

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA INFLUENCIA DE LA  
FUERZA DE LOS MÚSCULOS ABDUCTORES DE  
CADERA EN LA PREVENCIÓN DE LOS ESGUINCES EN  
INVERSIÓN EN LOS JUGADORES DE FÚTBOL.**

**CADIOU Antoine y TISSIER Thomas**

**TRABAJO FINAL DE GRADO**



**Universidad  
Europea**

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA  
Curso 2021-2022**

**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LA INFLUENCIA DE LA  
FUERZA DE LOS MÚSCULOS ABDUCTORES DE  
CADERA EN LA PREVENCIÓN DE LOS ESGUINCES EN  
INVERSIÓN EN LOS JUGADORES DE FÚTBOL.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR :**  
CADIOU Antoine y TISSIER Thomas

**TUTORA DEL TRABAJO :**  
Diana GALLEGO DE MARCOS

**FACULTAD DE FISIOTERAPIA  
UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA**

**VALENCIA  
Curso 2021-2022**

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Epidemiología</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Recuerdo anatómicos del tobillo y de la cadera</b>	<b>5</b>
1.3.1. Anatomía de la cadera	5
1.3.2. Músculos abductores de cadera	5
1.3.3. Anatomía del tobillo	7
<b>1.4. Etiología</b>	<b>8</b>
<b>1.5. Diagnóstico</b>	<b>9</b>
<b>1.6. Mecanismo lesional y factores de riesgo</b>	<b>10</b>
1.6.1. Factores de riesgo de la inestabilidad crónica de tobillo	10
1.6.2. Factores de riesgo del esguince lateral agudo de tobillo	11
1.6.3. Relación abductores-esguince de tobillo	12
<b>1.7. Prevención mediante el fortalecimiento muscular</b>	<b>13</b>
1.7.1. Fortalecimiento muscular	14
1.7.2. Fisiología del fortalecimiento muscular	14
1.7.3. Medición de fuerza como método de diagnóstico	15
1.7.4. Efectos del entrenamiento sobre la fuerza muscular	16
1.7.5. Programa de prevención	16
<b>1.8. Justificación del trabajo</b>	<b>17</b>
<b>2. Hipótesis de trabajo y Objetivos</b>	<b>19</b>
<b>3. Materiales y Métodos</b>	<b>20</b>
<b>3.1. Diseño general del estudio</b>	<b>20</b>
<b>3.2. Bases de datos</b>	<b>20</b>
<b>3.3. Key words/ Palabras claves</b>	<b>20</b>
<b>3.4. Criterios de inclusión y exclusión</b>	<b>21</b>
<b>3.5. Escala de valoración metodológica (escala de Pedro)</b>	<b>22</b>
<b>3.6. Proceso de búsqueda de los artículos del estudio</b>	<b>23</b>
<b>3.7. Evaluación Pedro de los artículos</b>	<b>24</b>
<b>4. Resultados</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Resultados analíticos</b>	<b>25</b>
<b>5. Discusión</b>	<b>33</b>
<b>5.1. Equilibrio</b>	<b>33</b>
<b>5.2. Desplazamiento del centro de presión</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Activación neuromuscular del peroneo largo</b>	<b>35</b>

5.4.	Flexión plantar del tobillo .....	36
5.5.	Análisis de artículos prospectivos.....	37
5.6.	Resumen de la discusión .....	39
6.	Limitaciones.....	40
7.	Conclusión .....	41
8.	Bibliografía.....	42
9.	Anexos.....	46

**Índice de figuras**

**Fig.1** : *Vista lateral de la anatomía de los músculos de la cadera : del glúteo medio y del glúteo menor* .....6

**Fig.2** : *Vista postero-lateral del glúteo medio, del glúteo menor y del tensor fascia lata*.....6

**Fig.3** : *Ligamentos del tobillo*.....7

**Fig.4** : *Anatomía del PL*.....7

**Fig.5** : *Mecanismo de inversión*.....9

**Fig.6** : *Cadera en posición Neutra*.....13

**Fig.7** : *Abducción excesiva de cadera e inclinación lateral del tronco*.....13

**Fig.8** : *Ejemplo de relación fuerza-velocidad obtenida durante un press de banca con ergómetro isocinético*.....15

**Fig.9** : *Escala PEDro con los 11 criterios detallados*.....22

**Fig.10** : *Proceso de búsqueda de los artículos del estudio*.....23

**Índice de tablas**

**Tabla 1** : *Tabla de presentación de los criterios de inclusión y de exclusión*.....21

**Tabla 2** : *Valoración detallada de la escala PEDro para todos los artículos seleccionados*...24

ABREVIATURA	SIGNIFICACIÓN
BESS	Balance Error Scoring System
COP	Center Of Pressure (Centro de presión)
FAAM-ADL	Foot and Ankle Ability Measure- Activity of daily living
FAAM-Sports	Foot and Ankle Ability Measure- Sports
MVIC	Maximum Voluntary Isometric Contractions
RVTTS	Resultant vector time to stabilization
SEBT	Star Excursion Balance Test
SEBT-ANT	Star Excursion Balance Test- Anterior
SEBT-PL	Star Excursion Balance Test- Posterolateral
SEBT-PM	Star Excursion Balance Test- Posteromedial

## RESUMEN

**Introducción :** El esguince de tobillo es probablemente la lesión más frecuente en traumatología del aparato locomotor en el mundo deportivo, y sobre todo en los futbolistas. A menudo, se considera como una lesión benigna pero no debe ser descuidada para no ser la causa de una incapacidad funcional prolongada. Como profesionales de salud, nuestro papel es prevenir y cuidar este tipo de patología. Dado el objetivo de esta profesión, es interesante analizar los posibles factores de riesgo que conducen al esguince de tobillo y cómo se podría prevenir.

**Objetivo :** El objetivo de este trabajo es analizar la implicación de la fuerza de los músculos abductores de cadera como factor de riesgo o medio preventivo de los esguinces de tobillo y de su inestabilidad crónica en los futbolistas.

**Materiales y Métodos :** Se realizó una revisión bibliográfica con ensayos controlados aleatorios, que estudiaran la influencia de la musculatura abductora de cadera en la incidencia de los esguinces de tobillo, en las bases de datos : Pubmed, Google Scholar, Cochrane Library y la Biblioteca CRAI José Planas (Online). Se ha utilizado la escala PEDro para elegir los estudios de mayor validez científica.

**Resultados / Discusión :** Tras la búsqueda y aplicación de los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 6 estudios para su análisis. Además de estos artículos, se ha añadido 2 estudios prospectivos. El fortalecimiento de los abductores de cadera permite mejorar el equilibrio, disminuir el desplazamiento del centro de presión lo que reduce las tensiones mecánicas a nivel de los estabilizadores de tobillo. Aunque esta revisión bibliográfica tiene algunas limitaciones, a través de estos cambios se ha destacado que el trabajo de fuerza de los abductores de cadera es de gran interés para reducir la incidencia de los esguinces de tobillo y las inestabilidades crónicas de tobillo. Por lo tanto, sería interesante de realizar un diagnóstico de fuerza de los abductores de cadera durante la pretemporada como medio preventivo. Sin embargo, no es la única variable a tener en cuenta a la hora de prevenir estos tipos de lesiones.

**Conclusión :** Se ha demostrado, mediante esa revisión bibliográfica, el papel y el impacto positivo de un fortalecimiento de la musculatura abductora de cadera sobre la biomecánica del tobillo. Parece ser un medio entre otros para prevenir los esguinces de tobillos y sus recaídas en los deportistas, como los futbolistas. No obstante, el fortalecimiento debe inscribirse en un programa de prevención más completo. Sin embargo, hay que llevar a cabo nuevas investigaciones para confirmar los resultados de los estudios anteriores.

**Palabras clave :** Fuerza de cadera, Abductor de cadera, Esguince de tobillo, Inestabilidad del tobillo, Prevención, Rehabilitación, Músculos glúteos.

## ABSTRACT

**Introduction** : Ankle sprain is probably the most frequent injury in locomotor traumatology in the Sport's world, and especially in football players. It is often considered as a benign injury but should not be neglected in order to not be the cause of a prolonged functional disability. As health professionals, our role is to prevent and care for this type of pathology. Given the of this profession, it is interesting to analyze the possible risk factors that lead to ankle sprain and how it could be prevented.

**Objective** : The aim of this work is to analyze the implication of hip abductor muscles strength as a risk factor or preventive means of ankle sprains and their chronic instability in football players.

**Materials and Methods** : A literature review with randomized controlled trials, studying the influence of the hip abductor muscles on the incidence of ankle sprains, was performed in the databases: Pubmed, Google Scholar, Cochrane Library and the CRAI José Planas Library (Online). The PEDro scale was used to select the studies with the highest scientific accuracy.

**Results/Discussion** : After the research and application of the inclusion and exclusion criteria, 6 studies were selected to be analyzed. In addition to these articles, we added 2 prospective studies. Strengthening the hip abductor muscles improves balance, decreases the displacement of the center of pressure and reduces mechanical stress on the ankle stabilizers. Although this literature review has some limitations, through these changes, it has been highlighted that strength work of the hip abductor muscles is of great interest in reducing the incidence of ankle sprains and chronic ankle instabilities. Therefore, it would be interesting to carry out a strength test of the hip abductors during the pre-season as a preventive measure. However, it is not the only variable to take into account when preventing these types of injuries.

**Conclusion** : This literature review has demonstrated the role and positive impact of strengthening the hip abductor muscles on ankle biomechanics. It seems to be a way among others to prevent ankle sprain and it's relapse in athletes, such as football players. However, strengthening should be part of a more comprehensive prevention program. Further research should be carried out to confirm the results of previous studies.

**Keywords** : Hip strength, Hip abductor, Ankle sprain, Ankle instability, Prevention, Rehabilitation, Gluteal muscles.



## 1. Introducción

### 1.1. Introducción

Hoy en día, la práctica deportiva se está extendiendo cada vez más. El aumento de la práctica deportiva se debe sobre todo a una necesidad de mantener una salud física y mental a largo plazo. Pero el aumento de la participación en la actividad física implica una mayor incidencia de las lesiones deportivas. <sup>(1)</sup> Una de la causa de estas lesiones es el sobre entrenamiento, que supone una exigencia para el sistema musculo esquelético que puede provocar daños en el mismo, así como adaptaciones clínicas, funcionales y biomecánicas que pueden ser perjudiciales para el rendimiento deportivo. <sup>(2)</sup> Incluso con el aumento de los incidentes de lesiones deportivas, sigue estando claro que los beneficios de la actividad física superan los riesgos de las lesiones y, además, es posible minimizar los factores de riesgo mediante la medicina preventiva. Además de ello, otro aspecto a considerar es que las lesiones deportivas pueden considerarse una importante carga económica por los costes directos e indirectos que conllevan. <sup>(1)</sup>

El esguince de tobillo es una de las principales lesiones en el mundo deportivo. El esguince de tobillo en inversión es el más conocido y el que ocurre con más frecuencia dentro de estas lesiones. Se puede producir en muchos deportes, pero sobre todo en los deportes de cambio de direcciones como el fútbol, el baloncesto, el balonmano, fútbol americano... El fútbol es uno de los deportes más comunes del mundo. Es un deporte de cambios de direcciones, de salto, de cambios de ritmo y velocidad, de impacto. Globalmente, pone el tobillo en situaciones de estrés general y el tobillo siempre debe adaptarse a diferentes situaciones. <sup>(3)</sup>

Es una patología que representa un gran coste económico por su gran frecuencia de aparición. Es importante tener en cuenta que, tras el tratamiento agudo de la patología, sería importante llevar a cabo un programa de prevención secundaria. Así se podría evitar recaída y cronificación de las lesiones. <sup>(1)</sup>

Aunque la mayoría de los pacientes se recuperan completamente después de su primera lesión aguda, puede existir una inestabilidad crónica de tobillo después de los esguinces de tobillo, que condicione la integridad de la articulación y que, por tanto, aumenta el riesgo futuro de lesión. <sup>(4)</sup> Existe, por tanto, un riesgo elevado de recaída y de desarrollar una inestabilidad crónica de tobillo que incluye tanto laxitud ligamentosa mecánica como cambios funcionales. Lo que, a su vez, puede provocar un amplio espectro de discapacidad en las actividades de la vida diaria y en las tareas deportivas. <sup>(4)</sup>

Existen diferentes factores de riesgo tanto intrínsecos como extrínsecos que se presentarán más adelante. Dentro de estos factores parece que el déficit de fuerza de los abductores de cadera es un factor predisponente a los esguinces de tobillo en inversión. La debilidad de la cadera, sobre todo a nivel de los abductores contribuye a un mal equilibrio y a adaptaciones neuromusculares compensatorias en el tobillo como elevación del momento de inversión, mayor activación y aparición más temprana de los eversores del tobillo. <sup>(5)</sup>

En base a estos hallazgos, se puede plantear la hipótesis de si un déficit de los abductores de cadera supone un factor de riesgo para los esguinces de tobillo en inversión. En caso afirmativo : ¿Por qué la debilidad de los abductores de cadera supone un factor de riesgo del esguince lateral de tobillo? Y más específicamente : ¿Qué cambia en la biomecánica del tobillo para que se produzcan más esguinces de tobillo en inversión? Una vez resueltas estas cuestiones y debido a la gran importancia que represente prevenir en primera instancia la ocurrencia de las lesiones, se plantea la cuestión de si es importante un programa de prevención y fortalecimiento de estos abductores de cadera para disminuir el riesgo de lesiones.

