

EJERCICIOS DE ISQUIOTIBIALES
PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO Y
PREVENIR LESIONES EN
FUTBOLISTAS FEMENINAS
AMATEUR

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA CON PROTOCOLO
DE EJERCICIOS

Universidad
Pública de
Navarra



Nafarroako
Unibertsitate
Publikoa

Autora: Ana Enríquez Frutos

Directora: Alazne Ruiz de Escudero Zapico

Convocatoria: 26 de Mayo

Grado de Fisioterapia 2020/2021

Facultad de ciencias de la salud – Universidad Pública de Navarra

RESUMEN

Introducción: La lesión de los músculos isquiotibiales es una de las más frecuentes y recidivantes en el fútbol. Se conocen muchos factores de riesgo, el mecanismo lesional, el diagnóstico y programas de prevención, pero no se mejora la incidencia lesional. Además, las mujeres tienen características diferentes al hombre a tener en cuenta en la prevención de estas lesiones.

Objetivos: El objetivo principal es analizar el fortalecimiento y la flexibilidad de los isquiotibiales y la anatomía de la mujer del MMII. Además, realizar un experimento para conocer los efectos de ejercicios de flexibilidad y fuerza, adaptados a la mujer, de los isquiotibiales en el rendimiento de futbolistas femeninas amateur.

Metodología: Revisión bibliográfica a partir de la literatura obtenida en las bases de datos PubMed, Science Direct y PEDro. Medición de fuerza y flexibilidad de isquiotibiales y de velocidad en sprint (20m) pre y post a una intervención de 8 semanas.

Resultados: El ejercicio excéntrico es el mejor para mejorar la fuerza y la flexibilidad y el estiramiento pasivo es el mejor para mejorar la flexibilidad. En la intervención se observan mejorías en la fuerza y flexibilidad de los isquiotibiales y en la velocidad del sprint de 20 metros.

Conclusión: La fuerza y la flexibilidad de los isquiotibiales mejora con excéntricos y estiramiento pasivo. Entre sexos hay diferencias en el MMII. Un programa de 8 semanas formado por dos ejercicios de fuerza excéntrica adaptados a la mujer acompañados de un estiramiento pasivo mejora fuerza, flexibilidad y velocidad en futbolistas femeninas amateur.

Palabras clave: lesión isquiotibiales, fútbol femenino, fuerza y flexibilidad

Número de palabras del documento: 13.577

ABSTRACT

Introduction: Injury of the hamstring muscles is one of the most frequent and recurrent in soccer. Risk factors, mechanisms of injury, diagnosis and prevention programs are known, but the incidence of injury is not getting improved. In addition, women have different characteristics than men which should be taken into account in the prevention of these injuries.

Objectives: The main objective is to analyze the strengthening and flexibility of the hamstrings and the anatomy of the lower limb in women. In addition, to carry out an experiment in order to describe the effects of flexibility and strength exercises of the hamstrings, adapted to women, on the performance of amateur female soccer players.

Methodology: Bibliographic review based on the literature obtained in the PubMed, Science Direct and PEDro databases. Measurement of strength and flexibility of hamstrings and sprint speed (20m) before and after an 8-week intervention.

Results: Eccentric exercise is the best for improving strength and flexibility and passive stretching for improving flexibility. In the intervention, improvements were observed in strength and flexibility of the hamstrings and in the speed of the 20-meter sprint.

Conclusion: Hamstring strength and flexibility improves with eccentric exercises and passive stretching. There are differences between sexes in the lower limb. An 8-week program consisting of two eccentric strength exercises adapted to women accompanied by passive stretching improves strength, flexibility and speed in amateur female soccer players.

Keywords: hamstring injury, soccer female, strength and flexibility

Number of words: 13.577

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Músculos isquiotibiales | 1 |
| 1.2 Características de la mujer | 3 |
| 1.3 Biomecánica de la carrera y el golpeo en el fútbol | 5 |
| 1.4 Lesiones de isquiotibiales | 9 |
| 1.5 Tratamiento | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 Objetivo principal | 15 |
| 2.2 Objetivos secundarios | 15 |
| 3. METODOLOGÍA | 17 |
| 3.1 Fuentes de información consultadas | 17 |
| 3.2 Estrategia de búsqueda | 17 |
| 3.3 Diagrama de flujo | 18 |
| 3.4 Criterios de inclusión y exclusión | 20 |
| 3.5 Calidad metodológica | 20 |
| 4. RESULTADOS..... | 25 |
| 4.1 Protocolo de actuación..... | 25 |
| 4.2 Características específicas de la mujer | 27 |
| 4.3 Resultados hallados en los ensayos clínicos | 29 |
| 5. DISCUSIÓN | 35 |
| 5.1 Limitaciones | 39 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 41 |
| 7. PROPUESTA..... | 43 |
| 7.1 Introducción | 43 |
| 7.2 Metodología..... | 46 |
| 7.3 Resultados..... | 50 |
| 7.4 Discusión..... | 55 |
| 7.4.1 Limitaciones | 59 |
| 7.5. Conclusión..... | 60 |
| 8. AGRADECIMIENTOS | 61 |
| 9. BIBLIOGRAFIA | 63 |
| 10. ANEXOS..... | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Criterios de la escala escala PEDro | 21 |
| Tabla 2. Journal Citation Reports (JCR) y SCImago Journal & Country Rank (SJR)..... | 22 |
| Tabla 3. STROBE Statement..... | 23 |
| Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión bibliográfica | 31 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Medición de fuerza de isquiotibiales..... | 46 |
| Figura 2. Medición de flexibilidad de isquiotibiales | 47 |
| Figura 3. Ejercicio nórdico de fuerza..... | 48 |
| Figura 4. Ejercicio de fuerza con pelota | 48 |
| Figura 5. Estiramiento pasivo..... | 49 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Músculos isquiotibiales

Anatomía

El grupo de músculos isquiotibiales está formado por el bíceps femoral (cabezas larga y corta), el semitendinoso y el semimembranoso. (1,2,3)

Los 3 músculos, excepto la cabeza corta del bíceps femoral, se originan en la tuberosidad isquiática como un tendón común. A continuación, se separan entre 5 y 10 centímetros distal al isquion, siendo el semimembranoso el primero en diferenciarse (4). Las fibras musculares del bíceps femoral son visibles 6 centímetros distal a la tuberosidad isquiática y la unión miotendiosa proximal abarca aproximadamente el 60% de la longitud total del músculo. Las fibras del músculo semimembranoso aparecen dentro del 30% proximal de este músculo, y las fibras del músculo semitendinoso se insertan directamente en la tuberosidad isquiática en la unión musculotendinosa proximal. La cabeza corta del bíceps femoral se origina justo medial a la línea áspera en el fémur distal posterior. La cabeza larga del bíceps femoral se une a la cabeza del peroné y a la parte lateral de la tibia. La cabeza corta del bíceps femoral se une al tendón de la cabeza larga del bíceps femoral, así como a inserciones fasciales y tendinosas en la cápsula posterolateral, el tracto iliotibial, la cabeza del peroné y la tibia lateral proximal (5). El semimembranoso tiene múltiples inserciones en el ángulo postero-medial de la rodilla. El semitendinoso se une a los tendones del sartorio y del grácil para formar la Pata de Ganso en la cara medial de la tibia proximal, por encima del ligamento colateral medial. El complejo musculotendinoso distal cubre aproximadamente el 66% de la longitud del bíceps femoral y algo más del 50% de la longitud de los músculos semimembranoso y semitendinoso (6).

Es un grupo muscular biarticular, es decir, cruza tanto la cadera como la rodilla (1,2).

El semimembranoso, el semitendinoso y la cabeza larga del bíceps femoral están inervados por la porción tibial del nervio ciático, y la cabeza corta del bíceps está inervada por la porción peronea del nervio ciático (1). Todo el grupo muscular es irrigado por las ramas de las arterias femoral profunda y glútea inferior (3).

Función

Al ser un músculo biarticular realiza extensión de cadera y flexión de rodilla (2).

El semimembranoso aporta estabilidad a la rodilla y sirve para flexionar y rotar medialmente la pierna a la altura de la rodilla, así como para extender, aducir y rotar medialmente el muslo a la altura de la cadera. El semitendinoso es un flexor y rotador interno de la tibia en la rodilla y también proporciona estabilidad en valgo a la rodilla. La cabeza corta del bíceps sirve para flexionar la rodilla con el muslo extendido, la cabeza larga da estabilidad posterior a la pelvis y extiende el fémur en la cadera (1).

- Función en la carrera

Los músculos isquiotibiales se someten a un ciclo de estiramiento-acortamiento durante la carrera, siendo este mayor cuanto mayor es la velocidad. En la primera parte de la fase de balanceo el bíceps femoral se acorta a medida que la rodilla se flexiona y la cadera se mueve de extensión a flexión. La cadera continúa flexionándose hasta la fase de balanceo final mientras que la rodilla comienza a extenderse durante la segunda mitad de la fase de balanceo, provocando el rápido alargamiento del bíceps femoral. Durante la fase final de balanceo, el bíceps femoral alcanza la máxima longitud y tensión. Antes del contacto del pie con el suelo el bíceps femoral comienza a acortarse a medida que la cadera continúa extendiéndose y la rodilla flexionándose antes de comenzar la extensión (2).

Factores de riesgo

Hay un gran número de factores de riesgo para sufrir una lesión en los músculos isquiotibiales y son muy variados:

- Edad: al aumento de la edad aumenta el riesgo de padecer una lesión (7).
- Fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales: una fuerza mayor del cuádriceps respecto a los isquiotibiales aumenta el riesgo de lesión. Es factor de riesgo tanto el desequilibrio en una pierna como o en una con respecto a la otra (7).
- Fuerza de cuádriceps: la fuerza excesiva en el cuádriceps aumenta el riesgo de lesión de isquiotibiales (7).
- Asimetrías entre el músculo isquiotibial de una pierna y de la otra (8).
- Lesión anterior en los isquiotibiales (1,9).

- Lesiones anteriores en otras zonas: operación de LCA (10), dolores de rodilla (11), patología de pubis (11).
- Flexibilidad de isquiotibiales: una menor capacidad de estiramiento aumenta el riesgo de lesiones. Además, la flexibilidad de los cuádriceps también influye en las lesiones de isquiotibiales (1,7).
- Posición de juego (12,13).
- Tipo de actividad: hay más probabilidad de lesiones en carreras de alta velocidad o durante el golpeo del balón (12).
- Calentamiento inadecuado (1).
- Mala estabilidad CORE (1).
- Debilidad muscular (1).
- Deshidratación del músculo (1).
- Posición de la pelvis: los isquiotibiales se originan en la pelvis, por lo tanto, la posición en la que se encuentra la pelvis está relacionada con la longitud de los isquiotibiales (1).
- Fatiga: se detectan más lesiones en los tramos finales de los partidos (1). Además, la repetición de golpeo al balón genera una reducción de la fuerza excéntrica de los flexores de rodilla acompañada de una reducción de actividad de los isquiotibiales, lo que agrava el riesgo de lesión (14).

También se pueden considerar los factores de riesgo como intrínsecos y extrínsecos. Factores intrínsecos son la predisposición genética o los cambios hormonales. Entre los extrínsecos se encuentran la carga de trabajo o la compresión de los tendones en posiciones forzadas (3).

1.2 Características de la mujer

Anatomía, biomecánica y patología

La pelvis femenina es más ancha y amplia que la masculina si se mide entre las tuberosidades isquiáticas y tiene la cabeza femoral más pequeña. Por la anchura de la pelvis la mujer realiza una marcha más eficiente que el hombre, ya que, la mujer tiene un ritmo de cadencia mayor al realizar pasos más cortos (15). Además, las

mujeres tienden a la anteversión pélvica como posición habitual en la bipedestación y en la marcha (16).

La rodilla de la mujer puede sufrir muchas lesiones a lo largo de la carrera deportiva, una de las lesiones más graves y comunes es la rotura de ligamento cruzado anterior. Hay diversos factores que influyen en que la mujer sea más propensa a sufrir este tipo de lesión, como son: las alteraciones en la carga biomecánica, la estabilidad de la rodilla durante el movimiento dinámico, los patrones de activación de cuádriceps e isquiotibiales, la hipermovilidad, el valgo de rodilla, una mayor flexibilidad y laxitud, el aterrizaje en posición vertical o el volumen muscular (17,18).

En la articulación del pie las mujeres tienen una mayor amplitud de movimiento y esta amplitud alcanza valores máximos en movimientos del retropié y mediopié durante la carrera (19). Además. Las mujeres realizan movimientos excesivos del mediopié en el plano sagital en comparación con el hombre. Por ello, las lesiones de tobillo, las lesiones de fascitis plantar y las roturas del quinto metatarsiano son comunes en la mujer (20). Las mujeres tienen más riesgo de sufrir lesiones por sobreuso que los hombres. Esto está relacionado con la triada de la atleta femenina (disponibilidad de energía, menstruación y salud ósea) (18).

Fisiología

En la realización de un entrenamiento aeróbico la mujer tiene menor capacidad para el transporte de oxígeno respecto a hombre, ya que, la concentración de hemoglobina en sangre de la mujer es menor. Por lo tanto, la mujer para aportar más oxígeno al trabajo muscular debe aumentar la sangre entregada al tejido activo o debe extraer una mayor cantidad de oxígeno de la sangre entregada al tejido (21).

Respecto a un entrenamiento de fuerza, cuando hombres y mujeres se someten al mismo entrenamiento de fuerza se producen las mismas ganancias absolutas en el cuerpo, aunque las mujeres no experimenten hipertrofia tan fácil como el hombre. Este último aspecto se relaciona con los niveles de testosterona más bajos de la mujer (21).

Otro aspecto a tener en cuenta es que la mujer tiene más niveles de lipoproteínas de alta intensidad que los hombres. A partir de esos niveles tan altos las mujeres pueden

no ser capaces de alterarlos con la misma facilidad, por lo tanto, la adaptación al entrenamiento no es la esperada. Además, se sabe que hay factores hormonales que conducen a un mayor nivel de lipoproteínas que dificultan la adaptación al ejercicio, es decir, la mujer tarda más que el hombre en alcanzar la mejoría fisiológica que conlleva la realización del ejercicio (21).

- Ciclo menstrual

Hay que tener en cuenta que hay un área fisiológica exclusiva de la mujer, como es el ciclo menstrual. No hay que subestimar su influencia en el entrenamiento, el rendimiento y el riesgo de lesiones. Influye negativamente en el rendimiento de carrera intermitente de alta velocidad y en el rendimiento aeróbico (17). También es importante el nivel de entrenamiento durante edades previas al inicio del ciclo menstrual. Por ejemplo, un entrenamiento con altas cargas puede retrasar el inicio de la menstruación (17). Esto conlleva a que la mujer sea más propensa a sufrir fracturas, en particular fracturas por estrés, por la irregularidad hormonal (18).

Por último, dado que la mujer entrena y compite en todas las fases de su ciclo menstrual, debe tenerse en cuenta cual es el posible efecto en su rendimiento. Por ejemplo, se sabe que durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual la mujer es más propensa a sufrir una lesión de LCA (17).

