadas se puso en marcha el protocolo de prevención. Estos protocolos fueron explicados al cuerpo médico de cada equipo 3 meses antes del comienzo de la temporada. Cada equipo eligió si querían ser parte del grupo de control o del grupo de intervención.

El protocolo de prevención consistía en realizar unos ejercicios basados en el ejercicio nórdico de isquiotibiales. Consistía en 5 semanas que sirvieron como periodo de introducción, con carga progresiva, y después de estas 5 semanas se realizaban 3 series de 12, 10 y 8 repeticiones cada una. Estos ejercicios se realizaban 3 veces por semana durante la pretemporada, y 2 veces a la semana durante el periodo competitivo.

En este estudio no se realizaron pruebas de resonancia magnética para confirmar la lesión. Los jugadores que experimentaban un dolor de la musculatura isquiotibial, tanto en un partido como en un entrenamiento, que no permitiese la continuación de la práctica deportiva fueron considerados como lesionados, y los clasificaron en 3 grupos dependiendo del tiempo que estuvieron sin poder realizar deporte, siendo menor de 7 días leve, de 8 a 21 días moderado y más de 21 días intenso.

En el grupo de intervención que realizó entrenamiento de la flexibilidad no mostró una diferencia significativa con el grupo de control, ni con las 2 temporadas base (en las cuales no hubo ninguna intervención). En cambio, en el grupo de intervención que realizaron especial énfasis en el entrenamiento excéntrico si que hubo una diferencia notable con respecto al grupo de control y las temporadas de base. Hubo un 65% menos de lesiones de la musculatura isquiotibial en el grupo de intervención que en el de control.

La severidad de las lesiones fue prácticamente igual en los grupos de control y de intervención, tanto en el protocolo de fuerza excéntrica como en el protocolo de flexibilidad.

3.5. Artículo 3:

En el estudio de Brooks et al¹⁷. El objetivo fue definir la incidencia, severidad y los factores de riesgo de las lesiones de la musculatura isquiotibial y determinar cuando el fortalecimiento y estiramiento de esta musculatura disminuye la incidencia y severidad de estas lesiones.

Para ello 546 deportistas durante dos temporadas (2002-2003) fueron incluidos en el estudio.

A los entrenadores de cada equipo se les envió un cuestionario para detectar el tipo de ejercicio que realizaban sus deportistas.

Todos estos deportistas fueron divididos en 3 grupos, según el tipo de ejercicio que realizaban.

-Uno realizaba solo fortalecimiento concéntrico y excéntrico al menos 1 vez a la semana

-El segundo realizaba además de lo anterior, estiramientos estáticos.

-El último realizaba los dos ejercicios anteriores y ejercicio nórdico de isquiotibiales.

En total se produjeron 164 lesiones de la musculatura isquiotibial, siendo en el 3º grupo en el que menos lesiones se dieron, mientras que en los otros dos grupos el número fue parecido, por lo que los autores concluyen que es posible reducir la incidencia de estas lesiones mediante la inclusión del ejercicio nórdico de isquiotibiales en el entrenamiento de deportistas.

3.6. Artículo 4:

En cuanto a Petersen et al¹⁹. Su objetivo era investigar el efecto preventivo que tiene el ejercicio nórdico de isquiotibiales en las lesiones musculares de los isquiotibiales, simplemente comparándolo con no hacer estos ejercicios adicionales.

En este estudio tomaron parte 54 equipos de la liga profesional danesa de fútbol, 26 equipos en el grupo de intervención (461 jugadores) y 28 equipos en el grupo de control (481 jugadores). Todos los jugadores nuevos que entrasen en estos equipos una vez comenzado en el estudio no fueron incluidos. Los

jugadores que se fueron de sus equipos antes de finalizar en el estudio fueron incluidos en este, pero proporcionalmente el tiempo que estuvieron en su equipo.