## 1.2. Epidemiología

Los esguinces laterales de tobillo son unas de las lesiones más comunes en la población general y en los deportistas. La alta tasa de reincidencia (32% a 74%), supone una pesada carga para el sistema de medicina deportiva. Además, las deficiencias residuales, como la inestabilidad crónica de tobillo y la osteoartritis, son las consecuencias de los esguinces de tobillo recurrentes. <sup>(6)</sup>

Los esguinces agudos de tobillo se encuentran entre las lesiones musculoesqueléticas más comunes. En los Estados Unidos son aproximadamente 2 millones de lesiones cada año y hasta el 70 % de las personas que sufren un esguince agudo de tobillo pueden desarrollar una discapacidad física residual, que puede incluir inestabilidad crónica de tobillo. <sup>(7)</sup>

Tanto es así, que las personas con antecedentes de esguinces agudos de tobillo tienen un riesgo 3,5 veces mayor de sufrir de una recaída de esguince de tobillo que aquellas sin antecedentes. <sup>(7)</sup> Los esguinces agudos de tobillo ocurren con mayor frecuencia en todos los niveles de participación deportiva, lo que representa aproximadamente el 15 % de todas las lesiones sufridas al participar en deportes de equipo tanto en el instituto como en la universidad. <sup>(7)</sup>

Las lesiones graves de los ligamentos del tobillo también son más frecuentes en las mujeres. En particular, las mujeres sufren una incidencia 5 veces mayor de lesiones de tobillo que afectan a la sindesmosis, que se sabe que inducen tiempos de descanso mucho más largos en comparación con otras lesiones de ligamentos de tobillo en jugadores de élite masculinos. <sup>(8)</sup> Los esguinces de tobillo representan aproximadamente entre el 30% y el 40% de todas las lesiones en jóvenes futbolistas. <sup>(9)</sup>

## 1.3. Recuerdo anatómicos del tobillo y de la cadera

### 1.3.1. Anatomía de la cadera

La cadera es una articulación esférica clasificada como diartrosis por los cuatro características que presenta : tiene una cavidad articular, las superficies articulares están cubiertas de cartílago articular, tiene una membrana sinovial que produce líquido sinovial y está rodeada por una cápsula ligamentosa. <sup>(9)</sup>

Los ligamentos de la articulación coxofemoral pueden ser divididos en dos grupos : capsulares e intracapsulares. Los ligamentos capsulares son ligamentos intrínsecos de la cápsula articular como los ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral. Los ligamentos intracapsulares son los encontrados dentro de la cápsula e incluyen al ligamento transverso del acetábulo y al ligamento de la cabeza del fémur. <sup>(9)</sup>

Esta articulación esta rodeada de músculos potentes y equilibrados, que permiten un amplio rango de movimientos en varios planos, al mismo tiempo que presenta una estabilidad importante. La articulación coxofemoral esta compuesta por la cabeza del fémur que se articula con el acetábulo del hueso coxal. El acetábulo está formado por la fusión de los huesos ilion, isquion y pubis. Como vínculo estructural entre las extremidades inferiores y el esqueleto axial, la cadera no sólo transmite fuerzas desde el suelo hacia arriba, sino también desde la parte superior del tronco, la cabeza y el cuello. En consecuencia, esta articulación es crucial para las actividades deportivas con muchas fuerzas axiales y de torsión. <sup>(9)</sup>

Existen diferentes músculos a nivel de la cadera que permiten estabilizar la pelvis tanto durante los movimientos de la vida diaria como durante movimientos bruscos que pueden producirse en la práctica deportiva como cambios de direcciones, salto, frenada brusca... <sup>(10)</sup> Los músculos que nos interesan son los abductores de cadera cuyos principales son el glúteo medio, el glúteo menor y el tensor de la fascia lata. <sup>(10)</sup>

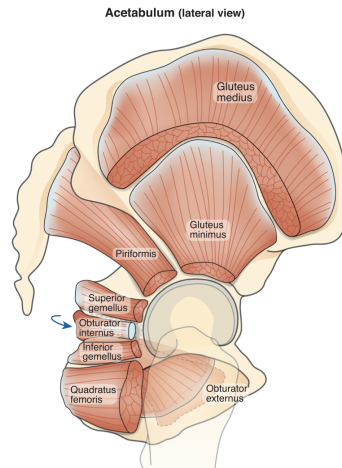
### 1.3.2. Músculos abductores de cadera

#### **Músculo Glúteo medio :**

Primero, el glúteo medio es el abductor de cadera más potente en comparación con los otros músculos. Se divide en 3 compartimentos : anterior, medio y posterior. Todos los compartimentos se originan en la espina ilíaca anterosuperior y en el borde exterior de la cresta ilíaca hacia la espina ilíaca posterosuperior. Sin embargo, no tienen las mismas inserciones : el fascículo anterior y una parte del medio se insertan en la faceta trocantérica lateral y el fascículo posterior y la parte restante del fascículo medio se inserta en la faceta posterosuperior del trocánter mayor. Su inervación proviene del nervio glúteo superior. <sup>(10)</sup>

**Músculo Glúteo menor :**

El segundo músculo importante en la abducción de cadera es el glúteo menor, se origina entre las espinas ilíacas inferiores anteriores y posteriores a lo largo de la línea glútea media. Su inervación proviene también del nervio glúteo superior. Las facetas de inserción del glúteo medio y del glúteo menor están separadas de una zona desprovista de inserciones tendinosas, la llamada "zona calva". <sup>(10)</sup>

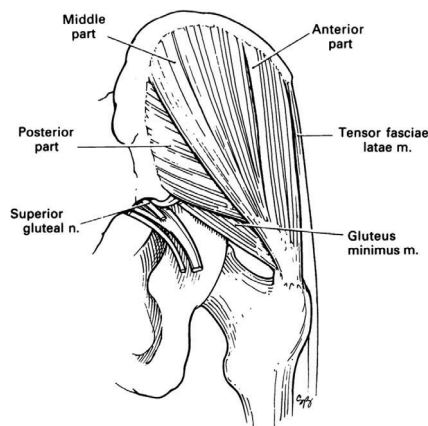


*Fuente : Parvaresh KC et al. (2019) <sup>(11)</sup>*

*Fig.1 : Vista lateral de la anatomía de los músculos de la cadera: del glúteo medio y del glúteo menor. <sup>(11)</sup>*

**Músculo Tensor fascia lata :**

El tensor de la fascia lata permite también la abducción de cadera. El glúteo mayor también se inserta en la fascia lata para formar el tracto iliotibial. Esta banda desciende por la cara lateral del muslo hasta insertarse a nivel del cóndilo lateral de la tibia (tubérculo de Gerdy). Este músculo también está innervado por el nervio glúteo superior. <sup>(12)</sup>



*Fuente : Gottschalk F et al. (1989) <sup>(13)</sup>*

*Fig.2 : Vista postero-lateral del glúteo medio, del glúteo menor y del Tensor fascia lata. <sup>(13)</sup>*

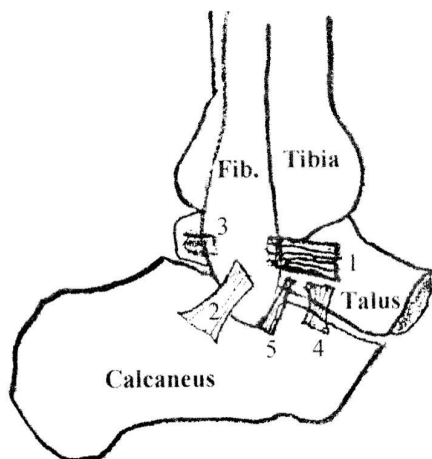
### 1.3.3. Anatomía del tobillo

El complejo del tobillo comprende 3 articulaciones : la articulación talocrural, la articulación subtalar y la sindesmosis tibiofibular distal. Estas 3 articulaciones trabajan en conjunto para permitir el movimiento coordinado del retropié. <sup>(14)</sup>

Los 3 principales factores que contribuyen a la estabilidad del tobillo son la congruencia de las superficies articulares cuando las articulaciones están cargadas, las restricciones ligamentosas estáticas y las unidades musculotendinosas, que permiten la estabilización dinámica de las articulaciones. <sup>(14)</sup>

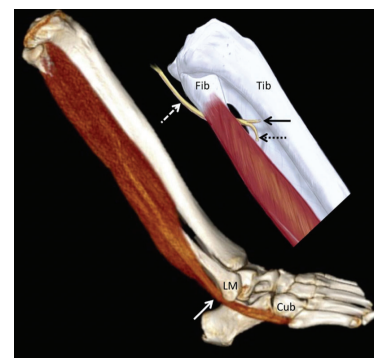
Los ligamentos laterales del tobillo son los que permiten frenar este movimiento de inversión. Están compuestos por el ligamento peroneoastragalino anterior, el ligamento peroneoastragalino posterior y el ligamento peroneo calcáneo. <sup>(15,16)</sup>

Los músculos peroneo largo y peroneo corto parecen los músculos más importantes para contrarrestar a una inversión brusca porque son los músculos más importantes que producen el movimiento de eversión. Si la magnitud de este momento de supinación supera la magnitud de un momento de pronación compensatorio producido por los músculos peroneo largo, peroneo corto y los ligamentos laterales, se produce una inversión excesiva y una rotación interna del retropié, lo que probablemente cause lesiones en los ligamentos laterales. <sup>(15)</sup>



*Fuente : Hertel J., et al. (2002) <sup>(15)</sup>*

*Fig. 3 : Ligamentos del tobillo: (1) ligamento peroneoastragalino anterior, (2) ligamento peroneocalcáneo, (3) ligamento peroneoastragalino posterior, (4) ligamento cervical y (5) ligamento talocalcáneo lateral. <sup>(15)</sup>*



*Fuente : Hallinan JTPD et al. (2019) <sup>(17)</sup>*

*Fig. 4 : Anatomía del peroneo largo. <sup>(17)</sup>*

## 1.4. Etiología

El esguince de tobillo es una lesión que producto de un movimiento extremo del tobillo conlleva a la distensión o desgarro de alguna de las estructuras ligamentosas que mantienen el tobillo en su lugar. El estiramiento excesivo o el desgarro parcial de uno o más ligamentos ocasiona dolor, dificultad para caminar e inflamación y como consecuencia de la rotura de los vasos sanguíneos también ocasiona la aparición de hematomas en la ubicación de la estructura ligamentosa lesionada. Un esguince lateral de tobillo puede provocar lesiones en las estructuras musculotendinosas laterales, con el resultado de un desgarro tendinoso, una distensión intramuscular o una subluxación tendinosa. <sup>(18)</sup>

La estabilización dinámica del complejo del tobillo depende de la musculatura adyacente y, lateralmente, incluye el peroneo largo y peroneo corto. Parece que el tibial anterior y el extensor largo y corto de los dedos controlan excéntricamente la flexión plantar del tobillo. Dado que los esguinces laterales de tobillo suelen producirse en flexión plantar, se cree que estos músculos también protegen contra las lesiones. <sup>(18)</sup> Sin embargo, tanto las reacciones periféricas como las centrales de una respuesta muscular son probablemente demasiadas lentas para proteger contra una fuerza de inversión repentina. Ashton-Miller et al. <sup>(19)</sup> estimaron que el lapso del movimiento de inversión al aterrizar puede ser tan corto como 40 milisegundos. Konradsen et al. <sup>(20)</sup> informaron de que una reacción protectora dinámica del músculo peroneo largo y peroneo corto tardaría al menos 126 milisegundos en producirse tras una perturbación de inversión repentina e inesperada del tobillo. Esto incluye 54 milisegundos para el tiempo de reacción de la actividad electromiográfica inicial tras el inicio de la perturbación de la inversión y 72 milisegundos de retardo electromecánico necesario para generar fuerza en el músculo después de que se haya iniciado la actividad electromiográfica. <sup>(15)</sup>

Lo que permite concluir que la contracción muscular anticipatoria puede ser más importante para proteger contra las lesiones de inversión del tobillo que una respuesta reflexiva. La acción muscular anticipatoria puede aumentar la rigidez muscular activa y, por tanto, la rigidez de la articulación, al tiempo que aumenta la sensibilidad del huso muscular al estiramiento. <sup>(15,18)</sup>

Por lo tanto, existe un evento desencadenante para que se produzcan los esguinces de tobillo. Parecen producirse como consecuencia de una inversión rápida y repentina y de una carga de rotación interna del complejo pie-tobillo, independientemente de la posición en el plano sagital. <sup>(21)</sup>