1.3 Biomecánica de la carrera y el golpeo en el fútbol

Biomecánica de la carrera

Antes de analizar el comportamiento articular y muscular del miembro inferior deben quedar claras las fases de la carrera. Sencillamente se pueden diferenciar dos fases claras, la de apoyo y la de balanceo. De la fase de apoyo a la de balanceo se puede diferenciar otra fase de propulsión y despegue. Por último, antes de la vuelta al siguiente apoyo se encuentra la fase de desaceleración para contactar con el suelo (22).

- Análisis articular

Al aumentar la velocidad en la carrera la pelvis y el tronco se inclinan hacia delante y el centro de masas desciende. El movimiento pélvico se minimiza para conservar la energía y mantener la eficiencia al correr. La cadera realiza máxima extensión justo antes del despegue de la punta del pie y máxima flexión en el balanceo medio y final. El aumento de velocidad, aumenta la flexión máxima de cadera y esto provoca una longitud mayor del paso. Además, para optimizar el movimiento la pelvis realiza rotación interna al realizar la zancada y rotación externa en el momento del contacto con el suelo. La rodilla durante el periodo de absorción de la fase de apoyo, se flexiona hasta aproximadamente 45° y a continuación, se extiende hasta una media de 25° durante la fase de propulsión. La extensión de rodilla es mayor durante el periodo de propulsión, alcanzando un máximo de 20°. La flexión máxima de la rodilla durante la fase de balanceo es de 90°. Respecto al pie, el contacto inicial en la carrera se realiza con el talón. Durante la carrera la presión se concentra inicialmente en el borde lateral del talón. Se desplaza con bastante rapidez hacia la cara medial del talón y hacia el antepié, donde se observan dos picos de presión de magnitud casi igual bajo la primera y la segunda cabeza metatarsal. También el pie se pronada durante el periodo de apoyo para amortiguar la carga y se supina en la fase en la que tiene que realizar el empuje contra el suelo, de esta manera proporciona una palanca estable para ese empuje (22).

En la carrera se realizan distancias más largas, con fines de resistencia (23) y en el sprint se realizan distancias más cortas y a mayor velocidad, con el objetivo de cubrir una distancia relativamente corta en el menor tiempo posible, por ello el cuerpo se comporta de manera diferente en estas dos acciones. En el sprint se pueden observar una serie de cambios que se producen por el aumento de la velocidad de carrera. La fase de absorción es más corta que en la carrera y la rodilla se flexiona menos, en la fase de balanceo la flexión de rodilla es unos 15° mayor que en la carrera y el contacto del pie con el suelo se realiza con el antepié y no con el talón (22).

- Análisis muscular

La activación muscular aparentemente es más importante en los momentos de anticipación al movimiento y de abandonar el contacto con el suelo (22).

- Cuádriceps: se activa desde el final del balanceo hasta la mitad de la zancada para preparar la extremidad para el contacto con el suelo y para absorber el choque de ese impacto durante la absorción de la fase de apoyo. Esto es esencial para frenar el movimiento posterior de la tibia cuando la rodilla se flexiona.
- Isquiotibiales y extensores de cadera: extienden la cadera en la segunda mitad de la fase de balanceo y en la primera mitad de la fase de apoyo. Los isquiotibiales también desaceleran el movimiento anterior de la tibia cuando la rodilla se extiende.

Hay que tener en cuenta que tanto los isquiotibiales como el cuádriceps son músculos biarticulares, por lo tanto, desempeñan un papel importante en la transferencia de energía entre segmentos. Por ejemplo, los isquiotibiales producen un momento extensor en la cadera mientras generan un momento flexor en la rodilla.

- Tibial anterior: dorsiflexiona el tobillo para proporcionarle holgura en el balanceo (concéntrico). En el sprint, permite el contacto con el suelo del retropié inicialmente y controla el descenso del antepié al suelo durante la primera parte de la postura (excéntrico).

Biomecánica del golpeo

Es importante resaltar que en el fútbol la capacidad de producir una velocidad rápida en el golpeo de balón representa una clara ventaja para los jugadores (24), ya que, una alta velocidad del balón disminuye la capacidad del portero para reaccionar mejorando, así, las posibilidades de marcar gol (25). También hay que tener en cuenta la posición del cuerpo respecto al balón, la longitud de la última zancada, el tipo de calzado o el flujo de aire del balón (26).

Para golpear el cuerpo se inclina hacia atrás con respecto a la vertical y lateralmente hacia el lado que no patea (27). Además, se realiza una curva al aproximarse al balón

por varias razones: la pierna que patea al estar inclinado es capaz de meterse debajo del balón para hacer un mejor contacto, gracias a la inclinación la rodilla de la pierna que patea es capaz de extenderse justo antes del golpeo para generar mayor velocidad del pie y la aproximación curvada genera una posición estable para ejecutar la patada, lo que contribuye a una mayor precisión (26).

- Pierna que golpea

La pierna más utilizada para el golpeo es la dominante, ya que, los futbolistas proyectan una mayor velocidad de la pelota con ella (25). Durante la fase final de la patada disminuye la extensión de rodilla e inmediatamente antes del impacto se realiza flexión de rodilla. En el impacto con el balón se realiza extensión de rodilla (26).

En la cadera y la rodilla hay una absorción de potencia durante la fase inicial de la patada (antes del contacto con el pie de apoyo) que sirve para frenar el impulso de la pierna de pateo, seguida de una generación de potencia (desde el contacto con el pie de apoyo hasta el contacto con el balón) que representa el esfuerzo de pateo. Estos datos sugieren que la cadera es el motor principal de la patada y que el trabajo realizado por la rodilla contribuye poco a la aceleración angular de la pierna (26).

- Pierna de apoyo

El pico de fuerza que produce el impacto de la pierna de apoyo en el suelo provoca flexión plantar e inversión de tobillo seguido de flexión dorsal y eversión además de rotación externa de cadera. La rodilla realiza extensión inmediatamente antes del impacto de la pelota lo que contribuye a la aceleración de la oscilación de la pierna que golpea (25).

- Parte superior del cuerpo

Tiene una función importante en la técnica de golpeo. La parte superior del cuerpo muestra algunas características importantes de la técnica. El brazo del lado que no patea se abduce y se extiende horizontalmente antes del contacto con el pie de apoyo y luego se aduce y se flexiona horizontalmente al contacto con el balón (28). Además, la rotación de los hombros y la de la pelvis no sucede a la vez. Esto lleva a

una torsión del tronco durante la fase de preparación de la patada y a una detorsión durante la fase de ejecución (26).

- Interacción pie-balón

La interacción entre el pie y el balón durante el impacto es un fenómeno complejo que se produce en un tiempo extremadamente corto (26), dura menos de 10 milisegundos (29).

El pie está pasivamente abducido, en eversión y con flexión plantar (tras una ligera flexión dorsal) durante el impacto del balón. Además, la velocidad del balón se maximiza cuando la zona de impacto está cerca del centro de gravedad del pie (26).

- Fatiga

La fatiga influye negativamente en la velocidad de golpeo del balón. Por un lado, disminuye la efectividad de asociación de los segmentos para producir un movimiento correcto y, por otro lado, disminuye la capacidad del músculo para hacer fuerza. Además, estos dos aspectos también aumentan las posibilidades de sufrir lesiones (24).

1.4 Lesiones de isquiotibiales

Las lesiones de los músculos isquiotibiales se encuentran entre las más frecuentes de la extremidad inferior en deportes de carrera, carrera de vallas, saltos y patadas (1,2,7). La lesión más común ocurre durante la velocidad alta y el músculo que principalmente se afecta es el bíceps femoral (2). También son frecuentes las lesiones por cargas repetitivas menores o por un traumatismo directo sobre el músculo o el tendón (3).

Mecanismo de lesión

Como se ha nombrado anteriormente, los isquiotibiales abarcan dos articulaciones, esto genera que el músculo tenga que producir un potencial de alargamiento-acortamiento rápido y extremo. Las lesiones ocurren con mayor frecuencia durante la contracción excéntrica. También hay momentos que predisponen más a la lesión como son la fase final del balanceo, donde los isquiotibiales ayudan a la extensión de

la cadera mientras desaceleran la extensión de la rodilla o en la primera mitad de la fase de apoyo, cuando producen extensión de la cadera y resisten la extensión de rodilla (1).

Diagnóstico

Para la elaboración del diagnóstico se comienza con la inspección y evaluación de la marcha. En la realización del paso se observa un patrón de marcha de “piernas rígidas”. Esto ocurre porque el paciente evita el movimiento simultáneo de flexión de cadera y extensión de rodilla necesario para la realización del paso (1). Se puede realizar una exploración pasiva con el paciente en decúbito supino, se flexiona la cadera a 90º con la rodilla flexionada y 90º y luego se extiende la rodilla lentamente. Se compara con la otra pierna y en la que la extensión de rodilla sea menor se puede sospechar de disfunción en los isquiotibiales por falta de elasticidad (1).

Para evaluar la fuerza se coloca al paciente en decúbito prono con la rodilla flexionada a 90º y se resiste la flexión de esta. Otro mecanismo de evaluación es resistir la flexión de rodilla mientras el examinador la extiende a 30º, esto reproduce el mecanismo común de lesión producido realizando fuerza excéntrica. Siempre se compara con la extremidad contralateral (1).

Para tendinopatías o distensiones más leves se pueden emplear tres pruebas de evaluación (1):

1. Prueba de Puranen-Orava se realiza mediante un estiramiento activo de los isquiotibiales con el paciente en bipedestación. Con el talón apoyado sobre una estructura se flexiona la cadera y se extiende la rodilla de forma totalmente activa.
2. Prueba de estiramiento de la rodilla doblada se realiza con el paciente en decúbito supino. La cadera y la rodilla se flexionan al máximo y, a continuación, el examinador extiende lentamente la rodilla de forma pasiva.
3. Prueba de estiramiento de rodilla doblada modificada también se realiza con el paciente en decúbito supino y la pierna sintomática totalmente extendida. El examinador flexiona al máximo la cadera y la rodilla y luego extiende rápidamente la rodilla

Estas tres pruebas son positivas si el paciente refiere dolor en la parte posterior del muslo con la extensión de rodilla (1,3).

Por último, hay que tener en cuenta que, por la localización del músculo, es importante la realización de un examen neurovascular (1) y de un diagnóstico diferencial. Cuando la patología es del tendón proximal de los isquiotibiales, hay que descartar lesiones como: síndrome del piriforme, fracturas por estrés, apofisitis de la tuberosidad isquiática, fracturas por avulsión del tendón de los isquiotibiales, bursitis isquioinguinal, síndrome compartimental femoral posterior, desgarros parciales de los isquiotibiales, distensiones del músculo aductor, dolor referido desde la columna lumbar, la articulación de la cadera o la articulación sacroilíaca, y masas o crecimientos de tejidos blandos (30).

Pruebas complementarias

La ecografía es extremadamente precisa en la fase aguda para determinar la localización y el alcance de una lesión de los isquiotibiales. Sin embargo, la resonancia magnética (RM) es el estudio de imagen más utilizado para evaluar estas lesiones. La RM define mejor las lesiones óseas que se observan en las avulsiones proximales o distales, así como los cambios más tardíos en los tejidos blandos que se observan en las lesiones más crónicas, y puede evaluar la curación progresiva (1).

Localización y frecuencia

La unión miotendinosa de los isquiotibiales experimenta las mayores cargas excéntricas y es la localización más común de las lesiones. Las lesiones del vientre muscular son menos frecuentes, en esta zona son comunes las lesiones por traumatismo directo o contusión. Las roturas completas son menos frecuentes y suelen producirse con una tendinopatía preexistente, en la lesión más sencilla solo se dañan las miofibrillas (1).

Hay que tener en cuenta que la localización precisa suele ser difícil, dada la ubicación profunda de los músculos, especialmente en su parte proximal (1).

Clasificación

Se pueden encontrar lesiones leves sin pérdida de la integridad estructural hasta desgarros musculares completos con rotura de fibras (1).

También se pueden establecer tres grados de lesión (1):

- Grado 1: leve. Ocurre un sobreestiramiento del músculo, pero con una mínima pérdida de la integridad estructural de la unión musculotendinosa
- Grados 2: moderada. Se observa un desgarro parcial o incompleto del músculo
- Grados 3: grave. se observa una rotura completa del músculo

Sintomatología

La mayoría de los deportistas experimentan un dolor agudo y repentino en la parte posterior del muslo, a menudo con un chasquido audible o palpable, durante una actividad que requiere una combinación de flexión repentina de la cadera y extensión de la rodilla (1). También describen el dolor como un "calambre" o una "tirantez" en la zona profunda del glúteo y suele progresar con el tiempo sin que haya un traumatismo o lesión específica (3).

Un número menor de deportistas observa un inicio insidioso de la rigidez progresiva y algunos experimentan pérdida de flexibilidad (1).

Los síntomas pueden agravarse por la carga excéntrica repetitiva de los isquiotibiales o la flexión prolongada del tronco hacia delante (3). Por ejemplo, los desgarros proximales causan molestia al sentarse y al caminar con suavidad (1).

1.5 Tratamiento

Las personas con una lesión previa de los isquiotibiales a menudo presentan déficits en la estructura y la función de estos músculos mucho después de haber completado la rehabilitación y de haber recibido el visto bueno para volver a jugar (31). Además, estas lesiones requieren un tratamiento extenso y largos periodos de rehabilitación, con una alta tasa de recurrencia (12-33 %), incluso habiendo realizado programas preventivos (32,33).

Prevención

La prevención es importante porque tanto la tasa de lesión de los músculos isquiotibiales como la tasa de recidiva de esta lesión suponen muchas horas de pérdida del jugador para entrenamientos y para la competición.

Un requisito fundamental para realizar un programa exitoso de prevención es comprender el mecanismo de lesión (34). La acción excéntrica es en la que la actividad muscular es máxima (35). Por lo tanto, en la prevención parece ser que sería beneficiosos realizar ejercicios que ejecuten esta acción sobre el músculo.

Rehabilitación

Hay que tener en cuenta factores que ayudan a predecir el pronóstico de la lesión, por ejemplo, ser un deportista de menor nivel, padecer una lesión estructural (trastorno muscular agudo e indirecto con evidencia macroscópica de daño de las fibras musculares) en comparación con una lesión funcional (trastorno muscular doloroso sin evidencia macroscópica de daño de las fibras musculares), un mayor déficit de la amplitud de movimiento o un mayor tiempo hasta la primera consulta (36).

La progresión de la rehabilitación de la lesión de los isquiotibiales se basa en gran medida en el alivio del dolor, y la progresión sólo se permite, por lo general, dentro de unos límites libres de dolor (37). Para la progresión también se aconseja que las contracciones isométricas deben estar libres de dolor antes de comenzar con ejercicios concéntricos. Tras los ejercicios concéntricos libres de dolor se deben incluir los ejercicios excéntricos (37).

Las evaluaciones clínicas y las pruebas de rendimiento suelen ser los criterios mayormente elegidos para el retorno al juego. Se tienen en cuenta aspectos como el ROM, el dolor, la capacidad de realizar correctamente el gesto deportivo o el haber llegado a tener la misma fuerza en las dos piernas tras la lesión (37). Para conocer la evolución durante la lesión se pueden utilizar test como la prueba H de Askling que proporciona conocer la amplitud de movimiento activo del atleta (38). Los tiempos de recuperación dependen de multitud de factores, como el tipo/gravedad de la lesión (39) y el modo de rehabilitación (40). Incluso el criterio para la vuelta al juego

es importante, por ejemplo, los protocolos que usan la prueba H de Askling tienen tiempos más prolongados de vuelta al juego. A pesar del método empleado, los tiempos medios de retorno al juego son prolongados y pueden considerarse demasiado conservadores en un entorno deportivo de élite (37).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado es realizar una revisión bibliográfica sobre el fortalecimiento y la flexibilidad de los isquiotibiales y sobre la anatomía de la mujer. Además, realizar un experimento para conocer los efectos de ejercicios de fuerza y flexibilidad de los músculos isquiotibiales en el rendimiento de futbolistas femeninas amateur.