La asignación al grupo de control o de intervención se hizo en Diciembre de 2007, antes del comienzo de la temporada de 2008, pero los futbolistas no fueron comunicados de esto hasta el inicio de la temporada 2008 por el riesgo de nuevos fichajes o traspasos de jugadores antes de esta fecha.

El estudio se llevó a cabo de enero del 2008 a diciembre de 2008, por lo que incluyeron las etapas de competición, descanso de verano y pretemporada en el estudio.

Los jugadores del grupo de control realizaron 27 sesiones del ejercicio nórdico de isquiotibiales durante las 10 semanas de descanso de “mitad de temporada”.

Los resultados de este estudio fueron que de un total de 67 lesiones de la musculatura isquiotibial en estos jugadores, 15 fueron en el grupo de intervención, y 52 en el grupo de control. De estas 15 del grupo de intervención, 12 fueron nuevas lesiones y 3 fueron recidivas, mientras que en las 52 del grupo de control, 32 fueron nuevas y 20 recidivas.

Por lo tanto los autores concluyen que implementar ejercicios adicionales excéntricos de la musculatura isquiotibial (como puede ser el ejercicio nórdico de isquiotibiales) reduce la aparición de lesiones primarias en la musculatura isquiotibial en deportistas un 60%, y de aparición de lesiones recurrentes en deportistas un 85%.

3.7. Artículo 5:

En el estudio realizado por Askling et al¹⁸. Se propusieron evaluar si un programa de fortalecimiento excéntrico de la musculatura isquiotibial en la pretemporada podría afectar a la severidad y la incidencia de lesiones en esta musculatura.

Para ello se eligieron a los 2 de los mejores equipos de la liga profesional de fútbol sueca (30 jugadores). Todos los jugadores se mantuvieron en sus respectivos equipos durante todo el tiempo de estudio.

Porteros, jugadores lesionados y jugadores con problemas crónicos de esta musculatura fueron excluidos.

El grupo de control contaba con 15 jugadores, al igual que el grupo de intervención.

El estudio se dividió en dos fases, la primera de 10 semanas (pretemporada) y la segunda en periodo competitivo. Ambos grupos siguieron el mismo protocolo, excepto que el grupo de intervención recibió ejercicios adicionales de la musculatura isquiotibial durante la primera fase.

Este entrenamiento específico se realizaba cada 5 días durante las 4 primeras semanas, y cada 4 días durante las siguientes 6 semanas, siempre después de 15 minutos de pre-calentamiento (correr, estirar, etc.)

Este entrenamiento consistía en ejercicios realizados en una “flywheel ergometer”, que consiste en ejercicio concéntrico de aceleración, y ejercicio excéntrico de desaceleración, por lo que se realizaba con el momento de desaceleración mas largo para incidir más en la parte excéntrica. Se realizaban 4 series de 8 repeticiones cada una. El tiempo de descanso entre series era de 1 minuto.

Se midieron el número de lesiones durante los 10 meses de estudio. En el grupo de control se dieron 13 lesiones de la musculatura isquiotibial (43% de los jugadores) mientras que en el grupo de intervención se dieron 3, por lo que los autores concluyeron que la realización adicional de ejercicios de fortalecimiento excéntrico de la musculatura isquiotibial en la pretemporada produce un menor número de lesiones que si se realiza solo un entrenamiento convencional.