*Fuente : Dufour M et al. (2017) <sup>(22)</sup>*

*Fig. 5: Mecanismo de inversión. <sup>(22)</sup>*

## 1.5. Diagnóstico

Los clínicos deben utilizar los hallazgos clínicos de nivel de función, laxitud ligamentosa, hemorragia, sensibilidad puntual, movimiento total del tobillo, hinchazón y dolor para clasificar a un paciente con esguince agudo de tobillo del ligamento del tobillo en la categoría de esguince y distensión del tobillo de la “International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems” (ICD) (S93.4), y en la categoría asociada basada en la discapacidad de la “International Classification of Functioning, Disability and Health” (ICF) de estabilidad del tobillo (b7150 estabilidad de una sola articulación) y discapacidades de coordinación del movimiento (b7601 control de movimientos voluntarios complejos). <sup>(18)</sup>

Los esguinces laterales de tobillo agudos suelen caracterizarse en función de la gravedad de la lesión. Los esguinces laterales de tobillo se clasifican en I, II y III para representar la extensión y la gravedad del daño ligamentario, siendo el grado I el menor y el grado III el tipo de lesión más grave. <sup>(18,23)</sup> Esto dio lugar a una clasificación de los grados de lesión que es la siguiente :

**Grado I :** No hay pérdida de función ni laxitud ligamentosa (pruebas de cajón anterior e inclinación talar negativas), poca o ninguna hemorragia, no hay sensibilidad puntual, disminución del movimiento total del tobillo de 5° o menos, e hinchazón de 0,5 cm o menos. <sup>(18)</sup>

**Grado II** : Existe una pequeña pérdida de función con una prueba de cajón anterior positiva (afectación del ligamento talofibular anterior), prueba de inclinación del talar negativa (no hay afectación del ligamento calcaneofibular), hemorragia, sensibilidad puntual, disminución de la moción total del tobillo superior a 5° pero inferior a 10°, e hinchazón superior a 0,5 cm, pero inferior a 2,0 cm. <sup>(18)</sup>

**Grado III** : pérdida casi total de la función con pruebas de cajón anterior y de inclinación del astrágalo positivas, hemorragia, sensibilidad puntual extrema, disminución del movimiento total del tobillo superior a 10°, hinchazón superior a 2,0 cm. Las lesiones de grado III se dividen a su vez según los resultados de la radiografía de esfuerzo, siendo el movimiento del cajón anterior de 3 mm o menos en el grado IIIA y el movimiento de más de 3 mm en el grado IIIB. <sup>(18)</sup>

Para tratar estas lesiones, la Sección Ortopédica de la “American Physical Therapy Association” (APTA) está trabajando en la creación de guías de práctica basadas en la evidencia para el tratamiento de fisioterapia ortopédica de pacientes con deficiencias musculoesqueléticas descritas en la Clasificación Internacional del “International Classification of Functioning, Disability and Health” (ICF). de la Organización Mundial de la Salud. <sup>(18)</sup>

## 1.6. Mecanismo lesional y factores de riesgo

Existen diferentes factores de riesgo que pueden provocar un esguince de tobillo. Se dividen en factores de riesgo intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos describen las características de un individuo que aumentan su riesgo de sufrir un esguince lateral de tobillo y los factores extrínsecos describen las características externas al individuo que pueden ponerlo en riesgo de sufrir un esguince lateral de tobillo. Se puede repartir los factores de riesgos según el estado del tobillo: inestabilidad crónica de tobillo o esguince lateral agudo de tobillo. <sup>(18)</sup>  
(ANEXO 1)

### 1.6.1. Factores de riesgo de la inestabilidad crónica de tobillo

- Individuos que tienen una curvatura talar incrementada, una disminución de fuerza concéntrica inversora de tobillo, necesitan un tiempo prolongado para estabilizarse tras un salto, o un desequilibrio postural. <sup>(18)</sup>
- No usan un soporte externo. <sup>(18)</sup>
- No realizaron un programa de ejercicios de equilibrio o propiocepción después de un esguince lateral agudo de tobillo. <sup>(18)</sup>



## 1.6.2. Factores de riesgo del esguince lateral agudo de tobillo

### FACTORES INTRÍNSECOS

- Individuos que ya han sufrido de un esguince de tobillo anterior. <sup>(18)</sup>
- Características musculoesqueléticas:
  - Control postural
  - Propiocepción
  - Falta de dorsiflexión
  - Alineación anatómica y laxitud de los ligamentos. <sup>(18)</sup>
- Fuerza muscular : La fuerza inadecuada de los músculos de la articulación del tobillo y la cadera puede aumentar el riesgo de sufrir un esguince de tobillo. <sup>(21)</sup>
- Sobrepeso : Un jugador con sobrepeso que tenía un esguince de tobillo previo tenía 19 veces más probabilidades de sufrir un esguince de tobillo sin contacto que un jugador de peso normal sin esguince de tobillo previo. <sup>(24)</sup>
- Equilibrio : Jugadores que sufrieron un esguince de tobillo tuvieron puntuaciones más bajas en Star Excursion Balance Test (**SEBT**) en dirección anterior (**SEBT-ANT**) en comparación con los jugadores que no sufrieron un esguince de tobillo. <sup>(25)</sup>
- Déficit de fuerza de los abductores de cadera. <sup>(3)</sup>

En relación con la edad y el género, un reciente estudio epidemiológico de la “National Collegiate Athletic Association” (NCAA) mostró que no hay diferencia en la probabilidad de sufrir de un esguince de tobillo entre las mujeres y los hombres. <sup>(26)</sup> Se observó que los varones entre 15 y 24 años y las mujeres mayores de 30 años presentaban una mayor incidencia de esguinces de tobillo que sus homólogos respectivos. Las mujeres tuvieron un mayor riesgo de lesiones de grado I (menos graves), mientras que no se observó diferencia de género en las lesiones de grado II o grado III (más graves). <sup>(18)</sup>

## FACTORES EXTRÍNSECOS

- Los futbolistas que no utilizaron una tobillera con cordones. <sup>(18)</sup>
- Soportes externos : incluyendo tanto el vendaje como la tobillera, reduce la incidencia de los esguinces de tobillo. <sup>(18)</sup>
- Los futbolistas con antecedentes de esguince de tobillo previo que no participaron en un programa de entrenamiento del equilibrio, de propiocepción o que no participaron en un programa de calentamiento neuromuscular. <sup>(18)</sup>
- La superficie del campo puede tener una influencia. Se observó un mayor riesgo de lesiones de tobillo al jugar en césped artificial de tercera y cuarta generación. <sup>(27)</sup>

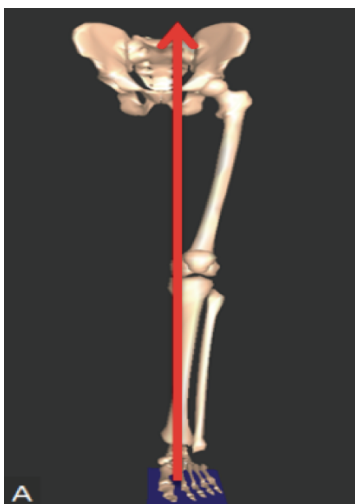
### 1.6.3. Relación abductores-esguince de tobillo

Como se ha explicado en los apartados anteriores, existen diferentes factores de riesgo para un esguince de tobillo. Dado el objetivo de este trabajo, se focalizará en un factor de riesgo que parece tener una influencia en los esguinces de tobillo que es el déficit de fuerza de los abductores de cadera.

Existe una relación entre la biomecánica de la pelvis y la del tobillo. La debilidad de un músculo estabilizador, como el glúteo medio, puede producir desviaciones en el movimiento de la articulación y la consiguiente pérdida de estabilidad. El déficit de fuerza de los abductores de cadera podría conducir a una inclinación más frontal de la pelvis y del tronco durante el fútbol, lo que podría inducir un control insuficiente del centro de gravedad y que provoca adaptaciones neuromusculares compensatorias en el tobillo. <sup>(28)</sup> Durante los cambios de equilibrio, el desplazamiento lateral excesivo e incontrolable del centro de gravedad y del centro de presión (*Center of Pressure= COP*) provoca un aumento del balanceo lateral, lo que hace que el borde lateral del pie actúa como punto de apoyo, con la consiguiente inversión del tobillo. <sup>(29)</sup>

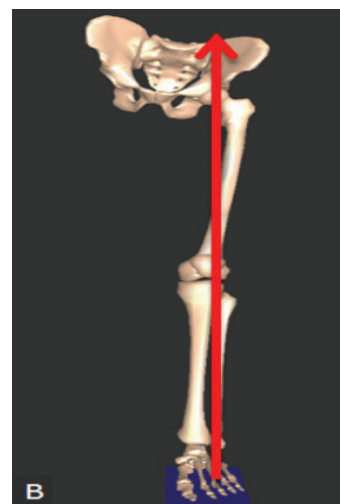
Otro mecanismo posible es el error de colocación del pie que no puede ser corregido por la culpa del déficit de fuerza de los abductores. <sup>(3,30)</sup> Los errores en la colocación del pie se corrigen en la articulación de la cadera o en la articulación subastragalina, que trabajan en sinergia, y los grandes errores en la colocación del pie se corrigen en la cadera. Por eso, un déficit de fuerza en los abductores modifica la biomecánica del tobillo y no permite la corrección de los errores de colocación del pie. El control del movimiento pélvico por la fuerza de los abductores es fundamental para mantener el equilibrio corporal total. <sup>(31)</sup>

Además, las personas con déficit de fuerza en los abductores de la cadera mostraron una mayor activación y un inicio más temprano de los eversores del tobillo en un esfuerzo por evitar la inversión excesiva del tobillo. Los individuos con una fuerza de abducción de la cadera disminuida han demostrado una activación neuromuscular del tobillo alterada durante las tareas de equilibrio y se ha mostrado que un déficit de fuerza de la cadera preexistente puede servir como predictor de una lesión del tobillo. Existe una influencia del movimiento frontal de la cadera en los momentos eversores e inversores del tobillo. En la *Fig. 6* la cadera esta en posición neutra. Mientras que en la *Fig. 7* esta en abducción excesiva además de la inclinación lateral del tronco, lo que provoca un desplazamiento lateral del centro de presión y un aumento del momento inversor del tobillo lo que puede conllevar a un esguince de tobillo. Por lo tanto, un fortalecimiento de los abductores de cadera puede mejorar la estabilidad y entonces disminuir el riesgo de lesiones. <sup>(32)</sup>



*Fuente* : Lee S-P, Powers CM (2014) <sup>(32)</sup>

*Fig. 6* : Cadera en posición Neutra. <sup>(32)</sup>



*Fuente* : Lee S-P, Powers CM (2014) <sup>(32)</sup>

*Fig. 7* : Abducción excesiva de cadera e inclinación lateral del tronco. <sup>(32)</sup>

### 1.7. Prevención mediante el fortalecimiento muscular

La prevención de las lesiones en el mundo del deporte es algo muy importante tanto a nivel económico como a nivel social. Efectivamente, una lesión tiene consecuencias a nivel de la salud mental del jugador, pero también a nivel económico para los clubes. Un jugador importante no puede lesionarse y por eso se plantea un programa de prevención para las lesiones más frecuentes en función de cada deporte. En el deporte que nos interesa, el fútbol, existen muchos factores de riesgo para cada patología. El trabajo de los fisioterapeutas, de los preparadores físicos, de los médicos... es de saber cuáles son los factores de riesgo para las patologías específicas de su deporte y evitarlas para que las lesiones sean lo menos frecuentes posible. <sup>(1)</sup>

Como en el fútbol, los esguinces de tobillo, son una de las lesiones más frecuentes, es un gran reto para el cuerpo médico de cada club intentar evitar estas lesiones. Ya se conoce algunos tipos de programas de prevenciones para evitar los esguinces de tobillo tanto de manera aguda como recurrente. Pueden ser basados en un programa de fortalecimiento de la musculatura intrínseca del pie, en el fortalecimiento de la musculatura del tobillo, mediante la ejecución de un buen calentamiento antes de cada partida y entrenamiento o también con un trabajo de propiocepción. <sup>(33)</sup>

Hoy en día, todas estas técnicas funcionan y disminuyen la tasa de incidencia de los esguinces de tobillo, pero todavía se queda como una de las lesiones más frecuentes. Por todo ello, nos interesa saber si se puede encontrar o destacar algunos aspectos de la prevención que pueden olvidarse en la era de la prevención de lesiones.