2.2 Objetivos secundarios

De la revisión

Conocer qué tipo de escalas y/o protocolos se utilizan para valorar la fuerza y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

Conocer la importancia de las relaciones fuerza-flexibilidad de los músculos isquiotibiales para prevenir lesiones y mejorar el rendimiento.

Estudiar los factores que son lesivos para los músculos isquiotibiales en las futbolistas femeninas amateur.

Del experimento:

Describir los efectos de la intervención sobre de la fuerza y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales

Averiguar la influencia del protocolo de ejercicios sobre aspectos relacionados con el rendimiento futbolístico y la prevención de lesiones.

3. METODOLOGÍA

3.1 Fuentes de información consultadas

La búsqueda bibliográfica se ha realizado únicamente en bases de datos como son PubMed, Science Direct y PEDro.

La primera idea para la elección de los artículos fue que debían haber sido publicados en los últimos 15 años, realizados en humanos y tanto en inglés como en castellano. Tras realizar la búsqueda de esta manera se vio que no se obtenían los resultados esperados, con lo cual, se amplió la búsqueda omitiendo el filtro del año de publicación. Además, la idea principal era que todos los artículos estuvieran orientados a la mujer, podían hablar solo de la mujer o hablar de ella en comparación con el hombre.

Las palabras claves utilizadas en las dos búsquedas han sido: “hamstring injury risk factor soccer female” y “hamstring strength flexibility exercise program”.

3.2 Estrategia de búsqueda

Respecto a la estrategia de búsqueda con las palabras mencionadas anteriormente se realizaron dos búsquedas. En ambas aparece el término hamstring mezclado con el resto de palabras mediante el operador booleano AND. Las búsquedas han sido:

1. Búsqueda principal: “hamstring injury AND risk factor AND soccer female”.
2. Búsqueda secundaria: “hamstring strength AND flexibility AND exercise program”.

Para ser más específicos y obtener los resultados deseados en PubMed se utilizó la estrategia [title] para garantizar que en la búsqueda principal apareciera el fútbol femenino y en la secundaria los músculos isquiotibiales. Para Science Direct y PEDro no se utilizó ninguna estrategia de búsqueda adicional que no fuesen los criterios de inclusión.

3.3 Diagrama de flujo

Como se ha nombrado anteriormente se realizaron dos búsquedas de las cuales se obtuvieron 219 artículos, 56 artículos pertenecen a la búsqueda principal y 163 a la secundaria.

Respecto a la búsqueda principal se obtuvieron 16 artículos en PubMed, 36 en Science Direct y 4 en PEDro. En la búsqueda secundaria se encontraron 20 artículos en PubMed, 98 en Science Direct y 45 en PEDro. Todos ellos suman un total de 219 de los cuales 49 eran duplicados. Tras eliminar los artículos duplicados y leer el título y el abstract del resto de artículos, se eligieron 13 artículos útiles para la búsqueda bibliográfica. Además, se tuvo que eliminar otro artículo por no poder conseguir el texto completo.

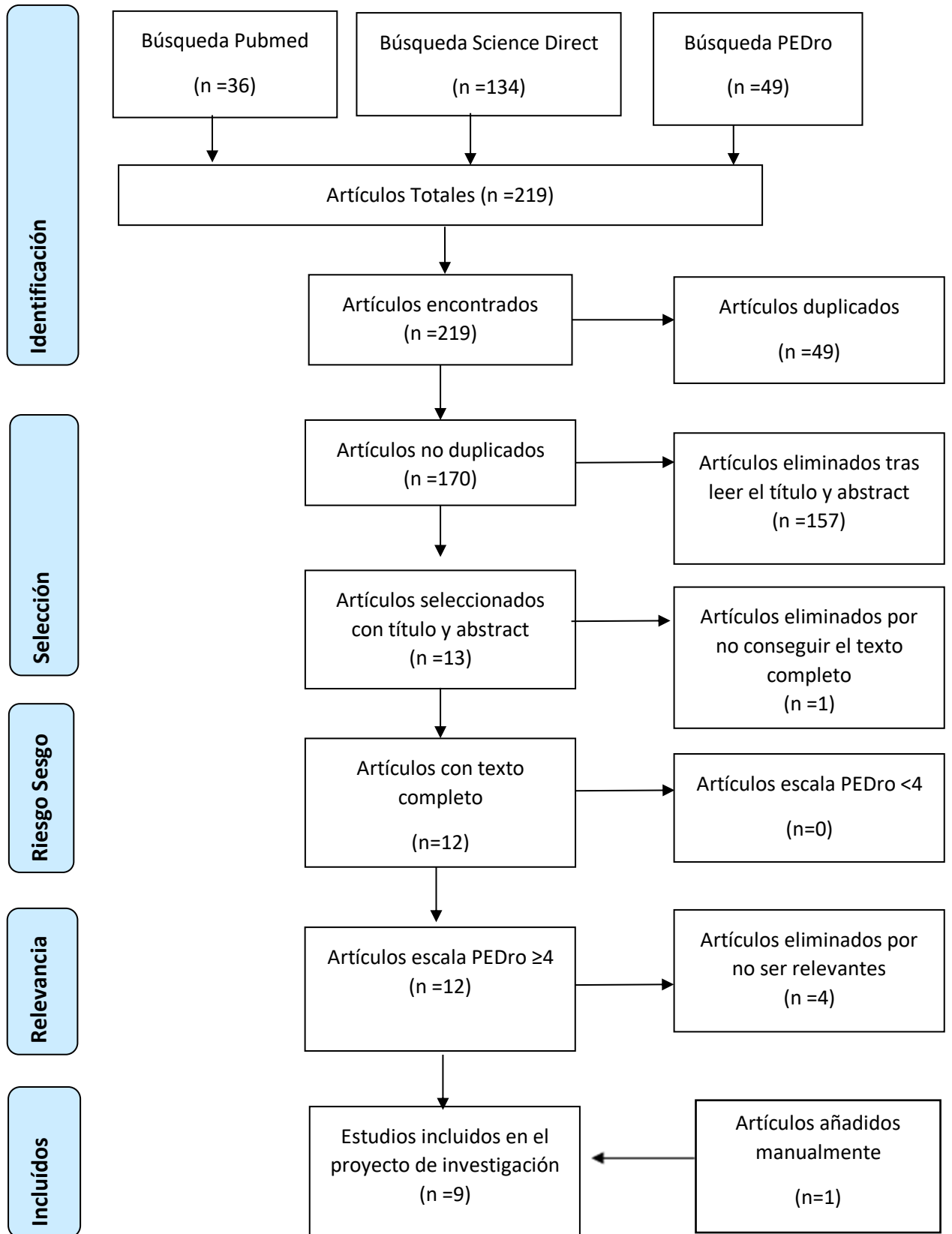
Los 12 artículos restantes estaban formados por 5 ensayos clínicos, 1 estudio descriptivo comparativo, 2 revisiones, 1 estudios descriptivo observacional, 1 estudio descriptivo experimental, 1 estudio de cohortes y 1 estudio descriptivo.

Se descartaron los dos artículos que eran revisiones y se realizó el estudio del factor de impacto en el resto de artículos. Tras ello, nos quedamos con 8 artículos ya que, dos de los 10 artículos restantes pertenecían al cuartil 4 en alguna de las dos escalas utilizadas. A los 8 artículos se añadió un estudio descriptivo comparativo añadido manualmente.

Para el análisis de los ECAs se utilizó la escala PEDro, se analizaron 4 ensayos clínicos ya que el quinto se descartó al pertenecer al cuartil 4 en el factor de impacto. Los 4 ensayos dieron un resultado mayor o igual a 4 puntos en la escala.

Por lo tanto, los estudios incluidos en el proyecto de investigación son 9.

Palabras clave utilizadas: hamstring injury and risk factor and soccer female [title] /
hamstring [title] strenght and flexibility exercise program



3.4 Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión: en la búsqueda principal se eligieron aquellos artículos que analizaban el comportamiento de la extremidad inferior de la mujer en acciones específicas del fútbol o artículos que analizarán factores de riesgo en la mujer deportista y en sus músculos isquiotibiales. En la búsqueda secundaria se eligieron aquellos artículos que ofrecían resultados sobre programas de fuerza y flexibilidad en los isquiotibiales o artículos que mostraran la influencia de ciertos ejercicios en estos músculos.

Criterios de exclusión: se excluyeron aquellos artículos que no estaban escritos en inglés o en castellano o que eran revisiones bibliográficas. También se excluyeron los artículos con una escala PEDro menor a 4 o que su factor de impacto no estuviera dentro del primer o segundo cuartil.

Respecto a la primera búsqueda también se excluyeron aquellos artículos que, aunque cumplieran los requisitos, solo hablaban del hombre.

3.5 Calidad metodológica

Para la realización de esta revisión bibliográfica se han utilizado ECAs y artículos observacionales (estudios de cohortes, descriptivos).

La calidad metodológica de los ECAs se ha analizado a través de la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro). La escala tiene 11 criterios que se deben cumplir, de estos solo cuentan para la puntuación final del segundo al undécimo. Esta escala nos da información sobre si la información estadística del estudio es suficiente como para poder hacer interpretables sus resultados.

Para aquellos artículos observacionales, la calidad metodológica se ha medido a través de la escala STROBE en la que se analizan 22 items sobre el título, resumen, introducción, métodos, resultados y discusión de los estudios.

Por último, para medir el factor de impacto se ha hecho a través del Journal Citation Reports (JCR) así como del SCImago Journal & Country Rank (SJR).

Tabla 1. Criterios de la escala escala PEDro que cumplen los ensayos clínicos utilizados. Elaboración propia (Anexo 1)

| AUTOR | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | TOTAL |
|------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Delextrat et al. | SI | SI | NO | SI | NO | NO | NO | NO | NO | SI | SI | 4/10 |
| Delvaux et al. | SI | SI | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | 8/10 |
| Davis et al. | SI | SI | SI | SI | NO | NO | SI | NO | SI | SI | SI | 7/10 |
| Guex et al | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | SI | 8/10 |

Tabla 2. Journal Citation Reports (JCR) y SCImago Journal & Country Rank (SJR) de los ensayos clínicos seleccionados para la revisión

| | | Journal Citation Reports (JCR) | | | SCImago Journal & Country Rank (SJR) | | |
|-------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|----------|--------------------------------------|---|----------|
| Autor/Año | Revista | Factor de impacto | Categoría | Posición | Factor de impacto | Categoría | Posición |
| Delextrat et al. | Frontiers in Physiology | 3,201 | Physiology | Q2 | 1,21 | Physiology medical | Q2 |
| Landry et al. | American Journal of Sport Medicine | 3,397 | Sport Sciences Orthopedics | Q1 | 3,24 | Physical Therapy Sports, Therapy and Rehabilitation | Q1 |
| Brophy et al. | Journal of Bone and Joint Surgery | 2,967 | Orthopedics Surgery | Q1 | 2,48 | Sport Science | Q1 |
| Hanson et al. | Journal of Athletic Training | 1,651 | Sport Sciences | Q2 | 1,05 | Physical Therapy, Sports and Rehabilitation | Q1 |
| Soderman et al. | Knee Surgery Sport Traumatology Arthroscopy | 1,262 | Sport Sciences Orthopedics Surgery | Q1 | 1,77 | Sport Science | Q1 |
| Borotikar et al. | Clinical Biomechanics | 2 | Sport Sciences Orthopedics | Q1 | 0,75 | Sport Science | Q1 |
| Guex et al. | Journal of Strength and Conditioning Research | 2,060 | Sport Sciences | Q2 | 1,22 | Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation | Q1 |
| Delvaux et al. | International Journal of Sports Medicine | 2,556 | Sport Sciences | Q2 | 1,1 | Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation | Q1 |
| Davis et al. | Journal of Strength and Conditioning Research | 1,13 | Sport Sciences | Q2 | 1,22 | Physical Therapy, Sport Therapy and Rehabilitation | Q1 |

Tabla 3. STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

| Autor | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | Total |
|-----------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Borotikar et a. 2008 | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI | 17/22 |
| Söderman et al. 2001 | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI | SI | NO | NO | NO | NO | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | SI | 15/22 |
| Hanson et al. 2008 | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | NO | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | NO | 16/22 |
| Brophy et al. 2010 | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | 16/22 |
| Landry et al. 2007 | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | NO | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | SI | 19/22 |

4. RESULTADOS

En este apartado se van a exponer los diferentes resultados de los estudios que se han incluido en la revisión. Se dividirá en 3 partes: 1) se analizará el protocolo de actuación de cada artículo, 2) se estudiarán las características específicas de la mujer en los artículos y 3) se analizarán los resultados obtenidos sobre fuerza y flexibilidad de los músculos isquiotibiales en los ensayos clínicos.

4.1 Protocolo de actuación

Analizando los artículos se ve que se investigan dos grandes incógnitas. La primera es observar en distintas acciones del juego las diferencias de movimientos y activaciones musculares en la extremidad inferior entre hombres y mujeres. La segunda es investigar la acción de diferentes ejercicios y estiramientos sobre la fuerza y la flexibilidad de los isquiotibiales.

- Acciones específicas

Todos los artículos están de acuerdo en que, tanto la alineación de la extremidad inferior como la actividad muscular en hombres y mujeres es diferente. Para analizarlo todos los autores utilizan acciones del juego en las que se acentúan los movimientos forzados, con el fin de observar las diferencias entre sexos. **Borotikar et al.** (41) analiza la cinemática tridimensional de la extremidad inferior en la fase de postura en tareas de aterrizaje con una sola pierna, realiza aterrizajes previstos e imprevistos con la ayuda de tres luces (cada luz indica un tipo de aterrizaje). Este método de las luces también es usado por **Landry et al.** (42). En este caso, la acción es correr y correr inesperadamente. Mediante las luces se indican cortes laterales y transversales entre 35 y 60º desde la dirección recta. **Hanson et al.** (43) añade al análisis de la carrera con cortes laterales, el análisis del apoyo de la extremidad inferior en un salto desde una caja de 30 cm seguido de un corte lateral. Por último, **Brophy et al.** (44) observa el comportamiento de la extremidad inferior durante dos patadas comunes en el fútbol divididas en 5 fases para realizar un análisis exhaustivo: patada lateral (golpea la cara medial del mediopie) y patada con empeine (golpea el dorso del pie).

Un factor importante a tener en cuenta en el análisis de la extremidad inferior al realizar acciones específicas es la fatiga ya que, parece influir en las lesiones en general porque disminuye la capacidad de realizar fuerza y potencia. Solo **Borotikar et al.** (41) la tiene en cuenta, realiza sentadillas entre los saltos hasta que el sujeto ya no puede realizar más sentadillas correctamente. Así, además de analizar el salto, analiza los efectos de la combinación de la fatiga con la toma de decisiones (luces) en los aterrizajes.