<u>Ref.</u>	<u>Autores y año</u>	<u>Título</u>	<u>Tipo estudio</u>	<u>Objetivos del tratamiento</u>	<u>Duración del estudio y tamaño muestral</u>	<u>Medidas del estudio</u>	<u>Técnicas usadas</u>	<u>Resultados</u>
13	Askling et al. 2014	Acute Hamstring Injuries in Swedish Elite Sprinters and Jumpers: A Prospective Randomised Controlled Clinical Trial Comparing Two Rehabilitation Protocols.	Ensayo clínico controlado aleatorizado comparando dos protocolos de rehabilitación.	Comparar la eficacia de dos protocolos de rehabilitación tras una lesión aguda de la musculatura isquiotibial en saltadores y velocistas de élite suecos.	-Duración: Los días que tardaron los atletas en volver de forma completa al entrenamiento junto a un seguimiento de 12 meses tras la re-inclusión -Tamaño muestral: 56 deportistas	Número de días que tardaron en volver a entrenar completamente.	-Protocolo L: ejercicios caracterizados por intenso trabajo excéntrico -Protocolo C: ejercicios convencionales que no producen el alargamiento de la musculatura isquiotibial.	El tiempo de vuelta a la práctica deportiva fue 49 días antes en los participantes del protocolo L.
16	Arnason et al. 2008	Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study.	Estudio comparativo	Comparar el efecto de trabajo excéntrico y de la flexibilidad en la incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial en deportistas.	-Duración: 4 temporadas consecutivas (1992-2002) -Tamaño muestral: 357-630 deportistas.	Se midió el número de lesiones (N) y la incidencia de estas (N/1000h)	Se realizó estiramientos para calentar en ambos grupos, y luego en uno se hacía entrenamiento de la flexibilidad y en el otro trabajo de fuerza excéntrico.	La incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial fue menor en equipos que realizaron trabajo de fuerza excéntrica, mientras que no hubo diferencia en equipos que realizaron trabajo de flexibilidad con equipos que no realizaron nada.

<u>Ref</u>	<u>Autores y año</u>	<u>Título</u>	<u>Tipo de estudio</u>	<u>Objetivos del tratamiento</u>	<u>Duración del estudio</u>	<u>Medidas del estudio</u>	<u>Técnicas utilizadas</u>	<u>Resultados</u>
17	Brooks et al. 2006	Incidence, risk and prevention of hamstring muscle injuries in Professional Rugby Union.	Estudio de cohortes	Definir la incidencia, severidad y los factores de riesgo de las lesiones de la musculatura isquiotibial y determinar cuando el fortalecimiento y estiramiento de esta musculatura disminuye la incidencia y severidad de estas lesiones.	-Duración: 2 temporadas -Tamaño muestral: 546 deportistas, los cuales 296 participaron en ambas temporadas.	Número de lesiones que sufrieron los deportistas en la musculatura isquiotibial durante 2 temporadas.	Los deportistas se dividieron en 3 grupos: -Uno realizaba solo fortalecimiento concéntrico y excéntrico al menos 1 vez a la semana -El segundo realizaba además de lo anterior, estiramientos estáticos. -El último realizaba los dos ejercicios anteriores y ejercicio nórdico de isquiotibiales.	Los deportistas que realizaron ejercicio nórdico de isquiotibiales junto a estiramientos estáticos y fortalecimiento concéntrico y excéntrico tuvieron menor incidencia y menor severidad de lesiones en la musculatura isquiotibial que los otros 2 grupos.

<u>Ref</u>	<u>Autores y año</u>	<u>Título</u>	<u>Tipo de estudio</u>	<u>Objetivos del tratamiento</u>	<u>Duración del estudio</u>	<u>Medidas del estudio</u>	<u>Técnicas utilizadas</u>	<u>Resultados</u>
20	Petersen et al. 2011	Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A cluster-Randomized Controlled Trial.	Ensayo clínico aleatorizado	Investigar el efecto en la prevención de lesiones de la musculatura isquiotibial del ejercicio nórdico de isquiotibiales en deportistas.	Duración: 1 temporada de fútbol completa. Tamaño muestral: 942 deportistas	Se midió el número de lesiones de la musculatura isquiotibial en ambos grupos.	Un grupo realizó 27 sesiones de ejercicios progresivos de la musculatura isquiotibial durante 10 semanas, frente a otro que fue el grupo control.	Las lesiones de la musculatura isquiotibial en el grupo de intervención fueron de 3,8 por cada 100 deportistas, mientras que en el grupo de control fueron de 13,1 por cada 100.
18	Askling et al. 2003	Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason training with eccentric overload.	Ensayo clínico controlado aleatorizado.	Evaluar si es efectivo un programa de fortalecimiento excéntrico de la musculatura isquiotibial en la pretemporada para evitar la frecuencia y gravedad de las lesiones de la musculatura isquiotibial en deportistas de elite.	Duración: 10 semanas de trabajo, 10 meses de vigilancia. Tamaño muestral: 30 deportistas.	Se midió el número de lesiones de la musculatura isquiotibial en ambos grupos.	Un grupo realizó un trabajo adicional de trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial en la pretemporada, mientras que otro no hizo ejercicios adicionales.	La incidencia de lesiones de la musculatura isquiotibial en el grupo de control fue de 10/15, mientras que en el grupo de intervención fue de 3/15.