### 1.7.1. Fortalecimiento muscular

Uno de los conceptos importantes a la hora de evitar estas lesiones es el concepto de fortalecimiento muscular que engloba todos los procesos, métodos y técnicas destinados a mejorar la fuerza muscular y sus diversos componentes. Así, el fortalecimiento muscular tendrá como objetivo mantener y aumentar la capacidad muscular desde el punto de vista energético dominante (sistemas aeróbico, anaeróbico, láctico, aláctico y sus combinaciones), fisiológico (componentes musculares, factores nerviosos) y los parámetros de fuerza, potencia y velocidad. Para ello, se trabajarán las diferentes modalidades de fuerza muscular según el objetivo deseado (Fuerza-Velocidad, Fuerza-Máxima y Fuerza-Resistencia). El fortalecimiento muscular en el campo de la fisioterapia tiene como objetivo la rehabilitación temprana hasta el reentrenamiento al esfuerzo. <sup>(34)</sup>

### 1.7.2. Fisiología del fortalecimiento muscular

Las fibras lentas tipo I tardan más en contraer el músculo, se utilizan para movimientos que requieren resistencia, por ejemplo, caminar, porque pueden soportar las contracciones musculares durante un período prolongado. Las fibras rápidas tipo II (a y b) se reclutan cuando el movimiento requiere fuerza y potencia muy rápidamente, durante un sprint, por ejemplo. Se contraen rápidamente, pero también se cansan muy rápidamente. <sup>(34)</sup>

La proporción, según el músculo, de fibras de tipo I, IIa y IIb le confiere una característica fisiológica propia. El aumento de fuerza se debe principalmente a adaptaciones nerviosas. El factor principal de graduación de la fuerza es la mejora de la sincronización de las unidades motoras. También hay una mejor coordinación y activación muscular, una mejor coordinación entre músculos agonistas y antagonistas, y una sincronización intramuscular. Dos tipos de adaptaciones aparecen durante la construcción muscular bien realizada: un aumento en la fuerza muscular y una hipertrofia muscular. <sup>(34)</sup>

### 1.7.3. Medición de fuerza como método de diagnóstico

Como método preventivo se puede evaluar las cualidades musculares en cada movimiento con tres parámetros <sup>(34)</sup>:

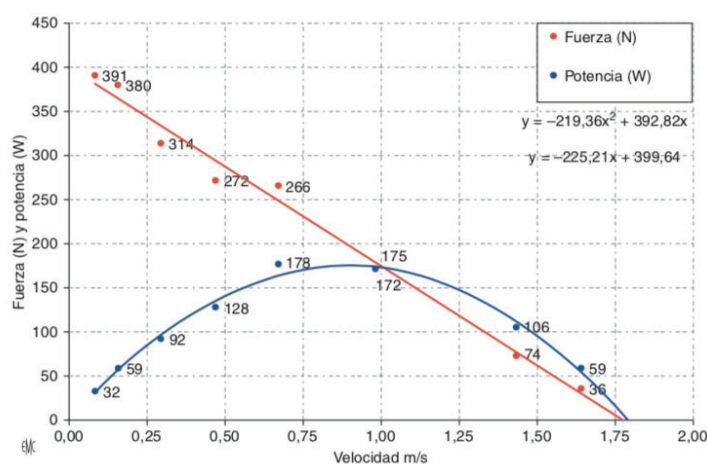
- La fuerza máxima desarrollada.
- La potencia máxima producida.
- La velocidad máxima alcanzada.

Para analizar los parámetros de fuerza y velocidad, se puede utilizar 2 tipos de herramientas <sup>(34)</sup>:

- Sistema isocinético (medir la fuerza a velocidad constante).
- Sistema de video o acelerométrico (medir velocidad con fuerza o carga constante).

El método isocinético aplica una velocidad constante para obtener una contracción muscular concéntrica máxima cualquiera que sea la contracción muscular. La resistencia se adapta a la fuerza desarrollada por el grupo muscular. <sup>(34)</sup>

Este test se hace primero a velocidad lenta con contracciones concéntricas (60°/s) y luego de forma rápida con contracciones excéntricas (90°, incluso 120°/s). Al final, en la Fig. 8, cuando se recuperan todos los datos obtenidos es posible obtener un gráfico fuerza-velocidad. Dos atletas con la misma potencia máxima pueden presentar diferentes perfiles Fuerza-Velocidad y mediante el análisis del gráfico, permitirá individualizar y programar el fortalecimiento muscular para cada paciente. <sup>(34)</sup>



*Fuente:* Hubert L. et al. (2017) <sup>(34)</sup>

*Fig. 8:* Ejemplo de relación fuerza-velocidad obtenida durante un press de banca con ergómetro isocinético. <sup>(34)</sup>

#### 1.7.4. Efectos del entrenamiento sobre la fuerza muscular

Existen muchos métodos de fortalecimiento muscular. Se caracterizan por diferentes variables. Las más importantes son los diferentes tipos de contracciones para el fortalecimiento muscular. <sup>(34)</sup>

Los fisioterapeutas deben determinar el tipo de trabajo muscular adaptado a las necesidades de su paciente. Porque la adaptación muscular proviene de una buena elección de los métodos de entrenamiento. <sup>(34)</sup>

**Excéntrico** : Hay un alargamiento de las fibras musculares. La contracción muscular excéntrica se define por el alejamiento de los puntos de inserción muscular durante la contracción muscular. Se recomienda el trabajo excéntrico para el fortalecimiento y su efecto protector. Permite desarrollar una mayor fuerza muscular y solicitar un mayor número de fibras musculares. Permite aumentar la fuerza máxima por adaptación neural específica. <sup>(34)</sup>

**Concéntrico** : Hay un acortamiento visible de las fibras musculares y del músculo. La contracción muscular concéntrica se define por la unión de los puntos de inserción muscular durante la contracción muscular. Permite aumentar la potencia. <sup>(34)</sup>

**Isométrico** : Durante este tipo de contracción, los puntos de origen e inserción se mantienen constantes. Esto corresponde a la contracción voluntaria de los músculos agonistas y antagonistas, sin producción de movimiento, para inmovilizar los segmentos óseos. Este tipo de movimiento permite aumentar la fuerza máxima sin aumentar la masa. <sup>(34)</sup>

#### 1.7.5. Programa de prevención

La práctica del fútbol requiere diversas habilidades, como la resistencia, la agilidad, la velocidad, la comprensión técnica y táctica del juego. Todas estas técnicas se adquieren y perfeccionan durante el entrenamiento. Sin embargo, el riesgo de lesiones relacionadas con el fútbol es importante. Un entrenamiento óptimo debe incluir ejercicios específicos de prevención de lesiones. Porque las lesiones influyen en el rendimiento del jugador de fútbol de manera determinante e impacta en la salud del mismo, por lo tanto, su identificación y prevención son importantes. <sup>(35)</sup>

Uno de los programas preventivos más conocidos en el fútbol, es el “FIFA11+ Prevention Programme”. Se trata de un programa de calentamiento completo que pretende sustituir al tradicional calentamiento que precedía al entrenamiento. <sup>(36)</sup> **(ANEXO 2)**

Este programa de prevención se compone de 3 partes <sup>(34)</sup>:

**1a parte** : Ejercicios de carrera lenta combinados con estiramientos activos y contactos controlados con un compañero.

**2a parte** : Seis ejercicios para reforzar los músculos del tronco y de las piernas, el equilibrio, pliometría y agilidad. Cada uno con 3 niveles de dificultad.

**3a parte** : Ejercicios de carrera más rítmicos combinados con arranques y recuperaciones de apoyos.

Se ha demostrado que este programa de prevención FIFA 11+ fue eficaz en la reducción de lesiones de extremidades inferiores, isquiotibiales, rodilla y tobillo. <sup>(36)</sup> En nuestro caso, el aumento de fuerza de los músculos abductores de cadera debe formar parte de un programa más global, como el "FIFA11+ Prevention Programme" con el fin de prevenir de la mejor manera posible los esguinces de tobillo.

Además, es importante, si ya existe un esguince de tobillo, prevenir su cronicidad y utilizar este tipo de programa como medio de rehabilitación tras una lesión. Los sujetos del estudio de Brent I. Smith et al. (2017), han realizado un programa de fortalecimiento de los abductores de cadera, 3 veces por semana, durante 4 semanas con Theraband™. Estos sujetos con inestabilidad crónica de tobillo mostraron una mejora significativa en el control neuromuscular, la fuerza y su autopercepción relacionada con el deporte. <sup>(37)</sup> Los programas de fortalecimiento tienen un gran impacto en la salud de los deportistas. Tanto a nivel preventivo como durante la rehabilitación de una lesión. Se necesita una combinación de ejercicios de trabajo de la musculatura del tronco, de las piernas, un trabajo de control neuromuscular, del equilibrio, de la pliometría y de la agilidad.

## 1.8. Justificación del trabajo

El esguince de tobillo es una de las lesiones más comunes en el deporte y todavía más en los deportes de salto y cambios de direcciones como el fútbol, el baloncesto, el balonmano. El fútbol es el deporte más popular del mundo y nos parece interesante enfocarnos en un deporte popular que todo el mundo conoce. Aún más, es uno de los deportes donde los esguinces de tobillo ocurren con más frecuencia. <sup>(3)</sup>

Aunque la casi totalidad de los jugadores se recuperan completamente después de su primera lesión aguda, es frecuente que se produzca una recaída o incluso que queden secuelas como la inestabilidad crónica de tobillo. <sup>(4)</sup> Hasta el 70 % de las personas que sufren un esguince de tobillo agudo pueden desarrollar una discapacidad física residual, que puede incluir inestabilidad crónica de tobillo. <sup>(7)</sup>

Ya se sabe que existen muchos factores de riesgo para que se produzca esguince de tobillo agudo o esguince de tobillo a repetición. Sin embargo, uno de los factores de riesgo que sigue siendo controvertido es la influencia de los abductores de cadera en la tasa de incidencia de los esguinces de tobillo. <sup>(4)</sup>

Por ello, nos interesa saber a qué nivel y cómo actúan los abductores de cadera y la influencia que tienen en la tasa de incidencia de los esguinces de tobillo. Sería interesante también valorar la posibilidad de incluir un programa de fortalecimiento general o si se debe enfocar específicamente en este grupo de músculos.



## 2. Hipótesis de trabajo y Objetivos

### **Hipótesis :**

**¿Existe una relación entre un déficit de fuerza de los abductores de cadera y la incidencia de los esguinces de tobillo?**

**¿Puede un programa de prevención centrado en el fortalecimiento de los abductores de la cadera contribuir a reducir el número de personas que padecen de esguinces de tobillo o de inestabilidad crónica de tobillo?**

### **Objetivo Principal :**

- Analizar la eficacia de un programa de fortalecimiento de los abductores de cadera para contribuir a reducir los esguinces de tobillo o inestabilidad crónica de tobillo.
- Relacionar el déficit de fuerza de los abductores de cadera con la tasa de incidencia de los esguinces laterales de tobillo.

### **Objetivos Secundarios :**

- Demostrar que un déficit de fuerza de los abductores de cadera modifica la biomecánica del tobillo.
- Analizar la importancia de diagnosticar durante la pretemporada los jugadores de alto riesgo con pruebas de fuerza muscular de los abductores de cadera como medio preventivo para las lesiones del tobillo.
- Investigar si el fortalecimiento por sí solo es suficiente para prevenir esguince de tobillo o si se debe incluir en un programa de prevención más completo.

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Diseño general del estudio

Para responder a la pregunta de trabajo planteada en la introducción de nuestra memoria se ha llevado a cabo una búsqueda en diferentes bases de datos científicas.

Durante la investigación, los artículos seleccionados destacan las relaciones y el impacto de los músculos abductores de cadera y su impacto en los esguinces de tobillo en inversión. El objetivo será poner de relieve o no el interés de un fortalecimiento muscular como medio preventivo en la disminución de los esguinces de tobillo en el futbolista.

En vista de los resultados, se evaluará el interés que podría tener este fortalecimiento de los músculos abductores de cadera en los futbolistas.

Las características del estudio siguen el siguiente esquema PICO (Paciente, Intervención, Comparación, Resultados) :

- **P** Atleta en los deportes de cambio de dirección.
- **I** Fortalecimiento de los abductores de cadera.
- **C** Déficit o ningún tipo de intervención específica a nivel de los abductores.
- **O** Disminución de la incidencia de los esguinces de tobillo en inversión.

#### 3.2. Bases de datos

Para llevar a cabo esta revisión bibliográfica se utilizaron los buscadores de bibliotecas Pubmed, Google Scholar, Cochrane Library y la Biblioteca CRAI José Planas (Online) con los siguientes parámetros avanzados : CINAHL, Rehabilitation and Sports Medicine Source, MEDLINE Complete, SPORTDiscus para obtener los artículos más interesantes y relevantes sobre el tema estudiado. Estas bases de datos han sido seleccionadas porque son referencias para realizar investigaciones en medicina y ciencias de la salud. Incluyen un gran número de referencias y son de libre acceso.

#### 3.3. Key words/ Palabras claves

Para los datos citados, las palabras claves de búsqueda utilizadas fueron las siguientes (en inglés) : *Hip strength, Hip abductor, Ankle sprain, Ankle Instability, Prevention, Rehabilitation, Gluteal Muscles*. Se ha utilizado los operadores booleanos ingleses : “AND” (y) y “OR” (o). Se ha decidido de buscar estas palabras claves en el título, en el abstract y en las palabras claves de cada artículo para tener un número de artículos más amplio.