- Ejercicios y estiramientos

Todos los artículos coinciden en que el ejercicio excéntrico es el mejor para ganar fuerza en los músculos isquiotibiales. **Delvaux et al.** (45) propone cuatro ejercicios excéntricos para realizar así, un programa de entrenamiento completo y **Guex et al.** (46) analiza el momento de mayor sufrimiento de los isquiotibiales en el sprint y realiza dos ejercicios excéntricos para mejorar las características del músculo en esa fase.

Por otro lado, en el fútbol la resistencia es tan importante como la fuerza. Por ello, **Delextrat et al.** (47) comparó cuanto disminuía la fuerza excéntrica en los isquiotibiales después de un partido simulado, en sujetos que habían realizado un programa de fuerza excéntrica y en sujetos que habían realizado un programa de fuerza-resistencia excéntrica. Observo que la disminución de fuerza excéntrica era mayor en los sujetos que solo realizaban un programa de fuerza excéntrica.

Respecto a la flexibilidad según **Davis et al.** (48) para que esta mejore, después de analizar el estiramiento activo, pasivo y FNP, el mejor método es realizar estiramiento pasivo. También hay que decir que la flexibilidad pasiva mejora con los ejercicios excéntricos según **Delvaux et al.** (45) y **Guex et al.** (46).

Todos ellos sacan sus conclusiones tras seis o siete semanas de entrenamiento menos **Davis et al.** (48) que tan solo necesitó cuatro semanas para ver cambios en la flexibilidad de los isquiotibiales.

4.2 Características específicas de la mujer

Analizando los artículos se observa que tanto la anatomía como las activaciones musculares son distintas entre hombres y mujeres. Por ello, los factores de riesgo y las lesiones también son diferentes.

Primero se hablará de las posiciones anatómicas. Empezando por la cadera se observa que todos los artículos coinciden en que la cadera de la mujer tiende a la aducción y a la rotación interna. Esto se puede observar en carreras en línea recta según **Landry et al.** (42) y en aterrizajes previstos e imprevistos según **Borotikar et al.** (41), siendo las posturas más exageradas en los aterrizajes imprevistos. **Hanson et al.** (43) dice que glúteo menor y medio son los culpables de estas posiciones. Además, se encuentra según **Brophy et al.** (44) que no hay diferencias significativas en la oblicuidad de pelvis entre sexos.

Respecto a la rodilla, todos los artículos coinciden en que la rodilla de la mujer tiende a la rotación interna y a la abducción, tanto en carreras en línea recta (42) como en aterrizajes (41). Además, según **Hanson et al.** (43) estas posiciones de la rodilla sumadas a la anatomía de la cadera, llevan a que la mujer tienda al valgo de rodilla. **Borotikar et al.** (41) habla también de que la rodilla de la mujer es más laxa, esto es un factor de riesgo ya que obliga a los músculos a estabilizar la rodilla fuera de plano.

Esta biomecánica lleva a que todos los artículos coincidan en que la lesión más grave y frecuente en el deporte femenino sea la rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla. La rotación interna y la adducción de la rodilla generan más carga sobre este ligamento. **Brophy et al.** (44) habla de que las lesiones de LCA se producen mayoritariamente sin contacto. Esto se debe a un control deficiente de la cadera por falta de activación de glúteo medio, lo que provoca la aducción de cadera. La menor activación de los abductores de cadera lleva a la cadera a aducción y rotación interna de fémur, lo que provoca valgo de rodilla. Además, comenta que, por estas posiciones la mujer también sufre más de menisco y problemas femorrotulianos. **Landry et al.** (42) aporta que en las lesiones de LCA contribuyen la posición del cuerpo, la carga articular y la coordinación muscular. También dice que la lesión de LCA en mujeres es de 2 a 8 veces mayor que en hombres. Por último, según **Borotikar et al.** (41) hay mucha investigación sobre el control neuromuscular porque es algo que se puede

modificar en los estudios y en el laboratorio, pero luego es difícil extrapolar el estudio en laboratorio al campo. Con lo cual, hace falta otro tipo de estudios y más en campo que en laboratorio.

Otra diferencia importante entre sexos es la activación muscular, hay diferencias en las extremidades inferiores tanto a la hora de realizar golpes como a la hora de soportar el peso en carga. Todos coinciden en que, en las mujeres, la activación del cuádriceps es mucho mayor que la activación de isquiotibiales, esto es un factor de riesgo tanto en lesiones de los isquiotibiales como en lesiones de rodilla. Además, según **Borotikar et al.** (41) estos músculos tienen peores longitudes en aterrizajes por la biomecánica explicada anteriormente. Sin embargo, para el resto de activaciones musculares hay controversia. Según **Brophy et al.** (44) las mujeres durante el golpeo activan más que los hombres el glúteo mayor y el psoas iliaco y durante el soporte de peso activan menos el isquiotibial medial, el glúteo mayor y medio y el vasto medial del cuádriceps. **Hanson et al.** (43) dice que en carga no hay diferencias entre sexos en la activación de glúteo mayor y que el vasto lateral y el gastrocnemio medial se activan más en las mujeres. Por último, **Landry et al.** (42) aporta que tanto en corte transversal como en recto el gastrocnemio lateral se activa más que el medial y asocia este desequilibrio medio lateral a la estabilización de la rodilla. Además, asocia el desequilibrio medio lateral presente en los gastrocnemios y los isquiotibiales y no presente en el cuádriceps a que, los dos primeros tienen inserciones distintas y el cuádriceps tiene una inserción común.

También hay que tener en cuenta los factores de riesgo para sufrir una lesión por sobreuso o por un traumatismo. **Soderman et al.** (49) dice que hay más riesgo de lesión por sobreuso si tienes diferencias en la flexión dorsal de un tobillo respecto al otro sumado a diferencias en la flexibilidad de isquiotibiales. También dice que hay factores de riesgo para sufrir una lesión traumática como son la laxitud articular generalizada, la hiperextensión de rodilla o el bajo balanceo postural de las piernas. Por lo tanto, estos son factores de riesgo a estudiar en la mujer futbolista. Otro factor de riesgo es la fatiga, **Borotikar et al.** (41) habla de las consecuencias de la fatiga en la realización del deporte. Con la fatiga aumentan posiciones que son factores de riesgo para lesiones, como la rotación interna de cadera, rodilla y tibia y la abducción

de rodilla. Si a la fatiga se le suma la toma de decisiones, como puede ser un aterrizaje imprevisto, las posiciones todavía son más extremas y peligrosas.

4.3 Resultados hallados en los ensayos clínicos

En este apartado se analizarán los hallazgos obtenidos en los ensayos clínicos sobre fuerza y flexibilidad de los músculos isquiotibiales.

- Fuerza

Queda demostrado que el ejercicio que mejor funciona para mejorar la fuerza de los isquiotibiales es el excéntrico. Hay diferencia de opiniones en si lo más útil es realizar varios ejercicios de este estilo para realizar un entrenamiento completo, a qué velocidad deben realizarse y que peso se debe utilizar: el del propio cuerpo o cargas más elevadas.

Es cierto que según el objetivo a alcanzar hay que centrarse más en unos u otros aspectos de los que hemos nombrado. Aquí se muestran tres ejemplos de qué ejercicios hay que realizar para llegar a tres objetivos distintos. **Delvaux et al.** (45) buscaba mejorar factores de riesgo como flexibilidad, fuerza y relaciones funcionales. Así que, eligió un programa de cuatro ejercicios excéntricos durante seis semanas sin peso adicional, solamente realizados a la máxima intensidad. Consiguió mejorar los factores de riesgo, es decir, este programa es útil para prevenir lesiones, pero falta ver la utilidad en una población de riesgo. Por otro lado, **Guex et al.** (46) quería mejorar la fuerza excéntrica del isquiotibial en un momento específico de la carrera. Por ello eligió dos ejercicios de fuerza excéntrica realizados a velocidad lenta-moderada utilizando cargas elevadas. Demostró que la fuerza excéntrica mejoraba significativamente tanto en movimientos lentos, rápidos y angulares. Por último, **Delextrat et al.** (47) quería evitar la disminución de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales tras un partido de fútbol. Para ello reclutó a mujeres de un equipo de fútbol universitario y las dividió en dos grupos. Los dos grupos realizaban ejercicio excéntrico pero los parámetros de los ejercicios se diferenciaban en intensidad, número de repeticiones y duración del descanso. Siendo así un grupo de fuerza y otro grupo de fuerza-resistencia. Simuló el partido de fútbol con dos circuitos de 45

minutos cada uno y demostró que solo el ejercicio de fuerza resistencia reduce la disminución de la fuerza excéntrica tras un partido de fútbol simulado. En el grupo de fuerza se ganó más fuerza, pero tras el partido y la fatiga, esta fuerza disminuía significativamente.

- Flexibilidad

Tras el análisis de los artículos se obtienen dos conclusiones respecto a esta variable. La primera es que, realizando ejercicios excéntricos se aumenta la flexibilidad de los músculos isquiotibiales sin necesidad de realizar ejercicios específicos de estiramiento. Un ejemplo claro es el estudio de **Delextrat et al.** (47) donde tras las seis semanas se observan cambios en la flexibilidad pasiva de los sujetos. Se explica que la flexibilidad activa no mejora porque los ejercicios no se realizan a gran velocidad y para aumentar el rango articular hay que realizar los ejercicios a alta velocidad. También piensa que se gana más flexibilidad en los ejercicios excéntricos si se combina la flexión de cadera y la extensión de rodilla.

La segunda conclusión es que el estiramiento pasivo estático es el que más mejoría de flexibilidad produce comparado con otros estiramientos como son el activo o FNP. **Davis et al.** (48) dice que esto ocurre con el estiramiento pasivo lento porque facilita la activación de las células de Golgi y puede producir inhibición en el músculo que se estira. Además, añade que, la efectividad de la técnica depende de la duración del programa. Es decir, con dos semanas de duración no se aprecian cambios, pero con cuatro semanas los cambios ya son significativos.

Tabla 4. Resumen de los estudios incluidos en la revisión bibliográfica.

| Autor/Año | Sujetos | Tipo de ejercicio | Parámetros: duración, tiempo, intensidad | Objetivos- Hipótesis | Resultados |
|------------------------------|---|--|--|--|--|
| Borotikar et al. 2008 | 24 mujeres de la 1 división de NCAA (fútbol, baloncesto y voleibol) | Aterrizaje seguido de tarea imprevista. Sentadillas entre los aterrizajes. | Aterrizar al ver una luz (tres luces, tres actividades) Duración: la sujeto no puede completar más sentadillas. | Examinar efectos de fatiga neuromuscular + la toma de decisiones en la cinemática del MI. La fatiga y los aterrizajes imprevistos aumentarán las posturas extremas. | Fatiga + aterrizajes imprevistos: <ul style="list-style-type: none"> • Cadera: ↓ flexión en contacto inicial y ↑ rotación interna • Rodilla: ↑ abd y rotación interna • Tobillo: ↑ supinación |
| Brophy et al. 2010 | 13 hombres 12 mujeres universitarios | 5 patadas laterales 5 patadas con empeine | Contracciones isométricas → patadas de calentamiento → patadas para medir | Comprender papel de las patadas en las lesiones. Comparar alineación y activación muscular de MI en patadas entre sexos. | Cadera mujer ↑ add Diferencias significativas en activación muscular: glúteo mayor y medio, iliacos, isquiotibial medial y vasto medial |
| Delvaux et al. 2020 | 28 hombres, practican deporte amateur que tiene acciones de carrera | 4 ejercicios excéntricos de isquiotibiales | 15 sesiones 6 semanas 2 minutos de descanso entre series Resistencia del propio cuerpo a la máxima intensidad | Investigar la influencia de un programa excéntrico de isquiotibiales en campo sobre fuerza y flexibilidad (pasiva y activa) | ↑ flexibilidad pasiva ↑ fuerza no cambios en flexibilidad activa |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|---|--|---|--|
| <p>Guex et al. 2016</p> | <p>7 hombres 13 mujeres Velocistas nivel nacional</p> | <p>Entrenamiento habitual + ejercicios de isquiotibiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extensión excéntrica de rodilla • Flexión excéntrica de cadera | <p>Semana 1: 2x12 al 80% 1 RM Semana 2: 2x10 al 90% 1RM Semana 3: 2x8 al 100% 1RM Semana 4: 3x10 al 90 % 1RM Semana 5: 3x8 al 100% 1RM Semana 6: 3x6 al 110% 1RM</p> | <p>Un entrenamiento adicional excéntrico de isquiotibiales en la fase de balanceo de la carrera, realizado al inicio de la temporada, es más eficiente para mejorar la fuerza, la propiocepción, el ángulo óptimo y la flexibilidad que un programa sin ejercicios excéntricos.</p> | <p><u>Grupo excéntrico:</u> ↑ de la fuerza menos en Q con 60.</p> <p><u>Grupo control:</u> ↑ de la fuerza menos en H con 60, H con 240 y Q con 60</p> |
| <p>Hanson et al. 2008</p> | <p>20 hombres 20 mujeres División 1 NCAA, fútbol universitario</p> | <p>Correr recto + giro lateral de 60º</p> <p>Salto + apoyo en suelo + girar 60º lateralmente</p> | <p>5 ensayos de cada prueba 30 segundos de descanso entre ellas</p> | <p>Comparar activaciones musculares en carrera y salto de caja entre sexos. Determinar si las activaciones están influenciadas por el tipo de tarea. Mujeres: activarán más cuádriceps y menos isquiotibiales, glúteo medio y mayor.</p> | <p><u>Activación muscular</u> en mujeres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ↑ de vasto lateral • ↑ coactivación de cuádriceps-isquiotibiales • ↑ de glúteo medio durante fase preparatoria. <p>Salto es la tarea que requiere más activación.</p> |
| <p>Landry et al. 2007</p> | <p>21 hombres 21 mujeres Jugadores de fútbol adolescentes</p> | <p>Correr en pista de laboratorio</p> | <p>Corte lateral o transversal (35-60º) provocados por una luz</p> | <p>Medir y comparar la respuesta neuromuscular, cinética y cinemática de MI para correr y correr inesperadamente. Habrá diferencias entre sexos y entre músculos mediales y laterales.</p> | <p><u>Activación muscular</u> en mujeres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ↑ de gastrocnemio lateral que medial. • ↓ de isquiotibial lateral que medial • ↑ de recto femoral <p><u>Posiciones anatómicas</u> en mujeres:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cadera: ↑ add. Aterrizaje con ↑ rotación externa. • Rodilla: tienden a ↑ extensión • Tobillo: ↑ ángulo de eversión |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|---|--|
| <p>Soderman et al. 2001</p> | <p>221 jugadoras de 13 equipos de segunda y tercera división sueca</p> | <p>Mediciones generales: hiperextensión, laxitud, grados de movimiento.</p> | | <p>Estudiar posibles factores de riesgo en mujeres futbolistas</p> | <p><u>Lesiones traumáticas:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • laxitud generalizada +↓ balanceo postural de piernas • hiperextensión de rodilla • ↓ relación H/Q <p><u>Lesiones por uso excesivo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • diferencias de lado en dorsiflexión de tobillo + diferencia de flexibilidad de isquiotibiales relación H/Q ↑ durante acción concéntrica |
| <p>Delextrat et al. 2018</p> | <p>21 mujeres de equipo universitario</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Flexión de rodilla • Extensión de cadera con rodilla fija <p>Protocolo de partido simulado para producir fatiga</p> | <p>7 semanas 3 veces/semana</p> <p><u>Grupo fuerza:</u> -3-5 series de 6 1RM -3 min descanso entre series Ir aumentando carga y volumen</p> <p><u>Grupo fuerza-resistencia:</u> -3 series de 12-20 repeticiones -45-90 s de descanso entre series Ir reduciendo tiempos de descanso</p> | <p>Comparar efectos de una intervención de fuerza-resistencia y otra de fuerza en la disminución de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales después de un partido de fútbol simulado. La intervención fuerza-resistencia si realizará esa disminución.</p> | <p><u>Grupo fuerza:</u> ↓ significativa de fuerza excéntrica de isquiotibiales en las dos piernas tras el partido y tras la intervención.</p> <p><u>Grupo fuerza-resistencia:</u> ↓ de fuerza excéntrica de isquiotibiales tras el partido, pero no tras la intervención</p> <p>↓ de fuerza concéntrica de isquiotibiales en ambos grupos tras el partido y tras la intervención</p> |
| <p>Davis et al. 2005</p> | <p>11 hombres 8 mujeres voluntarios con tensión en isquiotibiales</p> | <p>Estiramientos isquiotibiales:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. activo 2. pasivo 3. FNP-R (+ contracción concéntrica de cuádriceps durante 10 segundos) 4. Control | <p>4 semanas 3 días / semana 30 segundos</p> <p>Estiramiento fuerte pero tolerable</p> | <p>Comparar la efectividad de 3 técnicas de estiramiento en adultos jóvenes sanos</p> | <p>La efectividad depende del tiempo de intervención:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 semanas: no cambios • 4 semanas: solo el grupo 2 muestra mejoría de la longitud significativa respecto al grupo control. |

5. DISCUSIÓN

La lesión de los isquiotibiales es muy frecuente en deportes que implican carrera a alta velocidad, salto y patadas (1,2,7) como, por ejemplo, el fútbol. Para el estudio de prevención de estas lesiones hay que tener en cuenta el comportamiento de la extremidad inferior en los lances del juego más forzados como son los aterrizajes, los cambios de dirección o los golpes al balón. Además, es importante tener en cuenta la influencia de la fatiga, ya que esta modifica el patrón de movimiento del cuerpo y disminuye la capacidad de realizar los movimientos con una buena técnica (24).