4. Discusión:

Todos los autores^{13,16,17,18,19} coinciden en que el trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial es más efectivo en el tratamiento y en la prevención de la aparición de recidivas en lesiones de la musculatura isquiotibial. Donde difieren es en los programas de tratamiento de cada uno. Mientras que Askling et al¹³ utilizan un programa de entrenamiento basado en el elongamiento muscular por trabajo excéntrico y flexibilidad de la musculatura, otros autores como Arnason et al¹⁶., Brooks et al¹⁷., Petersen et al¹⁹. y Askling et al¹⁸. utilizan el ejercicio nórdico de la musculatura isquiotibial como principal actividad para fortalecer excéntricamente la musculatura isquiotibial.

Se pueden ver diferencias entre el estudio de Askling et al¹³., el cual incluye la flexibilidad en su tratamiento propuesto y dice que es efectivo junto a un ejercicio de elongamiento muscular por trabajo excéntrico, y los estudios de Arnason et al¹⁶., Brooks et al¹⁹. y Askling et al¹⁸., los cuales concluyen que la flexibilidad de la musculatura isquiotibial no influye en un menor tiempo de vuelta a la práctica deportiva ni en la prevención de aparición de recidivas.

Askling et al¹³., Arnason et al¹⁶., Brooks et al¹⁷., Petersen et al¹⁹. y Askling et al¹⁸. coinciden en que el mayor número de lesiones de la musculatura isquiotibial se producen en momentos de sprint máximo y en el periodo final del entrenamiento o de la competición, estableciendo la fatiga muscular como un factor predisponente muy importante de éste tipo de lesiones.

Tanto Askling et al¹³. y Brooks et al¹⁷ coinciden en que la mayoría de deportistas vuelven a la práctica deportiva aun cuando la lesión no se ha resuelto completamente, lo cual lo confirman con resonancia magnética, por lo que establecen que es posible que esto sea una de las causas de un índice de recidivas tan alto en estas lesiones, y que es difícil para los terapeutas examinar correctamente cuando la musculatura del deportista se encuentra en un estado óptimo para la práctica deportiva a máximo nivel.

En otro dato que coinciden los 5 artículos^{13,16,17,18,19} es que la gravedad de la lesión, tiempo de recuperación y probabilidad de desarrollo de recidivas varía según la localización y extensión de la lesión.

5. Conclusiones:

-El trabajo excéntrico de la musculatura isquiotibial resulta más efectivo en la prevención y tratamiento de las lesiones de esta musculatura respecto al trabajo convencional.

-No se debe realizar solo ejercicios de trabajo excéntrico, sino que hay que completarlos con ejercicios de calentamiento previo y de carrera progresiva.

-Es necesario establecer un tratamiento concreto para este tipo de lesiones, puesto que tienen una gran incidencia en la práctica deportiva y son muy problemáticas por el alto número de recidivas, lo que muestra que no se está trabajando adecuadamente con este tipo de lesiones.

-Se debe continuar con la investigación en esta materia, a ser posible aumentando el tamaño muestral y realizando ensayos clínicos aleatorizados de mayor calidad metodológica.