### 3.4. Criterios de inclusión y exclusión

Nuestra búsqueda bibliográfica se llevó a cabo utilizando criterios de inclusión y exclusión que nos permitieron obtener, con mayor precisión, nuestros resultados de búsqueda. Estos criterios se pueden encontrar en la siguiente tabla.

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ensayos Clínicos Aleatorizados.</li> <li>● Ensayos en seres humanos.</li> <li>● Artículos en inglés.</li> <li>● Artículos con una puntuación superior o igual a 5 en la escala de valoración PEDro.</li> <li>● Menos de 10 años.</li> <li>● Sujetos mayores de edad (&gt;18 años).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Estudios más antiguos que 2012.</li> <li>● Artículos con una puntuación en la escala PEDro inferior a 5/10.</li> <li>● Sujetos superiores a 40 años e inferior a 18.</li> <li>● Estudios en animales.</li> <li>● Artículos que aparecen en varios bases de datos.</li> <li>● Estudios que no sean ensayos clínicos aleatorizados.</li> </ul>

*Tabla 1: Tabla de presentación de los criterios de inclusión y de exclusión.*

### 3.5. Escala de valoración metodológica (escala de Pedro)

La calidad metodológica de los artículos seleccionados se evalúa gracias a la escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database). Es adecuada para ensayos clínicos en el campo de la fisioterapia y nos permite verificar la validez científica de los estudios. La escala PEDro consiste en una puntuación de 10 puntos de un ensayo clínico.

Los artículos seleccionados para la formación del corpus bibliográfico tienen un mínimo de 5 sobre 10 puntos.

#### 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:

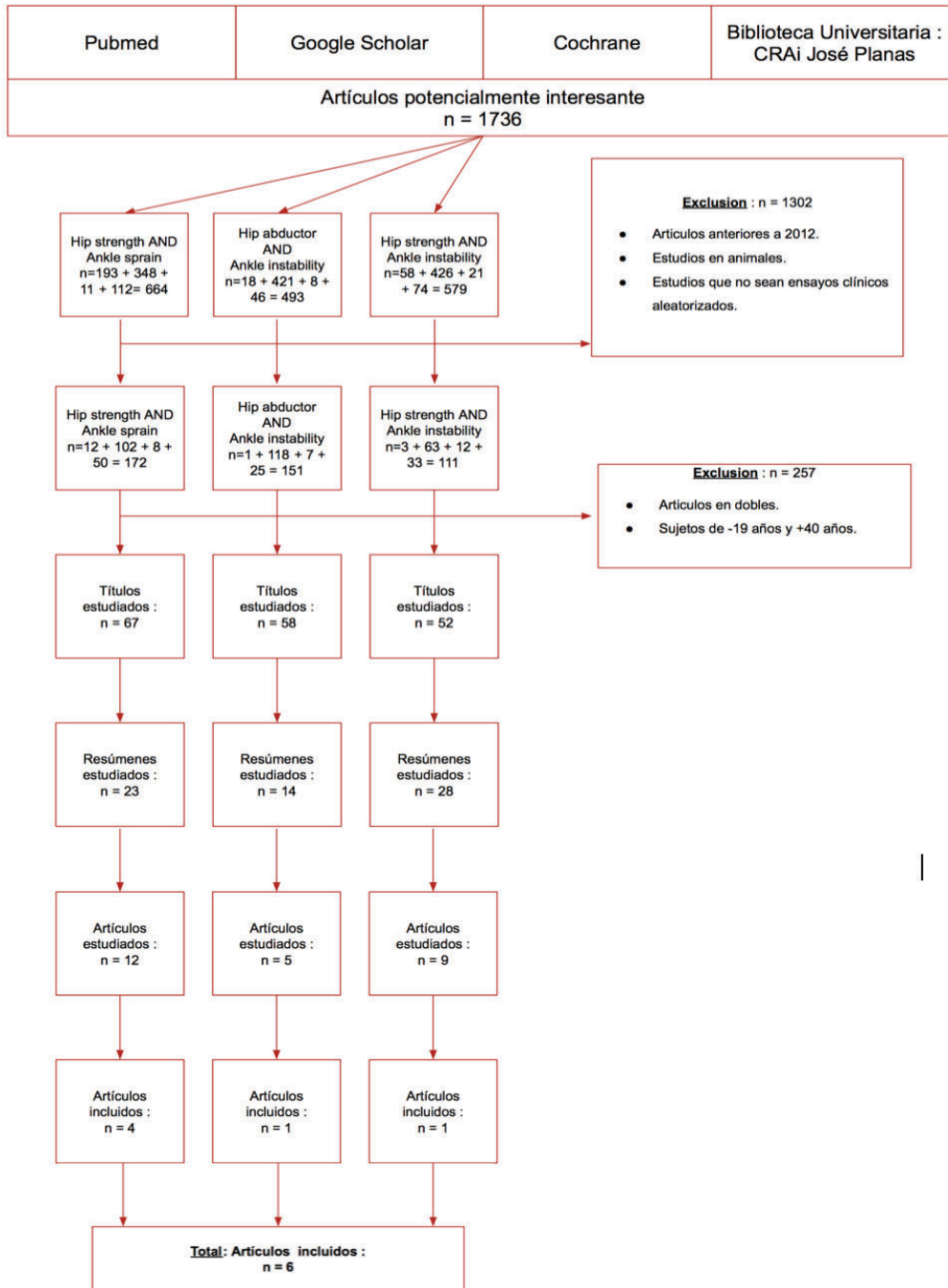
*Fuente: Herbert R. et al. (2000) <sup>(38)</sup>*

*Fig. 9: Escala PEDro con los 11 criterios detallados. <sup>(38)</sup>*

### 3.6. Proceso de búsqueda de los artículos del estudio

Tras llevar a cabo la búsqueda y analizada la calidad de estos mediante la aplicación de la escala Pedro con una puntuación superior o igual a 5 puntos sobre 10. En el momento de la elegibilidad, un artículo se excluye si su calificación es inferior a 5.

En total se incluyen 6 artículos en la síntesis final. Se trata de ensayos clínicos aleatorizados.



*Fuente : Elaboración Propia.*

*Fig. 10 : Proceso de búsqueda de los artículos del estudio.*

### 3.7. Evaluación Pedro de los artículos

Artículos	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	TOTAL
Brent I. Smith et al. (2017) <sup>(37)</sup>	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	7/10
Lee S-P & Powers C.M. (2013) <sup>(39)</sup>	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	5/10
Lee S-P & Powers C.M. (2014) <sup>(32)</sup>	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	5/10
Ryan S. McCann et al. (2017) <sup>(40)</sup>	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/10
Ryan S. McCann et al. (2018) <sup>(41)</sup>	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	7/10
Simone Gafner et al. (2018) <sup>(42)</sup>	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	5/10

*Tabla 2.: Valoración detallada de la escala PEDro para todos los artículos seleccionados.*

## 4. Resultados

### 4.1. Resultados analíticos

Tras analizar los resultados, se ha observado que no todos los artículos tienen los mismos objetivos y es por eso que tienen criterios de intervención diferentes. Esta revisión bibliográfica se enfoca en la comparación y el análisis de las siguientes variables: la fuerza muscular de los abductores de cadera y sus relaciones con la activación neuromuscular del peroneo largo, el equilibrio y el desplazamiento del centro de presión.

Ciertos de estos artículos analizan la fuerza muscular y el equilibrio<sup>(37,40,41)</sup> y otros valoran la activación neuromuscular del peroneo largo.<sup>(32,39,42)</sup> Además, los estudios de Lee S-P y Powers C.M. en 2013<sup>(39)</sup> y 2014<sup>(32)</sup> analizan un criterio adicional que es el desplazamiento del centro de presión. Por otra parte, el estudio de Gafner SC. et al.<sup>(42)</sup> analiza la cinemática del tobillo en el plano sagital.

Todos los estudios de nuestra revisión bibliográfica analizan los músculos abductores de cadera. También, algunos estudios han valorado los rotadores externos de cadera<sup>(37,40,41)</sup> y los extensores de cadera.<sup>(40,41)</sup>

La valoración del equilibrio difiere también según los estudios. Los estudios de Brent I. Smith et al. y Ryan S. McCann et al. en 2017 valoran el equilibrio dinámico con el SEBT.<sup>(37,40)</sup> Mientras que Ryan S. McCann et al. en 2018<sup>(41)</sup> evalúa el éxito o el fracaso de una prueba de estabilización y su tiempo de estabilización. El estudio de Brent I. Smith et al.<sup>(37)</sup> estudia al mismo tiempo el equilibrio con el Balance Error Scoring System (**BESS**) asociado a la valoración con el SEBT.

Además, el estudio de Brent I. Smith et al. es el único que ha realizado un programa de fortalecimiento. Este programa se realiza 3 veces por semana, durante 4 semanas, con 3 series de 20 repeticiones para los dos ejercicios de fortalecimiento de los músculos abductores y rotadores laterales de cadera. Cada semana la resistencia aumenta por cambio de bandas.<sup>(37)</sup>

Por último, se ha utilizado un cuestionario para los sujetos del estudio de Brent I. Smith et al. que son el Foot and Ankle Ability Measure- Activity of daily living (**FAAM-ADL**) y el Foot and Ankle Ability Measure- Sports subscale (**FAAM-Sports**). La inestabilidad funcional del tobillo se ha definido de varias maneras. Con todas las variaciones en la definición de inestabilidad funcional del tobillo, es cada vez más importante desarrollar un marco más coherente para evaluarla. Es muy importante que los sujetos puedan recordar y comunicar sus síntomas de forma sistemática. Proporciona información sobre los antecedentes de esguinces de tobillo, la gravedad de las lesiones y la presencia de inestabilidad durante diversas actividades. Lo que permite una investigación más precisa y más relevante en los estudios centrados en los esguinces de tobillo.<sup>(37)</sup>

Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados (Grupo Inter)
Brent I. Smith et al. (2017) <sup>(37)</sup> PEDro: 7/10	<p><b>Objetivos:</b> Examinar los efectos del fortalecimiento de la cadera en los resultados clínicos y autoinformados en pacientes con inestabilidad crónica de tobillo.</p> <p><b>Hipótesis:</b> El fortalecimiento de los músculos de la cadera mejora los síntomas clínicos y los resultados autoinformados de los pacientes que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.</p>	<p><b>27 deportistas de la National Collegiate Athletic Association:</b> -12 hombres. -14 mujeres.</p> <p><b>Edad:</b> 20.9±1.5 años. <b>Altura:</b> 170.0±12.7 cm. <b>Peso:</b> 77.5±17.5 kg.</p> <p><b>2 Grupos:</b> -Grupo Intervención. (n=13) -Grupo Control (n=14) con 1 participación interrumpida: Grupo Control. (n=13)</p>	<p><b>Duración:</b> 4 semanas.</p> <p>3x/semana.</p> <p><b>Grupo Intervención:</b> 3 series de 20 repeticiones de resistencia progresiva con Theraband. Se aumenta la resistencia cada semana. Solo del lado afectado.</p> <p><b>Grupo Control:</b> No hace ejercicios de resistencia.</p>	<p>Antes y después de la intervención.</p> <p><b>Fuerza:</b> Rotación externa y abducción de cadera con un dinamómetro manual.</p> <p><b>Equilibrio:</b> BESS.</p> <p>SEBT:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• SEBT-ANT.</li> <li>• SEBT Posteromedial. (<b>SEBT-PM</b>)</li> <li>• SEBT Posterolateral. (<b>SEBT-PL</b>)</li> </ul> </p> <p><b>Función Percibida:</b> FAAM-ADL.</p> <p>FAAM-Sports.</p> <p><b>Orden:</b> El orden de las pruebas fue aleatorio para controlar el efecto del orden.</p>	<p><b>Fuerza:</b> <b>Abducción C. (N)</b> Prétest: 360. Posttest:446. <b>Rotación Ext.</b> Prétest:173.5 Posttest:222.</p> <p><b>Equilibrio:</b> <b>BESS:</b> Pretest:23.9 Posttest:9.9 <b>SEBT-ANT:</b> Prétest:85.7 Posttest:93.1 <b>SEBT-PM:</b> Prétest:83.9 Posttest:96.3 <b>SEBT-PL:</b> Prétest:83.0 Posttest:95.4</p> <p><b>Función Per</b> <b>FAAM ADL:</b> Prétest:85.9 Posttest:92.4 <b>FAAM Sports</b> Prétest:72.1 Posttest:88.0</p>



Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados (Grupo Interven)
<p>Lee S-P, Powers CM. (2013) <sup>(39)</sup></p> <p>PEDro: 5/10</p>	<p><b>Objetivos:</b> Determinar si la fatiga de los abductores de cadera provoca cambios compensatorios en la activación neuromuscular del peroneo largo (un estabilizador lateral importante del tobillo) durante un aterrizaje unipodal.</p> <p><b>Hipótesis:</b></p> <p>La musculatura abductora de cadera tiene un papel en la estabilización del tobillo durante un aterrizaje unipodal.</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>30 mujeres entre 24 y 34 años.</p> <p><b>Grupos:</b></p> <p><u>Edad</u> : 29.0 +/- 3,5 años.</p> <p><u>Altura</u> : 164,0 +/- 7,1 cm.</p> <p><u>Peso</u> 59,3 +/- 9,1 kg.</p>	<p><b>Hip abductor fatigue protocol:</b></p> <p>Disminución de 50% de la fuerza de los abductores.</p> <p><b>Pruebas realizadas:</b></p> <p>- <b>Unipedal landing task</b></p> <p>Salto desde una plataforma elevada a 34 cm del suelo y permanecer lo más estable posible después del aterrizaje.</p> <p>-En total, se realizaron 3 pruebas de aterrizaje después de la fatiga.</p>	<p><b>Fuerza de reacción al suelo y COP:</b></p> <p>- El desplazamiento medio del COP medial-lateral.</p> <p>- El nivel de activación medio del peroneo largo durante la fase de desaceleración del aterrizaje.</p> <p>- Momento de activación del peroneo largo antes del contacto con el suelo.</p>	<p><b>-Desplazamiento del COP medio</b></p> <p>7.7 (1.5) vs. 9.2</p> <p><b>- Nivel de medio del peroneo</b></p> <p>75.1 (17.6) vs. % de la isométrica máxima Voluntary Contractions=M</p> <p><b>- Momento de del peroneo l del contacto suelo.</b></p> <p>88.9 (24.9) (25.7) ms.</p>

Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados
<p>Lee S-P, Powers CM. (2014) <sup>(32)</sup></p> <p>PEDro: 5/10</p>	<p><b>Objetivos:</b> El propósito del estudio es comparar la estabilidad postural entre individuos con una fuerza de los abductores de cadera diferente durante tareas de equilibrio unipodal y determinar si la disminución de la fuerza abductora de la cadera resulta en una mayor utilización de la estrategia del tobillo para mantener el equilibrio.</p> <p><b>Hipótesis:</b> Una fuerza abductora de cadera aumentada o disminuida modifica las estrategias del tobillo para mantener el equilibrio.</p>	<p><b>Población:</b> -45 mujeres.</p> <p><b>Test de fuerza y equilibrio:</b> 33% Superior: "Strong Group" (SG). (n=15 mujeres) 33% Inferior: "Weak Group" (WG). (n=15 hombres) No participan. (n=15 mujeres)</p> <p><b>2 Grupos:</b> <b>"Strong Group" (SG):</b> <u>Edad:</u> 27.1±2.8 años. <u>Altura:</u> 163.8±6.2 cm. <u>Peso:</u> 57.7±7.6 kg. <u>Fuerza Abductores Cadera:</u> 3.0±0.2 N/kg.</p> <p><b>"Weak Group" (WG):</b> <u>Edad:</u> 27.5±2.6 años. <u>Altura:</u> 167.3±6.0. <u>Peso:</u> 62.7±9.8. <u>Fuerza Abductores Cadera:</u> 2.1±0.2.</p>	<p><b>Ejercicios realizados:</b> -Tarea de ejercicio de equilibrio unipodal dinámico. -Tarea de ejercicio de equilibrio unipodal estático.</p>	<p><b>Cada medida se evalúa durante las tareas estáticas y dinámicas:</b> -Desplazamiento del COP medial-lateral (mm). -Momentos máximos inversor del tobillo (Nm/kg). -Momentos máximos eversor del tobillo (Nm/kg). -Activación neuromuscular del peroneo largo (% MVIC). -Activación neuromuscular del Tibial Anterior (% MVIC).</p>	<p><b>-Desplazamiento del C</b> <u>SG:</u> Estático (E):5.7 ± 0.6. Dinámico (D):13.8 ± 6.3 <u>WG:</u> E:6.2 ± 0.9. D:21.0 ± 12.9.</p> <p><b>-Momentos máximos (Nm/kg):</b> <u>SG:</u> E:0.19 ± 0.07. D:0.30 ± 0.12. <u>WG:</u> E:0.25 ± 0.06. D:0.38 ± 0.09.</p> <p><b>-Momentos máximos (Nm/kg):</b> <u>SG:</u> E:-0.02# ± 0.08. D:-0.02# ± 0.06. <u>WG:</u> E:0.04 ± 0.06. D:0.04 ± 0.06.</p> <p><b>-Activación neuomus (% MVIC):</b> <u>SG:</u> E:27.2 ± 13.4. D:44.0 ± 11.4.</p> <p><b>-Activación neuomus (% MVIC)</b> <u>SG:</u> E:12.5 ± 6.0. D:22.6 ± 8.7.</p>

Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados (Grupo Inter)
<p>Gafner SC. et al. (2018) <sup>(42)</sup></p> <p>PEDro: 5/10</p>	<p><b>Objetivos:</b> Evaluar la influencia de la fatiga de los abductores de cadera en la cinemática del tobillo en el plano sagital y la actividad de los músculos de la pierna durante un salto hacia adelante con una sola pierna.</p> <p><b>Hipótesis:</b> La fatiga de los abductores de cadera modifica la cinemática sagital del tobillo y tiene una influencia en la actividad muscular de los músculos de la pierna durante el aterrizaje de un salto a una pierna.</p>	<p><b>20 adultos activos:</b> -9 mujeres -11 hombres</p> <p>Edad: 30.3±4 años BMI: 23.6±2.8 kg/m2</p> <p><b>Exclusión:</b> -Lesiones de la extremidad inferior en el último año -Enfermedades crónicas -Dolor durante la ejecución de la tarea de salto, así como el movimiento de abducción de 30° -Medicación que podría interferir con la capacidad de saltar.</p>	<p><b>Protocolo de fatiga muscular:</b></p> <p><b>2 rondas de esfuerzo:</b></p> <p><b>Ronda 1:</b> Decúbito Lateral con pierna no dominante abajo en posición estable. Pierna dominante arriba, se debe tocar una barra (30° de abducción) a un ritmo de 60 veces por minuto. Cuando no es capaz de mantener este ritmo se acaba la ronda 1.</p> <p><b>Ronda 2:</b> 30 segundos de reposo y se repite el mismo protocolo.</p> <p>A partir de aquí se realizan las diferentes medidas.</p>	<p><b>Antes de la intervención:</b> -Registro de la actividad electromiográfica de superficie de referencia (postura con dos piernas) -Salto hacia delante con una sola pierna pre-fatigado -Medición de la MVIC pre-fatigada de los abductores de cadera de la pierna dominante.</p> <p><b>Después de la intervención:</b> -Medición del MVIC después de la fatiga -Análisis cinemática del tobillo. -Análisis electromiográfica y de músculos durante un salto hacia adelante con una sola pierna después de la fatiga: Glúteo Medio, Peroneo Largo, Gemelos y Tibial Anterior. -MVIC de verificación de la fatiga para comprobar los estados de fatiga de los participantes al final del procedimiento.</p>	<p><b>Fatiga Abd</b> Disminución después y procedimier</p> <p><b>Cinemática</b> Ángulo máx disminuyó e hacia una plantar. De disminución tobillo de menos flexi medidas no</p> <p><b>Actividad M</b> - Inicio más músculo g diferencia.  -La actividad no aumenta antes del protocolo de cadera.  (Participante recuperación pre-fatiga e</p>

Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados
Ryan S. McCann et al. (2017) <sup>(40)</sup>  PEDro: 7/10	<p><b>Objetivos:</b> Examinar la fuerza isométrica de los músculos de la cadera en aquellos con y sin inestabilidad crónica de tobillo, y determinar el grado de varianza del SEBT explicado por la fuerza isométrica de la cadera.</p> <p><b>Hipótesis:</b> El propósito del estudio fue poner en evidencia la existencia de una relación entre la fuerza muscular de los músculos de la cadera y la estabilidad dinámica (con el SEBT) en sujetos con y sin inestabilidad crónica de tobillo.</p>	<p><b>Población:</b> 84 personas (61 mujeres y 23 hombres).</p> <p><b>Grupos:</b> <u>Edad:</u> 23.75 +/- 4,49 años. <u>Altura:</u> 167.38 +/- 7,66 cm. <u>Peso:</u> 70.09 +/- 14,69 kg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grupo con inestabilidad crónica de tobillo. (n = 30)</li> <li>- Grupo con antecedentes de esguinces laterales de tobillo. (n = 29)</li> <li>- Grupo Control. (n = 25)</li> </ul>	<p><b>Pruebas realizadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Medida longitud de la pierna.</b></li> <li>- <b>SEBT.</b></li> <li>- <b>Fuerza isométrica de los músculos de la cadera.</b></li> </ul>	<p><b>SEBT:</b> El resultado medio del SEBT se calculó con tres ensayos en cada dirección.</p> <p><b>SEBT:</b> SEBT-ANT. SEBT-PM. SEBT-PL.</p> <p><b>Fuerza isométrica de los músculos de cadera:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- En extensión.</li> <li>- En abducción.</li> <li>- En Rotación externa.</li> </ul>	<p><b>Fuerza isométrica grupo con inestabilidad crónica de tobillo (N□m/kg):</b> - Extensión: 1.3 ± 0.3 - Abducción: 1.4 ± 0.5 - Rotación externa: 0.5 ± 0.1</p> <p><b>Fuerza isométrica grupo con estabilidad crónica de tobillo(N□m/kg):</b> - Extensión :1.6 ± 0.7 - Abducción: 1.7 ± 0.6 - Rotación externa :0.6 ± 0.2</p> <p><b>Fuerza isométrica Grupo Control (N□m/kg):</b> - Extensión :1.6 ± 0.6 - Abducción: 1.8 ± 0.9 - Rotación externa: 0.7 ± 0.3</p> <p><b>SEBT-ANT (% LL):</b> - Inestabilidad Crónica de tobillo: 66.1 ± 9.3 - Esguinces laterales de tobillo: 66.1 ± 9.3 - GP: 66.1 ± 9.3</p> <p><b>SEBT-PM (%LL):</b> - Inestabilidad Crónica de tobillo: 84.5 ± 15.1 - Esguinces laterales de tobillo: 84.5 ± 15.1 - GP: 84.5 ± 15.1</p> <p><b>SEBT-PL (%LL):</b> - Inestabilidad Crónica de tobillo: 72.9 ± 16.8 - Esguinces laterales de tobillo: 72.9 ± 16.8 - GP: 72.9 ± 16.8</p>

Artículos	Objetivos	Muestra (n)	Intervención	Medidas	Resultados
<p>Ryan S. McCann et al. (2018) <sup>(41)</sup></p> <p>PEDro: 7/10</p>	<p><b>Objetivos:</b> Comparar la fuerza isométrica de los músculos de la cadera y la estabilidad dinámica en individuos con o sin inestabilidad crónica de tobillo. Y examinar el grado de varianza dinámica-estabilidad explicada por la fuerza isométrica de la cadera.</p> <p><b>Hipótesis:</b></p> <p>El propósito del estudio fue comparar la fuerza muscular de los músculos de la cadera y la estabilidad dinámica entre individuos con inestabilidad crónica de tobillo, esguinces laterales de tobillo y controles sanos.</p>	<p><b>Población:</b> 60 personas (47 mujeres y 13 hombres).</p> <p><b>Grupos:</b></p> <p><u>Edad:</u> 23,7 +/- 4,6 años.</p> <p><u>Altura:</u> 166.6 +/- 7,7 cm.</p> <p><u>Peso:</u> 70.8 +/- 15,7 kg.</p> <p>- Grupo con inestabilidad crónica de tobillo. (n = 20)</p> <p>- Grupo con antecedentes de esguinces laterales de tobillo. (n = 20)</p> <p>- Grupo Control. (n = 20)</p>	<p><b>Ejercicios realizados:</b></p> <p>- <b>Test de salto vertical</b> (modelo Vertec): La prueba Vertec Jump es una medida de la altura de salto vertical que utiliza el dispositivo Vertec para medir el rendimiento.</p> <p>- <b>El tiempo de estabilización</b> es una medida de la estabilidad dinámica que estima el tiempo necesario para reducir las fuerzas de reacción en tierra después de un aterrizaje en una sola pierna.</p> <p>- <b>Fuerza isométrica de los músculos de la cadera.</b></p>	<p><b>Fuerza isométrica de los músculos de cadera:</b></p> <p>-En Extensión. -En abducción. - En Rotación externa.</p> <p><b>Resultant vector time to stabilization (RVTTS).</b></p>	<p><b>Fuerza isométrica grupo con inestabilidad crónica de tobillo (N/m/kg):</b></p> <p>- Extensión: 0.98 ± 0.33 - Abducción: 1.29 ± 0.36 - Rotación externa: 0.47 ± 0.08</p> <p><b>Fuerza isométrica grupo con esguinces laterales de tobillo (N/m/kg):</b></p> <p>- Extensión: 1.30 ± 0.54 - Abducción: 1.46 ± 0.48 - Rotación externa: 0.55 6 ± 12</p> <p><b>Fuerza isométrica Grupo Control (N/m/kg):</b></p> <p>- Extensión :1.38 ± 0.34 - Abducción: 1.63 ± 0.38 - Rotación externa: 0.58 ± 0.13</p> <p><b>RVTTS inestabilidad crónica de tobillo:</b></p> <p>- 1.50 ± 0.04</p> <p><b>RVTTS esguinces laterales de tobillo:</b></p> <p>- 1.49 ± 0.03</p> <p><b>RVTTS Grupo Control:</b></p> <p>- 1.50 ± 0.04</p>