El ejercicio que mejores resultados proporciona es el ejercicio excéntrico tanto para mejorar la fuerza como para mejorar la flexibilidad. También para la mejora de la flexibilidad el estiramiento pasivo da buenos resultados (48). Cabe destacar que hay que realizar los ejercicios en función de la característica que se quiera mejorar (34), regulando el tipo de ejercicio, la carga o la velocidad.

La mayoría de las distensiones de los isquiotibiales se producen durante las acciones musculares excéntricas, cuando la actividad muscular es máxima (50). Por ellos los ejercicios excéntricos son los más utilizados en los programas de prevención de lesiones de los músculos isquiotibiales. Se eligen estos ejercicios porque son efectivos para mejorar tanto la fuerza como la flexibilidad pasiva del músculo. Por ejemplo, Devaluex et al. (45) con un programa de cuatro ejercicios excéntricos en los que solo se utilizaba la resistencia del propio cuerpo mejoró en 6 semanas la fuerza y la flexibilidad pasiva de los músculos isquiotibiales. Otro estudio que corrobora la utilidad de estos ejercicios es el estudio de Guex et al. (46). En este estudio se añaden en el inicio de la temporada 2 ejercicios excéntricos de los isquiotibiales al entrenamiento habitual. También se realizó durante 6 semanas en las cuales se iba aumentando la carga de trabajo, por ejemplo, en la semana 2 se realizaban dos series de 10 repeticiones al 90% del 1 RM y en la semana 5 se realizaban 3 series de 8 repeticiones al 100% del 1 RM. Con este proyecto se observó que el grupo que realizaba los ejercicios excéntricos mejoró la fuerza, la propiocepción, el ángulo óptimo de fuerza y la flexibilidad respecto al grupo control que solo realizaba el entrenamiento habitual. También se encuentran estudios que realizan entrenamiento excéntrico durante toda la temporada y observan disminución de las

lesiones por distensión de los isquiotibiales durante esa temporada y las temporadas siguientes. Arnason et al. (35) en este estudio combina un calentamiento de contracción-relajación con el ejercicio nórdico de isquiotibiales. Durante 5 semanas la carga de los ejercicios fue aumentando hasta que se les pidió realizar a los jugadores 3 series de 12,10 y 8 repeticiones. Lo repetían 3 veces por semana en pretemporada y 1 o 2 veces por semana durante la temporada. Incluso hay estudios que demuestran la efectividad de estos ejercicios en patología crónica. En un grupo de 120 sujetos con dolor de codo de tenista de más de 3 meses de evolución se demostró que el ejercicio excéntrico respecto al ejercicio concéntrico tuvo una reducción más rápida del dolor tanto durante la contracción como durante la elongación. El grupo que realizaba ejercicio excéntrico también tuvo un mayor aumento de fuerza respecto al grupo que hacía ejercicio concéntrico. Hicieron falta 2 meses para encontrar resultados y estos perduraron durante los 12 meses de seguimiento del estudio (51).

Tanto la flexibilidad como la disminución del ROM se incluyen como factores de riesgo para las lesiones de los músculos isquiotibiales (52,53). En la literatura se encuentran varias maneras de mejorar estas características en los músculos isquiotibiales. Junker y Stoggl (54) realizaron un programa en 3 grupos de intervención de 3 sesiones de entrenamiento por semana durante 4 semanas. El primer grupo realizó trabajo con el rodillo de espuma en decúbito supino, el segundo grupo realizó trabajo de estiramiento con el método FNP y el tercer grupo era el grupo control. Los dos primeros grupos mejoraron sus parámetros de ROM y flexibilidad al final de la intervención. Otro método para mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales es el uso de técnicas de neurodinámica. Castellote-Caballero et al. (55) realizó un estudio a lo largo de una semana en el que los futbolistas recibieron tratamiento con técnicas de neurodinámica en 3 días diferentes. Este proyecto mejoró la flexibilidad de los isquiotibiales en jugadores de fútbol. Observando más a fondo la literatura se encuentra que un método muy efectivo para mejorar la flexibilidad de los isquiotibiales es el estiramiento pasivo. Davis et al. realizó una comparación entre 3 técnicas de estiramiento durante 4 semanas 3 días por semana. El primer grupo realizó estiramiento activo, el segundo estiramiento pasivo, el

tercero la técnica de FNP y el cuarto era el grupo control. Tras 2 semanas de intervención no observó cambios, pero tras las 4 semanas de intervención solo el grupo que realizaba estiramiento pasivo mejoró la longitud de los isquiotibiales respecto al grupo control. Marshall et al. también demuestra la efectividad del estiramiento pasivo sobre la flexibilidad. Con la realización de estiramiento pasivo realizado 5 días a la semana durante 4 semanas mejoró la extensibilidad de los isquiotibiales y disminuyó la rigidez pasiva. Cabe destacar que Marshall et al. (56) utilizó dos estiramientos pasivos para los isquiotibiales y dos estiramientos pasivos suplementarios de cadera.

El entrenamiento de la flexibilidad por si sola mejora la elongación y el ROM de los músculos isquiotibiales, pero no disminuye la lesión por distensión de estos. Arnason et al. (35) en su estudio también realiza trabajo de flexibilidad activa sumado al calentamiento de contracción-relajación. Con ellos demuestra que el trabajo de la flexibilidad con entrenamiento activo no mejora por si sola las lesiones por distensión de los músculos isquiotibiales

Hay que tener en cuenta que las intervenciones de prevención, tanto de fuerza como de flexibilidad, se realizan en sujetos activos pero sanos, con lo cual, sería interesante observar si los efectos encontrados también son útiles en deportistas con ciertas disimetrías o patologías de miembro inferior.

Otro aspecto importante a tener en cuenta en los programas de prevención es la fatiga, ya que, es un factor de riesgo para la producción de lesiones (57). La resistencia es importante para ser capaces de generar fuerza cuando existe fatiga, por ello el entrenamiento de fuerza-resistencia ha demostrado dar mejores resultados que el entrenamiento único de fuerza. Delextrat et al. (47) realizó una intervención en la que participaban 2 grupos, uno de fuerza y otro de fuerza-resistencia, el proyecto duró 7 semanas y el protocolo se realizaba 3 veces por semana. Tras la finalización de las semanas de entrenamiento se observó que, tras un partido simulado, en el grupo de fuerza-resistencia la disminución de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales era menor que en el grupo de fuerza.

En la literatura se ha demostrado que cuando el objetivo es la hipertrofia muscular, la combinación de series de intensidad moderada con intervalos de descanso entre

30 y 60 segundos podrían ser más eficaces que descansos de mayor duración. Se demuestra indirectamente que los intervalos de descanso cortos aumentan la resistencia muscular (58).

Por otro lado, un aspecto importante que se trata en esta revisión bibliográfica es la biomecánica y la alineación de la mujer deportista, especialmente de la mujer futbolista. Se realiza una búsqueda específica porque las características de la mujer y el hombre son diferentes, la mujer tiene una mayor anchura de pelvis, anteversión pélvica, valgo dinámico de rodilla o hiperlaxitud generalizada (15,17,18). Además, tiene características fisiológicas específicas, que también influyen en el rendimiento deportivo, como, por ejemplo, el ciclo menstrual (17). Por todo ello, la mujer tendrá factores de riesgo diferentes, activaciones musculares diferentes y, como consecuencia, lesiones diferentes (41,42,43,44).

En la literatura se encuentran más estudios en hombres que en mujeres, sobre todo si se habla de fútbol. Además, es más común encontrar estudios que comparen sujetos de ambos sexos que estudios que realicen el estudio únicamente en sujetos de sexo femenino. También hay estudios que utilizan sujetos de ambos sexos pero a la hora de analizar los resultados no lo tienen en cuenta, por ejemplo los estudios de Guex et al (46) o Davis et al. (48). El primero simplemente quiere observar si hay mejoras de fuerza excéntrica o no en el grupo total de participantes y el segundo solo busca comparar los efectos de 3 técnicas de estiramiento en el grupo total de participantes. Además, ninguno de los dos tiene en cuenta si el número de hombres y mujeres es el mismo, en el caso de Guex et al (46) hay más sujetos mujeres que hombres y en el caso de Davis et al ocurre al revés. En los estudios en los que se analiza únicamente a mujeres, muchas veces se estudia un gesto deportivo o la mejora de una característica importante para el deporte, pero se utilizan ejercicios que han funcionado en hombres sin tener en cuenta que la mujer, al tener características diferentes al hombre, probablemente necesite adaptaciones en esos ejercicios para conseguir el máximo rendimiento posible. Por ejemplo, Delextrat et al (47) analiza cuál es el mejor entrenamiento para no disminuir la capacidad de realizar fuerza excéntrica en fatiga, pero en su protocolo de ejercicios no se refleja ninguna característica específica de la mujer. Cabe destacar que los estudios que más

abundan en los que solo participan mujeres, son los que analizan factores de riesgo de lesión.

Todo ello implica que se pueden extraer conclusiones para la mujer de estudios comparativos con el hombre, pero por sus características específicas hacen falta más estudios que abarquen las particularidades de la mujer. Además, es importante tener en cuenta que si se realiza un estudio en sujetos de ambos sexos a la hora de analizar los resultados hay que tener en cuenta los porcentajes de hombres y mujeres estudiados, ya que, por ejemplo, el tipo de ejercicio estudiado puede ser efectivo para ellos, pero para ellas no o viceversa.

5.1 Limitaciones

La principal limitación de esta revisión bibliográfica ha sido encontrar estudios que realizaran trabajo de prevención de los músculos isquiotibiales, tanto de fuerza como de flexibilidad, específicos para la mujer futbolista. No se ha encontrado ningún artículo que realizara este trabajo, solo se han encontrados estudios que analizaban la biomecánica de la extremidad inferior en la realización de gestos deportivos como el aterrizaje o el golpe. Además, la mayoría de artículos encontrados no analizaban a la mujer, sino que la comparan con los resultados obtenidos en los hombres.

Otra limitación ha sido encontrar estudios realizados en mujeres futbolistas de alto nivel. Solo se han encontrado estudios en futbolistas de divisiones menores o en jugadoras de fútbol universitarias.

Para futuras investigaciones sería interesante realizar trabajos de prevención para los músculos isquiotibiales teniendo en cuenta las características que diferencian a la mujer del hombre. Realizar estas investigaciones es posible ya que hay bastantes artículos que estudian los factores de riesgo de las mujeres, falta llevar a la práctica los hallazgos de esos artículos con el fin de minimizar el riesgo de lesión de la mujer futbolista.

6. CONCLUSIONES

1. Los músculos isquiotibiales se lesionan con facilidad en deportes que implican velocidad alta, salto o cambios de direcciones por las fuerzas extremas excéntricas que deben realizar estos músculos en esos gestos deportivos.
2. El entrenamiento excéntrico es el mejor medio para mejorar la fuerza de los músculos isquiotibiales. Este entrenamiento también sirve para mejorar la flexibilidad de estos músculos.
3. Dentro de las diferentes formas en las que puede mejorarse la flexibilidad, el estiramiento pasivo es el más indicado para aumentar la elongación de los músculos isquiotibiales.
4. La mujer y el hombre tienen características anatómicas distintas, por lo tanto, la biomecánica, la alineación de miembro inferior y la activación muscular entre ambos también es distinta.
5. La mujer, por sus características y biomecánica, es más propensa que el hombre a sufrir lesiones de tipo articular y ligamentoso en la rodilla, en las cuales, los isquiotibiales están implicados.
6. No existen protocolos de prevención de fuerza y/o flexibilidad de los músculos isquiotibiales específicos para la mujer futbolista.

7. PROPUESTA

7.1 Introducción

En el fútbol las lesiones más comunes son lesiones de rodilla, pubalgias o lesiones de aductores, lesiones de tobillo, lesiones de isquiotibiales y lesiones de cuádriceps. La incidencia lesional es de 8 horas por cada 1000 y el número de lesiones en los partidos es 4 veces mayor que en los entrenamientos. Aunque las lesiones ligamentosas sean las más graves, las lesiones más comunes y con mayor número de recidivas son las musculares (59). El fútbol es un deporte donde la fatiga influye en la incidencia lesional, se observan más lesiones en los últimos minutos de ambas partes de los partidos. Además, las lesiones también aumentan en el inicio de la segunda parte, probablemente debido a la falta de activación antes del comienzo de la segunda parte del partido (60).

En deportes como el fútbol, que implican alta velocidad y patadas, la lesión de los músculos isquiotibiales es muy frecuente (1,7). Además, es una lesión que tiene una alta tasa de recidivas (12-33%) (32,33). El mecanismo más común de lesión es la carrera a alta velocidad donde los isquiotibiales, al ser músculos biarticulares, tienen que realizar un ciclo de alargamiento-acortamiento rápido y extremo (1,2). Se pueden establecer 3 grados de lesión en estos músculos: leve, moderado y grave. Van desde un sobreestiramiento del músculo hasta la rotura completa de este (1). Las lesiones también se pueden dividir en 3 tipos, de menor a mayor gravedad: lesión miofascial, lesión músculo-tendón, lesión intratendón (61). El músculo que más se lesiona es el bíceps femoral (2). Esto es así porque el bíceps femoral tiene menos brazo de palanca respecto al semitendinoso y al semimembranoso, por lo tanto, tiene desventaja mecánica a iguales fuerzas (62).