6. Bibliografía:

1. Guillodo Y, Here-Dorignac C, Thoribé B, Madouas G, Dauty M, Tassery F et al. Clinical predictors of time to return to competition following hamstring injuries. *Muscles Ligaments Tendons Journal* 2014; 4(3): 386-390.
2. Malliaropoulos N, Papacostas E, Kiritsi O, PGD-MSK Rad, Papalada A, Gougoulas N et al. Posterior Thigh Muscle Injuries in Elite Track and Field Athletes. *Am J Sports Med* 2010; 38(9): 1813-1819
3. David A. Opar, Morgan D. Williams and Anthony J. Shield. Hamstring Strain Injuries, Factors that Lead to Injury and Re-Injury. *Sports Med* 2012; 42 (3): 209-226
4. Malliaropoulos N, Mendiguchia J, Pehlivanidis H, Papadopoulou S, Valle X, Malliaras P et al. Hamstring exercises for track and field athletes: injury and exercise biomechanics, and possible implications for exercise selection and primary prevention. *Br J Sports Med* 2012;46:846–851.
5. Alonso JM, Edouard P, Fischetto G, Adams B, Depiesse F, Mountjoy M. Determination of future prevention strategies in elite track and field: analysis of Daegu 2011 IAAF Championships injuries and illnesses surveillance. *Br J Sports Med*. 2012 Jun 1; 46(7): 505–514.
6. Malliaropoulos N, Isinkaye T, Tsitas K and Nicola Maffulli. Reinjury After Acute Posterior Thigh Muscle Injuries in Elite Track and Field Athletes. *Am J Sports Med* 2011 ; 39(2) 304-310.
7. Rouvière H, Delmas A. Anatomía humana descriptiva, topográfica y funcional. 11th ed. Barcelona: Masson; 2005.
8. Schünke M, Schulte E, Schumacher U. Prometheus, texto y atlas de anatomía, 3ª ed. Madrid: Panamericana; 2010.
9. Ross P. Histología. 6ª ed. Madrid: Panamericana, 2012.
10. Heiderscheit B, Sherry M, Silder A, Chumanov E and Thelen D. Hamstring Strain Injuries: Recommendations for Diagnosis, Rehabilitation and Injury Prevention. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010 Feb; 40(2): 67–81.

11. HM de Visser, M Reijman, MP Heijboer, PK Bos. Risk factors of recurrent hamstring injuries: a systematic review. *Br J Sports Med* 2012;46:124–130.
12. Schmitt B, Tyler T, McHug M. Hamstring injury rehabilitation and prevention of reinjury using lengthened state eccentric training : a new concept. *Int J Sports P T* 2012 ;7(3) :333-341
13. Askling C, Tengvar M, Tarassova O and Thorstensson A. Acute Hamstring Injuries in Swedish Elite Sprinters and Jumpers: A Prospective Randomised Controlled Clinical Trial Comparing Two Rehabilitation Protocols. *Br J Sports Med*. 2014;48(7):532-539.
14. Petersen J, Thorborg K, Bachmann M, Skjødt T, Bolvig L, Bang N et al. The Diagnostic and Prognostic Value of Ultrasonography in Soccer Players With Acute Hamstring Injuries. *Am J Sports Med* 2014 42: 399.
15. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Brughelli M. Hamstring strain injuries: are we heading in the right direction?. *Br J Sports Med* February 2012 46 (2) : 81-85.
16. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci February* 2008; 18:40-48.
17. Brooks J, Fuller C, Kemp S, Reddin D. Incidence, Risk, and Prevention of Hamstring Muscle Injuries in Professional Rugby Union. *Am J Sports Med*. 2006 Aug;34(8):1297-306.
18. Askling C, Karlsson J, Thorstensson A. Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scand J Med Sci Sports* 2003; 13: 244-250.
19. Petersen J, Thorborg K, Bachmann Nielsen M, Budtz-Jørgensen E, Hölmich P. Preventive Effect of Eccentric Training on Acute Hamstring Injuries in Men's Soccer: A Cluster-Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* 2011 39: 2296.