El BESS consiste en 3 pruebas : de pie con apoyo bipodal, de pie en la pierna no dominante y de pie en una posición de tándem con el pie no dominante detrás del pie dominante. En cada prueba las manos están apoyadas en la cadera. Un error se define como abrir los ojos, levantar las manos de las caderas, caminar, tropezar, caer fuera de posición o elevar el antepié o talón. <sup>(43)</sup> En cuanto al SEBT, es una prueba de equilibrio dinámico que consiste en mover la pierna no dominante en diferentes sentidos con la pierna dominante apoyada en el suelo, así se evalúa todos los estabilizadores de cadera. <sup>(44)</sup>

Por otra parte, el artículo de Gafner SC. et al. (2018), los participantes fueron equipados con 10 marcadores reflectantes en la pierna dominante y seis marcadores adicionales en la parte superior del cuerpo durante los saltos que fueron rastreados con un sistema de captura de movimiento de 12 cámaras. Los datos cinemáticos se analizaron en una ventana de 200 ms antes del contacto inicial, en el momento del contacto inicial y en una ventana de 250 ms después del contacto inicial. Se analizan los siguientes parámetros : ángulos de tobillo máximos, es decir la posición del tobillo más flexionado en sentido dorsal y mínimos, es decir la posición del tobillo más flexionado en sentido plantar en el plano sagital con sus respectivos tiempos de aparición. <sup>(42)</sup>

## 5. Discusión

### 5.1. Equilibrio

El equilibrio es una de las variables analizadas dentro de todos estos artículos. Los artículos de Ryan S. McCann et al. en 2017<sup>(40)</sup> y 2018<sup>(41)</sup> y el de Brent I. Smith et al. en 2017<sup>(37)</sup> han analizado esta variable a través de diferentes técnicas.

En el artículo de Brent I. Smith et al., después de un programa de fortalecimiento de los abductores de cadera de 4 semanas, se ha valorado el equilibrio con el BESS y el SEBT en dirección anterior, posterolateral y posteromedial. Se han destacado diferencias significativas después del fortalecimiento en este artículo en el SEBT-ANT, SEBT-PM y SEBT-PL.<sup>(37)</sup>

Se puede relacionar con el artículo de Ryan S. McCann et al. (2017) donde hay una diferencia significativa en el SEBT-ANT en el grupo de pacientes que tienen inestabilidad crónica de tobillo en comparación al grupo con esguince lateral de tobillo o al grupo control.<sup>(40)</sup>

Sin embargo, en el artículo de Ryan S. McCann et al. (2018) se mide el éxito o el fracaso de una prueba de estabilización que consiste en realizar un salto con una pierna de un cajón de 70 cm de altura. Al medir esta variable no se encuentra diferencia significativa entre el grupo con inestabilidad crónica de tobillo, el grupo con esguince lateral de tobillo y el grupo control.<sup>(41)</sup>

En los dos últimos artículos de Ryan S. McCann et al. en 2017 y 2018 se mide solamente la fuerza isométrica de los abductores de cadera después de la asignación a los grupos. Sería mejor para un diagnóstico valorar la fuerza isotónica o la amplitud de activación que podrían representar con mayor precisión la función del músculo de la cadera durante una tarea de estabilidad dinámica.<sup>(40,41)</sup> Aunque la fuerza isométrica queda una manera fiable de valorar la fuerza de los abductores de cadera. En los tres artículos se utiliza el mismo procedimiento de valoración isométrica de los músculos de la cadera con un dinamómetro de mano. Este procedimiento es el de Thorborg K. et al. establecido en 2010 para valorar la fuerza isométrica de los músculos de la cadera.<sup>(45)</sup>

A pesar de que no hay diferencia en el artículo de Ryan S. McCann et al. (2018), se puede decir con los resultados obtenidos en los artículos de Ryan S. McCann et al. (2017) y el de Brent I. Smith et al. que el fortalecimiento de los abductores de cadera mejora el equilibrio y por consecuencia, como se ha explicado en el "Apartado 1.6.3" disminuye el riesgo de esguince de tobillo o de inestabilidad crónica de tobillo. Una fuerza disminuida de los abductores de cadera reduce el equilibrio dinámico de una persona y modifica sus estrategias de estabilización.

## 5.2. Desplazamiento del centro de presión

Por otra parte, se ha analizado el desplazamiento del centro de presión en los artículos de Lee S-P y Powers C.M. en 2013 y 2014. Se puede deducir que el déficit de equilibrio destacado en el “Apartado 5.1” puede llevar a un aumento del desplazamiento del centro de presión en los sujetos con debilidad de los abductores de cadera. En el artículo de Lee S-P y Powers C.M. de 2013, se destaca que después de un protocolo de fatiga muscular de los abductores de cadera se modifica el desplazamiento del centro de presión. Los resultados del estudio sugieren que la fatiga de los músculos abductores de cadera provoca un aumento de 19.4% del desplazamiento del centro de presión medial-lateral. Se observó este aumento significativo durante la fase de desaceleración del aterrizaje.<sup>(39)</sup>

Por otro lado, en el estudio de 2014 se destaca también un incremento del desplazamiento medial-lateral del centro de presión en el grupo con una debilidad de los músculos abductores de cadera. Sin embargo, la diferencia entre grupos fue mucho mayor para el momento inversor máximo en comparación con el momento eversor máximo, lo que sugiere que el centro de presión se desvió más hacia la dirección lateral que hacia la dirección medial en el grupo débil. Porque un mayor desplazamiento lateral del centro de presión aumentaría el momento inversor del tobillo y al contrario un mayor desplazamiento medial del centro de presión aumentaría el momento eversor del tobillo.<sup>(32)</sup>

Se observa una estrategia compensatoria después del protocolo de fatiga en la que los sujetos inclinan el tronco hacia el lado donde se realizó el protocolo de fatiga de los abductores de cadera<sup>(39)</sup> o del lado de la debilidad crónica de los abductores de cadera.<sup>(32)</sup> Esta postura es típica de los individuos con un rendimiento disminuido de los abductores de cadera, ya que actúa para reducir el brazo de momento y disminuir el par de fuerza de los abductores de cadera.<sup>(46)</sup> La inclinación lateral del tronco también promueve un desplazamiento lateral del centro de presión, y potencialmente una posición invertida del tobillo.<sup>(39)</sup>

Un desplazamiento lateral excesivo del centro de presión puede hacer que el borde lateral del pie se utilice como fulcro, lo que aumenta la probabilidad de inversión del tobillo.<sup>(39)</sup> Además, un estudio prospectivo realizado por Willems et al. (2005) ha informado de que las personas con riesgo de sufrir un esguince de tobillo por inversión presentaban un centro de presión posicionado lateralmente en el momento del contacto con el suelo.<sup>(47)</sup>

Por otra parte, coincidiendo con el aumento del momento eversor del tobillo en el grupo débil y su desplazamiento del centro de presión hacia medial, se observó un aumento significativo de la activación del músculo peroneo largo que se analizará en el “Apartado 5.3”.



Las personas con debilidad en los abductores de cadera muestran una disminución de la estabilidad postural medial-lateral. Además, se destaca una mayor activación y una aparición más temprana de los eversores del tobillo en un esfuerzo por evitar la inversión excesiva del tobillo. Por lo tanto, la disminución de la fuerza de la cadera puede exponer el tobillo a una lesión al reducir el control postural, lo que da lugar a adaptaciones neuromusculares compensatorias en el tobillo.

### 5.3. Activación neuromuscular del peroneo largo

Dos de los tres estudios que analizan la activación neuromuscular del peroneo largo han encontrado una modificación en los sujetos con fuerza de los abductores de cadera disminuida. <sup>(32,39)</sup> Mientras que el artículo de Gafner SC. et al. nos expone resultados contradictorios. <sup>(42)</sup>

En los artículos de Lee S-P y Powers C.M. en 2013 y 2014 y Gafner SC. et al. se analiza la relación entre la musculatura abductora de cadera y la activación neuromuscular de los estabilizadores de tobillo. Lee S-P y Powers C.M. (2013) y Gafner SC. et al. han realizado un protocolo utilizando el salto vertical y el aterrizaje tras una fatiga muscular de los abductores de cadera, para demostrar el impacto sobre los estabilizadores de tobillo y el riesgo de sufrir de un esguince lateral de tobillo cuando existe una disminución de fuerza de los abductores de cadera. Mientras que el estudio de Lee S-P y Powers C.M. en 2014, nos propone un protocolo de intervención diferente, utilizando un desequilibrio muscular ya existente en los participantes. Este estudio pone en comparación un grupo que sufre de déficit crónico de musculatura abductora de cadera con un grupo sano. Los resultados fueron contradictorios.

Lee S-P y Powers C.M. en 2013 y 2014 pusieron de relieve la importancia de la activación neuromuscular del peroneo largo como medio protector del esguince de tobillo. Se han observado cambios en la activación neuromuscular del peroneo largo. En efecto, los participantes mostraron un aumento de la amplitud del electromiograma y una activación más temprana del peroneo largo durante el aterrizaje después del protocolo de fatiga de los abductores de cadera. En este estudio se observó un aumento del 14,7 % en la activación del peroneo largo durante la fase de desaceleración del aterrizaje, después de la fatiga. Además, se observó un aumento de la activación neuromuscular del peroneo largo antes del contacto inicial con el suelo después del protocolo de fatiga de los abductores de cadera. <sup>(39)</sup> Igual que en el estudio de 2013, se observó en el estudio de Lee S-P y Powers C.M. en 2014 un aumento de la activación neuromuscular del peroneo largo en los sujetos del grupo con déficit de fuerza de los abductores de cadera. <sup>(32)</sup>

No obstante, en el estudio de Gafner SC. et al. 2018, utilizando un protocolo similar al Lee S-P y Powers C.M. en 2013, no se ha demostrado significativamente el papel protector y la modificación de la activación neuromuscular de los estabilizadores de tobillo tras el protocolo de fatiga.

Esto aumento de la activación neuromuscular del peroneo largo ocurre porque la función principal del peroneo largo es evitar la inversión excesiva del tobillo mediante la generación de un momento eversor. En conjunto, estos resultados sugieren una adaptación neuromuscular compensatoria del peroneo largo tras la fatiga de los músculos abductores de cadera y la pérdida de estabilidad postural asociada <sup>(39)</sup> analizado en el “Apartado 5.1” y en el “Apartado 5.2”. El aumento de la activación del peroneo largo parece ser una respuesta neuromuscular compensatoria para dar estabilidad al tobillo en presencia de inestabilidad proximal debido al aumento desplazamiento del centro de presión como visto en el “Apartado 5.2”. Dicha compensación puede suponer una mayor tensión mecánica en el tejido musculotendinoso y provocar lesiones en los tejidos blandos por sobrecarga, especialmente durante actividades de alta exigencia y en deportes de cambios de direcciones (cortar y aterrizar tras un salto...). <sup>(32)</sup>

Lo que tendería a mostrar que la fatiga de los abductores de cadera, genera una disminución en la estabilidad postural y un aumento del desplazamiento del centro de presión lo que provoca un aumento de la activación neuromuscular del peroneo largo que aumenta el riesgo de sufrir de un esguince de tobillo.

Las diferencias entre los resultados de Lee S-P y Powers C.M. en 2013 y 2014 y los de Gafner SC. et al. pueden ser el resultado de un protocolo de búsqueda bastante diferente. En efecto, en el estudio de Gafner SC. et al. se realizó una tarea de salto más difícil, en comparación con la tarea de equilibrio realizada en el estudio de Lee S-P y Powers C.M. en 2014. Además, en el estudio de Lee S-P y Powers C.M. y el de Gafner SC. et al. los participantes tuvieron que reaccionar a la fatiga de los abductores de cadera que fue inducida directamente antes del salto, mientras que los participantes del estudio de Lee S-P y Powers C.M. en 2014 habrían podido encontrar estrategias compensadoras debido a su debilidad crónica de los abductores de cadera. Nos parece más interesante el estudio de Lee S-P y Powers C.M. en 2014 para entender y analizar las diferentes estrategias en pacientes que ya tienen una debilidad de los abductores de cadera que solamente después de un protocolo de fatiga como en los dos otros artículos.