La contracción excéntrica es en la que los isquiotibiales sufren más lesiones (1). Los músculos están activados y deben alargarse, si alcanzan una longitud superior a la óptima en esa acción excéntrica se producirá la lesión (34). Con lo cual, en los programas de prevención se deben realizar ejercicios para mejorar la capacidad de realizar acciones excéntricas y disminuir, así, el riesgo de lesión. Se ha demostrado que los ejercicios excéntricos son útiles para mejorar la fuerza y la flexibilidad pasiva

de los isquiotibiales (45) por lo tanto, estos ejercicios son útiles para mejorar dos características del músculo que influyen en las lesiones. Además de realizar ejercicios de fuerza se deben realizar ejercicios de aumento de la elongación muscular porque padecer un déficit en la elasticidad del músculo se considera factor de riesgo para sufrir lesiones (7). Hay que tener en cuenta que la flexibilidad del músculo se puede mejorar de varias maneras (48). Pero el trabajo de la flexibilidad por sí sola no disminuye el riesgo de lesión, por lo tanto, en el programa de prevención se debe combinar este trabajo con el trabajo de la fuerza (35).

Como ocurre en el fútbol masculino las lesiones de los músculos isquiotibiales también son frecuentes en el fútbol femenino. Además, estos músculos se insertan en la rodilla, que es la articulación que sufre una de las lesiones más comunes y graves en el fútbol femenino como es la rotura del ligamento cruzado anterior (18). Hay que tener en cuenta que la pelvis femenina es distinta a la masculina, la pelvis de la mujer es más ancha y tiende a la anteversión tanto en la bipedestación como en la marcha (16). La rodilla de la mujer también tiene características distintas a la del hombre, es más laxa, tiende a la extensión en el aterrizaje monopodal y tiende a valgo dinámico (17,18). Los isquiotibiales tienen influencia en estas dos articulaciones, por lo tanto, las características distintas de la mujer en la pelvis y en la rodilla influirán en las lesiones de estos músculos y en el trabajo de prevención de los mismos.

En definitiva, en el fútbol hay que trabajar la fuerza excéntrica y la flexibilidad de los isquiotibiales, ya que, es una lesión frecuente y con una alta tasa de recidivas. Además, hay que tener en cuenta las características diferentes de la pelvis y de la rodilla femenina para trabajar la musculatura de forma específica y eficiente. Para ello se consideraron factores a tener en cuenta en estos ejercicios adaptados a la mujer la mayor anchura de pelvis y la tendencia al valgo de la mujer. Se pensó que había que acompañar el trabajo de los isquiotibiales con el trabajo de los abductores de cadera con el fin de evitar la tendencia al valgo de rodilla y, como consecuencia, la activación de los isquiotibiales y los aductores en la realización del ejercicio. Además, los isquiotibiales tendrían un patrón biomecánico distinto si a la tendencia al valgo de rodilla le sumamos la anchura de la pelvis. Para la activación de los abductores en los ejercicios se colocó una goma elástica en las rodillas de la jugadora

y esta tenía que realizar fuerza hacia la abducción mientras realizaba los ejercicios. También, en el ejercicio nórdico, se pidió a la jugadora que realizara anteversión pélvica antes de comenzar a realizar el ejercicio. Esto se consideró útil porque, de esta manera, los isquiotibiales no comenzarían el ejercicio en una posición de acortamiento. El objetivo de los ejercicios era la correcta activación analítica de los isquiotibiales con el fin de que los isquiotibiales se activen correctamente durante el juego.

7.2 Metodología

Al inicio se registró el sexo, la edad, la altura y el peso de las participantes. Además, se apuntaron varios datos de las jugadoras: horas de entrenamiento a la semana, lesiones previas en los isquiotibiales y en caso de haber sufrido lesión antigüedad de la lesión, lesiones previas en la extremidad inferior y qué lesión. También se recogió el valor de la distancia del cóndilo al maléolo para poder normalizar la fuerza posteriormente.

MEDICIONES

Fuerza de isquiotibiales:

- Posición del sujeto: Paciente sentado en la camilla con caderas y rodillas a 90°. Mantener constante el apoyo de todo el muslo sobre la camilla y no permitir ejercer fuerza con las extremidades superiores a la camilla (puede permitirse el apoyo para la estabilidad, pero no generar fuerza).
- Posición del dinamómetro: Dinamómetro fijado con cincha en la parte posterior del tobillo 2,5cm por encima de los maléolos. Ejecutar una fuerza de flexión de rodilla máxima durante 5 segundos y registrar el valor más alto. 3 repeticiones con un descanso mínimo de 1min.



Figura 1. Medición de fuerza de isquiotibiales

Flexibilidad de isquiotibiales:

- Posición del sujeto: Paciente supino en la camilla con posición neutra de piernas. Brazos apoyados en la camilla a lo largo del cuerpo.
- Acción del fisioterapeuta: Llevar la cadera a máxima flexión con la rodilla flexionada. En esa posición extender la rodilla lo máximo posible.
- Posición del inclinómetro: Tuberosidad anterior de la tibia



Figura 2. Medición de flexibilidad de isquiotibiales

Sprint:

Se realizarán 3 sprint de 20 metros con 5 minutos de descanso entre ellos. Se medirá el tiempo que tardarán en recorrer la distancia.

EJERCICIOS DE FUERZA

- Nórdico: sujeto de rodillas en el campo con el tronco erguido. Una compañera le sujeta los tobillos para que no pueda levantar las piernas mientras flexiona su cuerpo hacia el suelo. Tendrá una goma elástica en las rodillas para realizar fuerza con los abductores de cadera mientras realiza el ejercicio. Además, antes de empezar a flexionar el cuerpo debe realizar anteversión pélvica.



Figura 3. Ejercicio nórdico de fuerza

- Excéntrico con pelota: sujeto supino en el campo con los pies apoyados en la pelota. Tendrá una goma elástica en las rodillas para realizar fuerza con los abductores de cadera mientras realiza el ejercicio. Deberá levantar su pelvis y en esta posición, acercar y alejar la pelota de su cuerpo mediante el movimiento de sus piernas. Alejará la pelota de su cuerpo despacio y la acercará rápidamente.



Figura 4. Ejercicio de fuerza con pelota

Se realizarán 2 días por semana. 2 series de 8 repeticiones, 45 segundos de descanso entre series y ejercicios.

ESTIRAMIENTO PASIVO DE ISQUIOTIBIALES

Paciente con la pierna del isquiotibial que no se va a estirar con flexión de rodilla apoyada en el suelo. La pierna en la que se va a realizar el estiramiento está extendida con el talón apoyado sobre una superficie deslizante. El tronco está erguido. Deslizar la pierna sobre la superficie deslizante y flexionar el tronco. Se puede ayudar de algún objeto en el lado contrario a realizar el estiramiento para no perder el equilibrio.

Mantener la posición 30 segundos. 1 repetición. El ejercicio se realizará todos los días de la semana.



Figura 5. Estiramiento pasivo

TIPO DE ESTUDIO: Estudio intrasujeto

- Momentos de medición:
 - Medición base: servirá para describir la muestra y como base para comparar con la segunda medición y establecer un control
 - Medición post-intervención: al finalizar las 8 semanas de intervención
- Variables en los diferentes momentos de medición: todas las variables susceptibles de verse modificadas con la intervención

7.3 Resultados

Se realizó el análisis estadístico mediante el programa IBM SPSS Statistics for Windows, Versión 26.0. (Armonk, NY: IBM Corp).

Para la descripción de las variables principales del estudio se presentan la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo al ser todas variables cuantitativas.

Se utilizó la prueba de los rangos de Wilcoxon para el análisis comparativo de muestras relacionadas al no considerarse la distribución normal de las variables por el bajo número de sujetos.

VALORES DEMOGRÁFICOS

Con respecto a las variables demográficas de la muestra la estatura media fue de 163,85cm con una desviación estándar de 3,98cm un mínimo de 156cm y un máximo de 171cm y el peso medio fue de 62,92kg con una desviación estándar de 6,99kg un mínimo de 54kg y un máximo de 80kg.

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|----------------------|----|--------|--------|----------|---------------------|
| Altura | 13 | 156,00 | 171,00 | 163,8462 | 3,97589 |
| Peso | 13 | 54,00 | 80,00 | 62,9231 | 6,99359 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

VALORES AL INICIO DEL ESTUDIO

En relación con las principales variables operacionales del estudio al inicio la fuerza media de la pierna derecha fue de 222,93 con una desviación estándar de 35,07 y un mínimo de 168,10 y un máximo de 277,22. En el caso de la pierna izquierda la fuerza media fue de 218,23, una desviación estándar de 37,09 y un mínimo de 156,41 y un máximo de 218,23.

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|-------------------------------|----|--------|--------|----------|---------------------|
| Fuerza de la pierna derecha | 13 | 168,10 | 277,22 | 222,9323 | 35,07094 |
| Fuerza de la pierna izquierda | 13 | 156,41 | 269,42 | 218,2262 | 37,09554 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

Con respecto a la longitud de los isquiotibiales medida mediante la técnica de estiramiento, la media para la pierna derecha fue de 82,61° con una desviación estándar de 9,06°, un mínimo de 68° y un máximo de 102°. Para la pierna izquierda la media fue de 81,08°, una desviación típica de 8,09°, un mínimo de 67° y un máximo de 98°

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|-------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------------|
| Flexibilidad de la pierna derecha | 13 | 68,00 | 102,00 | 82,6154 | 9,06034 |
| Flexibilidad de la pierna izquierda | 13 | 67,00 | 98,00 | 81,0769 | 8,08766 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

Para el sprint de 20m, la media fue de 3,87 segundos con una desviación estándar de 0,21 segundos, un mínimo de 3,61s y un máximo de 4,22s.

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|----------------------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| Velocidad en 20m | 13 | 3,61 | 4,22 | 3,8715 | ,21295 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

VALORES AL FINAL DEL ESTUDIO

En relación con las principales variables operacionales del estudio al final la fuerza media de la pierna derecha fue de 234,38 con una desviación estándar de 45,59 y un mínimo de 175,42 y un máximo de 321,13. En el caso de la pierna izquierda la fuerza media fue de 255,2, una desviación estándar de 44,53 y un mínimo de 197,04 y un máximo de 307,5.

Estadísticos descriptivos

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|-------------------------------|----|--------|--------|----------|---------------------|
| Fuerza de la pierna derecha | 13 | 175,42 | 321,13 | 234,3846 | 45,59431 |
| Fuerza de la pierna izquierda | 13 | 197,04 | 307,50 | 255,2000 | 44,53427 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

Con respecto a la longitud de los isquiotibiales medida mediante la técnica de estiramiento, la media para la pierna derecha fue de 88,54° con una desviación estándar de 8,72°, un mínimo de 74° y un máximo de 104°. Para la pierna izquierda la media fue de 90,31°, una desviación típica de 6,86°, un mínimo de 79° y un máximo de 101°

Estadísticos descriptivos

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|-------------------------------------|----|--------|--------|---------|---------------------|
| Flexibilidad de la pierna derecha | 13 | 74,00 | 104,00 | 88,5385 | 8,72368 |
| Flexibilidad de la pierna izquierda | 13 | 79,00 | 101,00 | 90,3077 | 6,86033 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

Para el sprint de 20m, la media fue de 3,78 segundos con una desviación estándar de 0,17 segundos, un mínimo de 3,57s y un máximo de 4,10s.

Estadísticos descriptivos

| | N | Mínimo | Máximo | Media | Desviación estándar |
|----------------------|----|--------|--------|--------|---------------------|
| Velocidad en 20m | 13 | 3,57 | 4,10 | 3,7831 | ,16992 |
| N válido (por lista) | 13 | | | | |

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL INICIO Y EL FINAL DEL ESTUDIO

Para el análisis comparativo de las principales variables operacionales del estudio, se utilizó el estadístico T de Wilcoxon al asumirse que las variables se distribuían de forma no-normal por ser una muestra reducida y por tratarse de dos muestras relacionadas.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas para todas las variables de estudio salvo para la fuerza en la pierna derecha a favor del segundo momento de medición.

| | Estadísticos de prueba ^a | | | | |
|------------------------|---|---|---|---|-------------------------------------|
| | Fuerza de la pierna derecha - Fuerza de la pierna izquierda | Fuerza de la pierna izquierda - Fuerza de la pierna derecha | Flexibilidad de la pierna derecha - Flexibilidad de la pierna izquierda | Flexibilidad de la pierna derecha - Flexibilidad de la pierna izquierda | Velocidad en 20m - Velocidad en 20m |
| Z | -1,503 ^b | -3,110 ^b | -2,590 ^b | -3,061 ^b | -2,342 ^c |
| Sig. asin. (bilateral) | ,133 | ,002 | ,010 | ,002 | ,019 |

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

c. Se basa en rangos positivos.

TABLA RESUMEN

A continuación, se resumen los resultados detallados en todo este apartado en una única tabla:

| Variabes | Valor Medio al Inicio (DE) | Valor Medio al Final (DE) | p |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|--------|
| Fuerza pierna derecha | 222,93 (35,07) | 234,38 (45,59) | 0,133 |
| Fuerza pierna izquierda | 218,23 (37,09) | 255,20 (44,53) | 0,002* |
| Flexibilidad pierna derecha | 82,61 (9,06) | 88,54 (8,72) | 0,010* |
| Flexibilidad pierna izquierda | 81,08 (8,09) | 90,31 (6,86) | 0,002* |
| Velocidad sprint 20m | 3,87 (0,21) | 3,78 (0,17) | 0,019* |

*Diferencias estadísticamente significativas

CUESTIONARIO

Se realizó un cuestionario con el fin de realizar una valoración subjetiva por parte de las jugadoras del programa de ejercicios. Un 33,3% de ellas informaron haber tenido alguna molestia tras la realización de los ejercicios de fuerza mientras que tan sólo un 22,2% de las jugadoras informaron sobre algún dolor en los isquiotibiales a lo largo de las 8 semanas de intervención que no les hizo tener que parar ni el entrenamiento ni la competición. Un 44,4% de las jugadoras subjetivamente percibió una mejoría en su fuerza y/o flexibilidad de los isquiotibiales durante la intervención y un 66,7% informó sobre mayor fatiga en el ejercicio nórdico. Es importante destacar que el 100% de las jugadoras afirmó nunca haber recibido un programa de intervención específico centrado en la mujer futbolista.

7.4 Discusión

Esta intervención de prevención de lesiones de isquiotibiales en mujeres futbolistas formada por dos ejercicios excéntricos comunes adaptados a la mujer más la realización de un estiramiento pasivo, ha demostrado mejorar la fuerza y flexibilidad de los músculos isquiotibiales. También se ha demostrado que, con esta intervención, hay mejoras en el sprint de 20 metros. Todas las mejoras han sido significativas excepto la fuerza de la pierna derecha.

Se han descrito las variables de altura y peso como variables demográficas de la muestra del estudio. Los resultados han sido una media de 163,85 +/-3,98 cm en altura y una media de 62,92 +/- 6,99 kg en peso. Estas dos variables se pueden utilizar para observar si la muestra elegida es representativa o no. Se encuentran diferentes tipos de estudios en mujeres futbolistas que también analizan estas variables. Por ejemplo, Soderman et al. (49) quiso estudiar los posibles factores de riesgo en mujeres futbolistas de 13 equipos diferentes de segunda y tercera división sueca. En estas futbolistas la altura media fue de 166,3 cm +/- 4,7 cm y el peso medio fue de 61,1 kg +/- 6,5 kg. Otro ejemplo es el estudio de Delextrat et al. (47) que quiso comparar los efectos de una intervención de fuerza y otra de fuerza-resistencia en la disminución de la fuerza excéntrica de los isquiotibiales después de un partido simulado. En este estudio participaron 21 jugadoras de fútbol universitario. En el grupo de fuerza la altura media de las jugadoras fue de 166,2 +/- 5,9 cm y el peso medio fue de 59,9 kg +/- 9,6 kg. Respecto al grupo de fuerza-resistencia la altura media fue de 165,2 cm +/- 6,9 cm y el peso medio fue de 60,5 kg +/- 7,3 kg. Por último, encontramos otro tipo de estudio que analiza estas variables como es el de Ramírez-Campillo et al. (63). Este estudio quiso investigar los efectos de un entrenamiento pliométrico de seis semanas y una intervención de suplementación con creatina sobre el rendimiento de máxima intensidad y resistencia en jugadoras de fútbol durante la temporada. Este estudio se divide en tres grupos: grupo control, grupo placebo y grupo creatina. La altura media de los tres grupos fue de 161 +/- 0,06 cm, 164 +/- 0,09 cm y 162 +/- 0,04 cm respectivamente. El peso medio fue de 60,1 +/- 7,5 kg, 56,8 +/- 5,4 kg y 60,4 +/- 8 kg respectivamente. Estos tres estudios corroboran que nuestra muestra es representativa, ya que, los valores de las variables de altura

y peso son parecidos. Los valores de peso son ligeramente menores en los estudios analizados respecto a la intervención que se ha realizado, quizá sea porque estos tres estudios están hechos en jugadoras de un nivel profesional más alto.

El objetivo principal de esta intervención era aumentar la fuerza y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales. Empezando por la fuerza, en el estudio se midió con la paciente en sedestación con caderas y rodillas a 90°. El dinamómetro se fijó en la parte posterior del tobillo y se ejecutó una fuerza máxima de flexión de rodilla durante 5 segundos. En la literatura se encuentran estudios que también utilizan el dinamómetro como herramienta para medir la fuerza (64) y estudios que utilizan la máquina de isocinéticos (45,65,66). Para recopilar los datos de fuerza se utilizó la siguiente fórmula: [(torque in Nm/body weight in N) x (subject height in m x 100)]. En ella se normalizan los datos y el resultado carece de unidades con el fin de poder comparar los resultados entre todos los participantes (67). Por este motivo no es posible comparar los valores exactos de esta intervención con los valores de otros estudios.

Por otro lado, la flexibilidad se midió con la paciente en decúbito supino y la terapeuta colocaba la cadera en flexión máxima y en esa posición extendía la rodilla hasta su rango máximo de movimiento. En la revisión de la bibliografía se observa que los estudios que miden la flexibilidad de los isquiotibiales también usan la extensión pasiva de rodilla como criterio para definir la extensibilidad de estos músculos, pero colocan la cadera en flexión de 90° (48,68,69). En la intervención no se coloca la cadera a 90° de flexión porque en el trabajo en clínica cuando se valora la extensibilidad de los isquiotibiales se suele agotar la flexión de cadera. También hay estudios que usan otras técnicas de medición, como la amplitud de movimiento pasivo en flexión de cadera evaluada mediante la prueba de SLR (70).

Como se describe al principio de este apartado este estudio ha conseguido mejorar tanto la fuerza y la flexibilidad de los isquiotibiales como la velocidad del sprint de 20 metros. Respecto a la fuerza de los isquiotibiales, en esta intervención se decidió trabajarla mediante ejercicios de fuerza excéntrica, ya que, la bibliografía seleccionaba estos ejercicios como los más efectivos para mejorar la fuerza. Además, al revisar la bibliografía se observó que este tipo de ejercicio también mejoraba la

flexibilidad de los músculos isquiotibiales. Estudios como el de Delvaux et al. (45) en los que se realizan distintos ejercicios excéntricos y se consiguen mejoras en la fuerza y la flexibilidad pasiva de los isquiotibiales corroboran los resultados de esta investigación. Además, Delvaux et al. (45) solo necesito 6 semanas para encontrar estos resultados mientras que esta intervención ha sido de 8 semanas. Uno de los ejercicios de fuerza utilizado es el ejercicio nórdico, ya que, está catalogado como un ejercicio eficiente para mejorar la fuerza, pero respecto a esto se encuentra controversia. Por ejemplo, Seymore et al. (64) en su estudio observó que con este ejercicio lo que aumentaba en los isquiotibiales era la hipertrofia, es decir, el volumen y el área de sección transversal, pero no la longitud o la fuerza excéntrica.

En esta intervención también se trabaja la flexibilidad, se decidió realizar un estiramiento pasivo para aumentar las ganancias de longitud respecto a la realización única de ejercicio excéntrico. El estiramiento se realizaba todos los días durante las 8 semanas de intervención, se creía que era la manera necesaria para encontrar resultados satisfactorios en la segunda medición. Sin embargo, hay otros estudios que con menos semanas y menos días de realización del estiramiento han conseguido mejorías. Por ejemplo, Davis et al. (48) con 4 semanas de intervención y realizando los estiramientos 3 días a la semana consiguió mejoría en la longitud de los isquiotibiales. Otros estudios proponen programas más largos de hasta 12 semanas con 3 días de realización del estiramiento con el fin de estirar los días que se realiza ejercicio físico (70). Estos estudios entienden que una persona cuando decide realizar ejercicio físico lo hace unos 2-4 días a la semana y propone realizar estiramiento pasivo y estático o activo solo esos días. A las 12 semanas observó mejoras en la flexibilidad sin diferencias significativas entre los dos tipos de estiramientos. Sobre la técnica elegida para mejorar el acortamiento muscular se encuentra que la técnica de energía muscular es capaz de mejorar de igual forma el déficit de elongación muscular que el estiramiento pasivo (68). Respecto al tiempo de realización del estiramiento para esta intervención se eligió realizar el estiramiento 30 segundos con cada pierna. En la bibliografía se encuentran diferentes hallazgos, hay estudios que verifican que el estiramiento es efectivo si dura 30 o 60 segundos y que no lo es si dura solo 15 segundos (69). Por el contrario, otros estudios encuentran mejorías

realizando estiramientos 15, 30 o 45 segundos y estas mejorías no son significativamente distintas entre ellas (70).

Se eligió combinar el trabajo de fuerza con el de flexibilidad para aumentar la efectividad de la intervención. Hay estudios que demuestran que la fuerza se mejora de igual forma con protocolos solo de fuerza o con protocolos que combinen la fuerza y la flexibilidad. Sin embargo, la flexibilidad se mejora más si se realiza un programa combinado que si solo se realiza trabajo de flexibilidad (71). Además, el trabajo solo de flexibilidad no tiene ningún efecto sobre el aumento de fuerza (66).

Otro objetivo de esta intervención fue mejorar la velocidad en el sprint de 20 metros. En la literatura se encuentra controversia respecto a este tema, hay estudios como el de Rodríguez Fernández et al. (72) que consigue mejorar la velocidad en el sprint en 30 metros con trabajo de estiramiento estático de isquiotibiales durante 7 semanas realizando estiramientos 6 días por semana. Sin embargo, otro estudio como el de Wan et al. (66) no encuentra cambios en la velocidad del sprint ni en el grupo que realiza trabajo de fuerza ni en el grupo que realiza trabajo de resistencia. Sí que disminuye la tensión de los isquiotibiales al realizar el sprint, pero no la velocidad. Este último estudio utiliza ejercicios concéntricos y excéntricos en la parte de fuerza y estiramientos estáticos, dinámicos y FNP en la parte de flexibilidad, por lo tanto, quizá las técnicas utilizadas son las culpables de no encontrar mejorías en el sprint.

Por último, el propósito de este estudio era realizar ejercicios orientados a las necesidades de la mujer. Se observó la anatomía de la mujer y se decidió adaptar los ejercicios a las características específicas de la mujer descritas durante el trabajo. No se encontró ningún artículo que lo realizara, por lo tanto, viendo las mejorías obtenidas se recomienda este tipo de intervención para investigaciones futuras.

7.4.1 Limitaciones

En la realización de esta intervención se han encontrado varias limitaciones. La muestra es pequeña, se ha realizado en un solo equipo de fútbol femenino y por distintos motivos, solo se pudo realizar en 13 de las jugadoras. Además, la examinadora ha sido la misma en la primera y en la segunda medición, por lo que no había cegamiento. Otra limitación importante ha sido que no ha habido grupo control con el que comparar los resultados, por lo tanto, no se puede afirmar rotundamente que la mejora haya sido debida a la intervención, ya que, podría haber sido debida al propio entrenamiento del equipo o a cualquier otra variable no medida.

Para salvar las limitaciones descritas, al observar con la segunda medición la tendencia a obtener buenos resultados, se podría hacer un estudio en formato de ensayo clínico aleatorizado y cegado con una muestra mayor en equipos de fútbol femenino.

7.5. Conclusión

El programa de entrenamiento propuesto que consistió en dos ejercicios de fuerza de isquiotibiales adaptados a las necesidades de la mujer realizados durante dos días a la semana y un estiramiento pasivo realizado durante todos los días de la semana, consiguió mejorar la fuerza y la flexibilidad de los isquiotibiales y la velocidad del sprint en 20 metros en 8 semanas en un equipo de fútbol femenino amateur.

8. AGRADECIMIENTOS

Aprovecho este apartado para dar las gracias a mi tutora del TFG, Alazne Ruiz de Escudero por su atención y ayuda durante la realización del trabajo. También le agradezco su ánimo y apoyo para que fuera posible la realización de la intervención.

Además, debo dar las gracias al equipo femenino de Berriozar de primera nacional por su participación en la realización de los ejercicios para poder llevar a cabo la propuesta de trabajo de investigación. Doy las gracias tanto a las jugadoras por la participación, como al entrenador por permitirme realizar el proyecto.

También le agradezco su ayuda a Mitxelko por los arreglos informáticos del trabajo. Respecto a este aspecto también debo darle las gracias a mi compañero de clase Iñigo Blasco.

Por último, agradezco a mi familia y en especial a mi hermana Marta la confianza en mí durante la realización del trabajo. Además de su confianza, su ánimo y ayuda para desconectar en los momentos de mayor agobio del trabajo.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Ahmad CS, Redler LH, Ciccotti MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and management of hamstring injuries. *Am J Sports Med.* diciembre de 2013;41(12):2933-47.
2. Cjb K-D, Nat B, Akm L, D P, W S, Bg S. Late swing or early stance? A narrative review of hamstring injury mechanisms during high-speed running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* [Internet]. agosto de 2019 [citado 18 de abril de 2021];29(8). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31033024/>
3. Pietrzak JR, Kayani B, Tahmassebi J, Haddad FS. Proximal hamstring tendinopathy: pathophysiology, diagnosis and treatment. *Br J Hosp Med (Lond).* 2 de julio de 2018;79(7):389-94.
4. Garrett WE, Rich FR, Nikolaou PK, Vogler JB. Computed tomography of hamstring muscle strains. *Med Sci Sports Exerc.* octubre de 1989;21(5):506-14.
5. Terry GC, LaPrade RF. The biceps femoris muscle complex at the knee. Its anatomy and injury patterns associated with acute anterolateral-anteromedial rotatory instability. *Am J Sports Med.* febrero de 1996;24(1):2-8.
6. Warren LF, Marshall JL. The supporting structures and layers on the medial side of the knee: an anatomical analysis. *J Bone Joint Surg Am.* enero de 1979;61(1):56-62.
7. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* abril de 2013;47(6):351-8.
8. Orchard J, Marsden J, Lord S, Garlick D. Preseason hamstring muscle weakness associated with hamstring muscle injury in Australian footballers. *Am J Sports Med.* febrero de 1997;25(1):81-5.
9. Arnason A, Tenga A, Engebretsen L, Bahr R. A prospective video-based analysis of injury situations in elite male football: football incident analysis. *Am J Sports Med.* septiembre de 2004;32(6):1459-65.
10. Koulouris G, Connell DA, Brukner P, Schneider-Kolsky M. Magnetic resonance imaging parameters for assessing risk of recurrent hamstring injuries in elite athletes. *Am J Sports Med.* septiembre de 2007;35(9):1500-6.
11. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG, Fon GT, Esterman A. Assessment of physical examination and magnetic resonance imaging findings of hamstring injury as predictors for recurrent injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* abril de 2006;36(4):215-24.

12. Brooks JHM, Fuller CW, Kemp SPT, Reddin DB. Incidence, risk, and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. *Am J Sports Med.* agosto de 2006;34(8):1297-306.
13. Woods C, Hawkins RD, Maltby S, Hulse M, Thomas A, Hodson A, et al. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football--analysis of hamstring injuries. *Br J Sports Med.* febrero de 2004;38(1):36-41.
14. Duhig SJ, Williams MD, Minett GM, Opar D, Shield AJ. Drop punt kicking induces eccentric knee flexor weakness associated with reductions in hamstring electromyographic activity. *J Sci Med Sport.* junio de 2017;20(6):595-9.
15. Lewis CL, Laudicina NM, Khuu A, Loverro KL. The Human Pelvis: Variation in Structure and Function During Gait. *Anat Rec (Hoboken).* abril de 2017;300(4):633-42.
16. Cho SH, Park JM, Kwon OY. Gender differences in three dimensional gait analysis data from 98 healthy Korean adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* febrero de 2004;19(2):145-52.
17. Datson N, Hulton A, Andersson H, Lewis T, Weston M, Drust B, et al. Applied physiology of female soccer: an update. *Sports Med.* septiembre de 2014;44(9):1225-40.
18. Panagodage Perera NK, Joseph C, Kemp JL, Finch CF. Epidemiology of Injuries in Women Playing Competitive Team Bat-or-Stick Sports: A Systematic Review and a Meta-Analysis. *Sports Med.* marzo de 2018;48(3):617-40.
19. Takabayashi T, Edama M, Nakamura M, Nakamura E, Inai T, Kubo M. Gender differences associated with rearfoot, midfoot, and forefoot kinematics during running. *Eur J Sport Sci.* noviembre de 2017;17(10):1289-96.
20. Takabayashi T, Edama M, Inai T, Kubo M. Sex-related differences in coordination and variability among foot joints during running. *J Foot Ankle Res.* 2018;11:53.
21. Lewis DA, Kamon E, Hodgson JL. Physiological differences between genders. Implications for sports conditioning. *Sports Med.* octubre de 1986;3(5):357-69.
22. Novacheck null. The biomechanics of running. *Gait Posture.* 1 de enero de 1998;7(1):77-95.
23. Grieve DW. The assessment of gait. *Physiotherapy.* noviembre de 1969;55(11):452-60.

24. Apriantono T, Nunome H, Ikegami Y, Sano S. The effect of muscle fatigue on instep kicking kinetics and kinematics in association football. *J Sports Sci.* septiembre de 2006;24(9):951-60.
25. Dörge HC, Anderson TB, Sørensen H, Simonsen EB. Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *J Sports Sci.* abril de 2002;20(4):293-9.
26. Lees A, Asai T, Andersen TB, Nunome H, Sterzing T. The biomechanics of kicking in soccer: a review. *J Sports Sci.* junio de 2010;28(8):805-17.
27. Prassas SG, Terauds JG, Nathan TA. THREE-DIMENSIONAL KINEHATIC ANALYSIS OF HIGH AND LOW TRAJECTORY KICKS IN SOCCER. *ISBS - Conference Proceedings Archive [Internet].* 1990 [citado 18 de abril de 2021]; Disponible en: <https://ojs.uib.uni-konstanz.de/cpa/article/view/4295>
28. Shan G, Westerhoff P. Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomech.* enero de 2005;4(1):59-72.
29. Nunome H, Lake M, Georgakis A, Stergioulas LK. Impact phase kinematics of instep kicking in soccer. *J Sports Sci.* enero de 2006;24(1):11-22.
30. Benazzo F, Marullo M, Zanon G, Indino C, Pelillo F. Surgical management of chronic proximal hamstring tendinopathy in athletes: a 2 to 11 years of follow-up. *J Orthop Traumatol.* junio de 2013;14(2):83-9.
31. Opar DA, Piatkowski T, Williams MD, Shield AJ. A novel device using the Nordic hamstring exercise to assess eccentric knee flexor strength: a reliability and retrospective injury study. *J Orthop Sports Phys Ther.* septiembre de 2013;43(9):636-40.
32. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Injuries among male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports.* diciembre de 2009;19(6):819-27.
33. Häggglund M, Waldén M, Ekstrand J. Previous injury as a risk factor for injury in elite football: a prospective study over two consecutive seasons. *Br J Sports Med.* septiembre de 2006;40(9):767-72.
34. 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.* septiembre de 2012;46(12):846-51.
35. Arnason A, Andersen TE, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scand J Med Sci Sports.* febrero de 2008;18(1):40-8.

36. Fournier-Farley C, Lamontagne M, Gendron P, Gagnon DH. Determinants of Return to Play After the Nonoperative Management of Hamstring Injuries in Athletes: A Systematic Review. *Am J Sports Med.* agosto de 2016;44(8):2166-72.
37. Hickey JT, Timmins RG, Maniar N, Williams MD, Opar DA. Criteria for Progressing Rehabilitation and Determining Return-to-Play Clearance Following Hamstring Strain Injury: A Systematic Review. *Sports Med.* julio de 2017;47(7):1375-87.
38. Askling CM, Nilsson J, Thorstensson A. A new hamstring test to complement the common clinical examination before return to sport after injury. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* diciembre de 2010;18(12):1798-803.
39. Brukner P, Connell D. «Serious thigh muscle strains»: beware the intramuscular tendon which plays an important role in difficult hamstring and quadriceps muscle strains. *Br J Sports Med.* febrero de 2016;50(4):205-8.
40. Sherry MA, Best TM. A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *J Orthop Sports Phys Ther.* marzo de 2004;34(3):116-25.
41. Borotikar BS, Newcomer R, Koppes R, McLean SG. Combined effects of fatigue and decision making on female lower limb landing postures: Central and peripheral contributions to ACL injury risk. *Clinical Biomechanics.* 1 de enero de 2008;23(1):81-92.
42. Landry SC, McKean KA, Hubley-Kozey CL, Stanish WD, Deluzio KJ. Neuromuscular and lower limb biomechanical differences exist between male and female elite adolescent soccer players during an unanticipated run and crosscut maneuver. *Am J Sports Med.* noviembre de 2007;35(11):1901-11.
43. Hanson AM, Padua DA, Troy Blackburn J, Prentice WE, Hirth CJ. Muscle activation during side-step cutting maneuvers in male and female soccer athletes. *J Athl Train.* junio de 2008;43(2):133-43.
44. Brophy RH, Backus S, Kraszewski AP, Steele BC, Ma Y, Osei D, et al. Differences between sexes in lower extremity alignment and muscle activation during soccer kick. *J Bone Joint Surg Am.* 1 de septiembre de 2010;92(11):2050-8.
45. Delvaux F, Schwartz C, Decréquy T, Devalckeneer T, Paulus J, Bornheim S, et al. Influence of a Field Hamstring Eccentric Training on Muscle Strength and Flexibility. *Int J Sports Med.* abril de 2020;41(4):233-41.
46. Guex KJ, Lugin V, Borloz S, Millet GP. Influence on Strength and Flexibility of a Swing Phase-Specific Hamstring Eccentric Program in Sprinters' General Preparation. *J Strength Cond Res.* febrero de 2016;30(2):525-32.

47. Delextrat A, Piquet J, Matthews MJ, Cohen DD. Strength-Endurance Training Reduces the Hamstrings Strength Decline Following Simulated Football Competition in Female Players. *Front Physiol.* 2018;9:1059.
48. Davis DS, Ashby PE, McCale KL, McQuain JA, Wine JM. The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters. *J Strength Cond Res.* febrero de 2005;19(1):27-32.
49. Söderman K, Alfredson H, Pietilä T, Werner S. Risk factors for leg injuries in female soccer players: a prospective investigation during one out-door season. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* septiembre de 2001;9(5):313-21.
50. Garrett WE. Muscle strain injuries: clinical and basic aspects. *Med Sci Sports Exerc.* agosto de 1990;22(4):436-43.
51. Peterson M, Butler S, Eriksson M, Svärdsudd K. A randomized controlled trial of eccentric vs. concentric graded exercise in chronic tennis elbow (lateral elbow tendinopathy). *Clin Rehabil.* septiembre de 2014;28(9):862-72.
52. Bradley PS, Portas MD. The relationship between preseason range of motion and muscle strain injury in elite soccer players. *J Strength Cond Res.* noviembre de 2007;21(4):1155-9.
53. Witvrouw E, Danneels L, Asselman P, D'Have T, Cambier D. Muscle flexibility as a risk factor for developing muscle injuries in male professional soccer players. A prospective study. *Am J Sports Med.* febrero de 2003;31(1):41-6.
54. Junker DH, Stöggl TL. The Foam Roll as a Tool to Improve Hamstring Flexibility. *J Strength Cond Res.* diciembre de 2015;29(12):3480-5.
55. Castellote-Caballero Y, Valenza MC, Martín-Martín L, Cabrera-Martos I, Puenteadura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C. Effects of a neurodynamic sliding technique on hamstring flexibility in healthy male soccer players. A pilot study. *Phys Ther Sport.* agosto de 2013;14(3):156-62.
56. Marshall PWM, Cashman A, Cheema BS. A randomized controlled trial for the effect of passive stretching on measures of hamstring extensibility, passive stiffness, strength, and stretch tolerance. *J Sci Med Sport.* noviembre de 2011;14(6):535-40.
57. Zarins B, Ciullo JV. ACute muscle and tendon injuries in athletes. *Clin Sports Med.* marzo de 1983;2(1):167-82.
58. de Salles BF, Simão R, Miranda F, Novaes J da S, Lemos A, Willardson JM. Rest interval between sets in strength training. *Sports Med.* 2009;39(9):765-77.
59. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *Br J Sports Med.* junio de 2011;45(7):553-8.

60. Lundblad M, Waldén M, Magnusson H, Karlsson J, Ekstrand J. The UEFA injury study: 11-year data concerning 346 MCL injuries and time to return to play. *Br J Sports Med.* agosto de 2013;47(12):759-62.
61. Macdonald B, McAleer S, Kelly S, Chakraverty R, Johnston M, Pollock N. Hamstring rehabilitation in elite track and field athletes: applying the British Athletics Muscle Injury Classification in clinical practice. *Br J Sports Med.* diciembre de 2019;53(23):1464-73.
62. Thelen DG, Chumanov ES, Hoerth DM, Best TM, Swanson SC, Li L, et al. Hamstring muscle kinematics during treadmill sprinting. *Med Sci Sports Exerc.* enero de 2005;37(1):108-14.
63. Ramírez-Campillo R, González-Jurado JA, Martínez C, Nakamura FY, Peñailillo L, Meylan CMP, et al. Effects of plyometric training and creatine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *J Sci Med Sport.* agosto de 2016;19(8):682-7.
64. Seymore KD, Domire ZJ, DeVita P, Rider PM, Kulas AS. The effect of Nordic hamstring strength training on muscle architecture, stiffness, and strength. *Eur J Appl Physiol.* mayo de 2017;117(5):943-53.
65. Tsang KKW, DiPasquale AA. Improving the Q:H strength ratio in women using plyometric exercises. *J Strength Cond Res.* octubre de 2011;25(10):2740-5.
66. 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. *J Sport Health Sci.* marzo de 2021;10(2):222-9.
67. Dolak KL, Silkman C, Medina McKeon J, Hosey RG, Lattermann C, Uhl TL. Hip strengthening prior to functional exercises reduces pain sooner than quadriceps strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* agosto de 2011;41(8):560-70.
68. Shadmehr A, Hadian MR, Naiemi SS, Jalaie S. Hamstring flexibility in young women following passive stretch and muscle energy technique. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2009;22(3):143-8.
69. Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* septiembre de 1994;74(9):845-50; discussion 850-852.
70. Sainz de Baranda P, Ayala F. Chronic flexibility improvement after 12 week of stretching program utilizing the ACSM recommendations: hamstring flexibility. *Int J Sports Med.* junio de 2010;31(6):389-96.

71. Simão R, Lemos A, Salles B, Leite T, Oliveira É, Rhea M, et al. The influence of strength, flexibility, and simultaneous training on flexibility and strength gains. *J Strength Cond Res.* mayo de 2011;25(5):1333-8.
72. Rodriguez Fernandez A, Sanchez J, Rodriguez Marroyo JA, Villa JG. Effects of seven weeks of static hamstring stretching on flexibility and sprint performance in young soccer players according to their playing position. *J Sports Med Phys Fitness.* abril de 2016;56(4):345-51.

10. ANEXOS

Anexo 1. Criterios de la Escala PEDro.**Escala PEDro-Español**

| | |
|---|--|
| 1. Los criterios de elección fueron especificados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos) | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 3. La asignación fue oculta | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 5. Todos los sujetos fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar" | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |
| 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave | no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde: |

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (Verhagen AP et al (1998). *The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology*, 51(12):1235-41). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

La escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la "validez" de las conclusiones de un estudio. En especial, avisamos a los usuarios de la escala PEDro que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúan alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la "calidad" de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

Todos los criterios Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente. Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.

Criterio 1 Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.

Criterio 2 Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.

Criterio 3 *La asignación oculta* (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.

Criterio 4 Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.

Criterio 4, 7-11 *Los Resultados clave* son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.

Criterio 5-7 *Cegado* significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.

Criterio 8 Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente *tanto* el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos *como* el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.

Criterio 9 El análisis por *intención de tratar* significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.

Criterio 10 Una comparación estadística *entre grupos* implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.

Criterio 11 Una *estimación puntual* es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las *medidas de la variabilidad* incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Anexo 2. Escala STROBE

| | Item No | Recommendation |
|---------------------------|----------------|--|
| Title and abstract | 1 | (a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract |
| | | (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found |
| Introduction | | |
| Background/rationale | 2 | Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported |
| Objectives | 3 | State specific objectives, including any prespecified hypotheses |
| Methods | | |
| Study design | 4 | Present key elements of study design early in the paper |
| Setting | 5 | Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection |
| Participants | 6 | (a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up |
| | | <i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls |
| | | <i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants |
| | | (b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed |
| | | <i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case |
| Variables | 7 | Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable |
| Data sources/measurement | 8* | For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group |
| Bias | 9 | Describe any efforts to address potential sources of bias |
| Study size | 10 | Explain how the study size was arrived at |
| Quantitative variables | 11 | Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why |
| Statistical methods | 12 | (a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding |
| | | (b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions |

| | | |
|-------------------|-----|--|
| | | (c) Explain how missing data were addressed |
| | | (d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed |
| | | <i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed |
| | | <i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy |
| | | (e) Describe any sensitivity analyses |
| Results | | |
| Participants | 13* | (a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed |
| | | (b) Give reasons for non-participation at each stage |
| | | (c) Consider use of a flow diagram |
| Descriptive data | 14* | (a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders |
| | | (b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest |
| | | (c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount) |
| Outcome data | 15* | <i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time |
| | | <i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure |
| | | <i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures |
| Main results | 16 | (a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included |
| | | (b) Report category boundaries when continuous variables were categorized |
| | | (c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period |
| Other analyses | 17 | Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses |
| Discussion | | |
| Key results | 18 | Summarise key results with reference to study objectives |
| Limitations | 19 | Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias |

| | | |
|----------------|----|--|
| Interpretation | 20 | Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence |
|----------------|----|--|

| | | |
|------------------|----|---|
| Generalisability | 21 | Discuss the generalisability (external validity) of the study results |
|------------------|----|---|

Other information

| | | |
|---------|----|---|
| Funding | 22 | Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based |
|---------|----|---|

*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

Anexo 3. Hoja de registro de la metodología

Registro sujeto número:

Registro Inicial

Sexo:

Edad:

Altura:

Peso:

Horas de entrenamiento/semana:

Lesiones previas en isquiotibiales: SI/NO

Antigüedad de la lesión:

Lesiones previas en Extremidad Inferior: SI/NO

¿Qué lesión?

MEDIDAS PARA NORMALIZACIÓN DE FUERZA:

Distancia cóndilo maléolo:

| Mediciones | Fuerza D | Fuerza I | Flexibilidad D | Flexibilidad I | Sprint |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------|-----------------------|---------------|
| Pre-intervención | | | | | |
| Post-intervención | | | | | |

Anexo 4. Consentimiento informado**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo, con DNI..... mayor de edad y abajo firmante, he sido informado libremente de las condiciones y objetivos que rigen el presente estudio sobre “la fuerza y la flexibilidad de los músculos isquiotibiales en mujeres futbolistas amateur” como proyecto de investigación del Grado de Fisioterapia.

Entendiendo que mi participación no provocará empeoramiento alguno de mi patología lumbar actual, he tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el mismo y he recibido respuestas satisfactorias. He hablado con el investigador-examinador y entiendo que la participación es voluntaria.

Así mismo, entiendo que puedo abandonar el estudio:

- Cuando lo desee
- Sin que tenga que dar explicaciones
- Sin que ello afecte a mis cuidados terapéuticos

También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

- Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a mi intimidad y a la vigente normativa de protección de datos, como preceptúa la actual Ley 41/2003, de Autonomía del Paciente.
- Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable en la dirección donde se realiza el presente estudio.

Doy mi consentimiento sólo para la extracción necesaria en la investigación de la que se me ha informado y para que sean utilizados los resultados exclusivamente en ella, sin posibilidad de compartir o ceder éstas, en todo o en parte, a ningún otro investigador, grupo o centro que no forme parte del presente estudio, distinto del responsable y/o supervisores de esta investigación o para cualquier otro fin.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPAR EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA FUERZA Y LA FLEXIBILIDAD DE LOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIALES EN LAS MUJERES FUTBOLISTAS AMATEUR, hasta que decida lo contrario. Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos.

NOMBRE DEL PACIENTE O COLABORADOR:**DNI:**

FECHA:

FIRMA:

NOMBRE DEL INVESTIGADOR-EXAMINADOR:

DNI:

FIRMA:

Supervisión del proyecto, por tutora del trabajo final de Grado de Fisioterapia de la Universidad Pública de Navarra