#### 5.4. Flexión plantar del tobillo

En relación a la cinemática del tobillo, se ha analizado la posición del tobillo en el momento del aterrizaje en el artículo de Gafner SC. et al. En el estudio de Gafner SC. et al. se evalúa la cinemática del tobillo en el plano sagital. En general, los participantes mostraron una reducción significativa de la flexión plantar del tobillo en el aterrizaje tras la fatiga de los abductores de cadera. Esta disminución de flexión plantar puede ser debida a la activación más temprana del tibial anterior que es el músculo más importante que realiza flexión dorsal del tobillo. Podría ser que con la disminución de la flexión plantar en el aterrizaje los participantes adoptarán una técnica de aterrizaje más rígida con menos rango de movimiento después de la fatiga de los abductores de cadera. <sup>(42)</sup>

Los sujetos del artículo de Friel K. et al. con esguinces de tobillo crónicos unilaterales tenían una fuerza de abducción de la cadera más débil y una menor amplitud de movimiento de flexión plantar en los lados afectados. <sup>(30)</sup> Esta disminución de rango de movimiento en el aterrizaje se asocia con un mayor riesgo de lesiones en las extremidades inferiores debido a la disminución de la absorción y a la disipación de energía de las fuerzas generadas durante los aterrizajes con saltos. Estos artículos relacionan la disminución de la flexión plantar como un factor de riesgo. <sup>(30,48,49)</sup>

Al contrario, un estudio de Webster et al. (2016) postula que la disminución de la flexión plantar del tobillo en el contacto inicial es una estrategia de prevención de lesiones, ya que las lesiones de tobillo se producen principalmente en posiciones con inversión, aducción y flexión plantar del tobillo. <sup>(50)</sup> Entonces, se necesitan más investigaciones como ensayos clínicos o estudios prospectivos para saber si una disminución de flexión plantar es un factor de riesgo o un factor de prevención en cuanto al esguince lateral de tobillo.

## 5.5. Análisis de artículos prospectivos

Parece interesante buscar datos de estudios prospectivos que analizan esta relación a largo de una temporada. Así se puede comparar los resultados obtenidos en los ensayos clínicos aleatorizados con los obtenidos en los estudios prospectivos. Entonces, se analiza dos artículos diferentes, uno de Powers C.M. et al. <sup>(5)</sup> y uno de Kohei Kawaguchi et al. en 2021. <sup>(3)</sup>

El propósito del estudio de Powers C.M. et al. fue determinar prospectivamente si la fuerza de los abductores de cadera en la línea de base predecía futuros esguinces laterales de tobillo sin contacto en jugadores de fútbol masculinos durante una temporada. Antes del inicio de la temporada deportiva, se midió la fuerza isométrica de los abductores de cadera de forma bilateral utilizando un dinamómetro de mano. Luego, durante la temporada deportiva de 30 semanas, el estado de las lesiones de tobillo fue registrado por los proveedores médicos del equipo. Se confirmó un total de 25 esguinces laterales de tobillo sin contacto en los 210 atletas, lo que corresponde a una incidencia anual global del 11,9%. Se ha destacado que existe una relación significativa entre la fuerza de la cadera en la línea de base y el futuro estado de esguince de tobillo lateral sin contacto. En concreto, el aumento de la fuerza de la cadera tiene un efecto protector contra futuras lesiones. Los jugadores clasificados como de alto riesgo en función de su fuerza de abducción de la cadera en la pretemporada vieron su probabilidad de esguince lateral de tobillo sin contacto aumentar del 11,9% al 26,7%. Mientras que los jugadores de bajo riesgo vieron su probabilidad de esguince lateral de tobillo sin contacto disminuir del 11,9% al 8,0%. <sup>(5)</sup>

Por otra parte, el estudio más reciente de Kohei Kawaguchi et al. en 2021 estudia un total de 33 variables. La evaluación de pretemporada incluye mediciones antropométricas, laxitud y flexibilidad articular, flexibilidad muscular, fuerza muscular, incluidos los abductores de cadera, y capacidad de equilibrio. Los resultados de Powers C.M. et al. representan sólo un pequeño aspecto de una compleja interacción. Al contrario, en el estudio de Kawaguchi K. et al. se revela que la reducción de la fuerza de los músculos abductores era el factor de riesgo más importante del esguince de tobillo por inversión para los jóvenes futbolistas. Efectivamente, la fuerza de los abductores de cadera de los 31 jugadores lesionados fue significativamente más débil que la fuerza de los 228 jugadores no lesionados. <sup>(3)</sup> Por eso nos parece interesante realizar pruebas pretemporadas para detectar un déficit de los músculos abductores de cadera porque puede ser uno de los factores de riesgo en cuanto al aumento de la incidencia de los esguinces laterales de tobillo sin contacto. Como se indica en el “Apartado 1.6”, es un factor de riesgo entre otros, como la potencia de las extremidades inferiores, el deterioro del equilibrio, el aumento del peso corporal, las lesiones previas... <sup>(3)</sup> Sin embargo, es importante identificar cada factor de riesgo para reducir la probabilidad de sufrir una lesión.

En los estudios prospectivos se ha destacado que el déficit de fuerza de los abductores de cadera parece ser un factor de riesgo. Un déficit de los abductores de cadera conduce a las modificaciones de los parámetros que se ha destacado antes como equilibrio, activación muscular, desplazamiento del centro de presión ... lo que puede producir un esguince lateral de tobillo en inversión. Por culpa de estos cambios en estos parámetros debido a la debilidad de los abductores de cadera se aumenta la incidencia de los esguinces de tobillo como se ha destacado en los estudios prospectivos de Powers C.M. et al. y Kohei Kawaguchi et al.

Tras analizar las informaciones de los diferentes estudios aquí presentados se puede subrayar la influencia de los abductores de cadera en los esguinces laterales de tobillo. Efectivamente, se ha destacado la influencia negativa de una debilidad o una fatiga de los abductores de cadera a nivel del equilibrio. Esta pérdida del equilibrio provoca un aumento del desplazamiento del centro de presión lo que modifica la activación muscular y los momentos de fuerza de los eversores e inversores del tobillo. Como se ha explicado en esta revisión bibliográfica, todos estos cambios modifican las estrategias de estabilización del cuerpo y provocan tensiones mecánicas a nivel musculotendinoso lo que puede acabar en lesiones de tejidos blandos como esguinces laterales de tobillo. Los dos estudios prospectivos recientes que se ha analizado nos permiten confirmar nuestra hipótesis que una debilidad de los abductores de cadera puede ser un factor de riesgo de los esguinces laterales de tobillo. Dentro de los ensayos clínicos que existen, los resultados son controvertidos en cuanto a la influencia negativa de una debilidad de los abductores de cadera en los esguinces laterales de tobillo, mientras que en los estudios prospectivos que existen se pone en evidencia la influencia negativa de esta debilidad. Por eso, se debería realizar más ensayos controlados aleatorios para entender de una manera más precisa las disfunciones que puede llevar a un esguince lateral de tobillo o a una inestabilidad crónica de tobillo.

## 5.6. Resumen de la discusión

Tras analizar los artículos, se ha destacado una influencia de los abductores de cadera en la biomecánica del tobillo. Esta influencia y estas modificaciones se ponen en evidencia a través del déficit de equilibrio que aumenta el desplazamiento del centro de presión lo que aumenta la activación neuromuscular de los estabilizadores de tobillo. Este aumento de la activación neuromuscular puede llevar a un esguince de tobillo por sobrecarga mecánica. Por estos motivos, un fortalecimiento de los abductores de cadera podría mejorar la estabilidad postural, disminuir el desplazamiento del centro de presión y disminuir el trabajo de los estabilizadores de tobillo, lo que podría ayudar a disminuir la incidencia de los esguinces de tobillo.

Como se ha destacado la relación entre los abductores de cadera y los esguinces de tobillo, parece importante realizar un diagnóstico con pruebas de fuerza muscular de los jugadores de fútbol durante la pretemporada para disminuir el riesgo de lesiones. No obstante, la integración dentro de un programa de rehabilitación más general es necesario para englobar todos los factores de riesgo y realizar un trabajo preventivo completo. Esto ayudaría a disminuir el riesgo de recurrencia de los esguinces laterales de tobillo y a mejorar el rendimiento funcional de los futbolistas que sufren de inestabilidad crónica de tobillo.

## 6. Limitaciones

Esta revisión bibliográfica muestra algunas limitaciones. En primer lugar, los datos pueden estar sesgados porque no hay ninguno de los artículos analizados donde los terapeutas están totalmente cegados a la hora de administrar la terapia. Además, solo se analizan seis artículos que no sobrepasan una puntuación de 7/10 en la escala PEDro.

Por otra parte, dentro de los artículos analizados, no hay un enfoque en una población especial lo que puede ser una ventaja en cuanto a la diversidad de la población y, por tanto, a las conclusiones que pueden hacerse extensivas a un público más amplio. Es decir, tanto mujeres como hombres, tanto deportistas como no deportistas... No obstante, es un inconveniente para nuestro tema porque se realiza el estudio sobre deportistas solamente dentro de un artículo. El resto de los pacientes tienen un nivel de actividad física moderado y no tienen las mismas características físicas.

Por eso, se analiza dos estudios prospectivos que se enfocan en futbolistas. Tienen muy buenos resultados y son recientes. Sin embargo, se sabe que los estudios prospectivos no son los que tienen mayor validez y relevancia científica. Aunque es interesante analizar otro formato de estudio para obtener nuevos datos. Esto, para el estudio de nuestro tema, nos ayuda a comprobar el papel de los abductores de cadera y su relación con los esguinces laterales de tobillo.

Por último, se ha encontrado resultados contradictorios en algunas variables. Por ejemplo, no se sabe si la flexión plantar es un factor de riesgo o de prevención de los esguinces laterales de tobillo. También existen resultados contradictorios en cuanto a la activación neuromuscular del peroneo largo en una tarea de estabilidad dinámica después de la fatiga de los abductores de cadera.

Sería interesante realizar más estudios en el futuro para entender de la mejor manera posible el papel y la influencia de los abductores de cadera. Una vez entendido, se podría plantear un programa de prevención lo más adecuado posible con los datos obtenidos a lo largo de estos futuros estudios.

## 7. Conclusión

Tras llevar a cabo la presente revisión y analizar la información existente sobre la influencia de los abductores de cadera en la prevención de los esguinces de tobillo se puede concluir que :

- El fortalecimiento de los abductores de cadera mejora el equilibrio estático y dinámico y, por lo tanto, disminuye el riesgo de esguince de tobillo o de inestabilidad crónica de tobillo.
- Existe una relación entre la disminución de fuerza de los abductores de cadera y un mayor desplazamiento medial-lateral del centro de presión lo que aumenta el riesgo de sufrir de un esguince de tobillo.
- La activación neuromuscular del peroneo largo aumenta cuando la fuerza de los abductores de cadera esta disminuida. Los sujetos modifican sus estrategias de estabilización por debilidad de la musculatura proximal lo que aumenta el riesgo de lesiones.
- El fortalecimiento de los abductores de cadera contribuye a una disminución de la incidencia de los esguinces de tobillo o de las inestabilidades crónicas de tobillo. Por lo tanto, seria interesante de incluir un programa especifico de fortalecimiento de los abductores de cadera dentro de un programa más global para realizar un trabajo preventivo completo.
- Es necesario de llevar a cabo más estudios con protocolos estandarizados para verificar la relación causa-efecto, encontrar resultados más significantes y entender de la mejor manera posible el papel de los abductores de cadera en la prevención de los esguinces de tobillo o de las inestabilidades crónicas de tobillo.

## 8. Bibliografía

1. TEE JC, MCLAREN SJ, JONES B. Sports injury prevention is complex: We need to invest in better processes, not singular solutions. *Sports Med.* 2020;50(4):689–702.
2. KIBLER WB, CHANDLER TJ, STRACENER ES. Musculoskeletal adaptations and injuries due to overtraining. *Exerc Sport Sci Rev.* 1992;20:99–126.
3. KAWAGUCHI K, TAKETOMI S, MIZUTANI Y, INUI H, YAMAGAMI R, KONO K, ET AL. Hip abductor muscle strength deficit as a risk factor for inversion ankle sprain in male college soccer players: A prospective cohort study. *Orthop J Sports Med* [Internet]. 2021;9(7):23259671211020290.
4. FERIA-ARIAS E, BOUKHEMIS K, KREULEN C, GIZA E. Foot and ankle injuries in soccer. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)* [Internet]. 2018;47(10).
5. POWERS CM, GHODDOSI N, STRAUB RK, KHAYAMBASHI K. Hip strength as a predictor of ankle sprains in male soccer players: A prospective study. *J Athl Train* [Internet]. 2017;52(11):1048–55.
6. SHAHI P, SELK GHAFFARI MH, MANSOURNIA M, HALABCHI MA. Risk Factors Influencing the Incidence of Ankle Sprain Among Elite Football and Basketball Players: A Prospective Study. *Foot & Ankle Specialist.* 2021;14(6):482–8.
7. HERZOG MM, KERR ZY, MARSHALL SW, WIKSTROM EA. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability. *J Athl Train* [Internet]. 2019;54(6):603–10.
8. LARRUSKAIN J, LEKUE JA, DIAZ N, ODRIOZOLA A, GIL SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A five-season prospective study. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2018;28(1):237–45.
9. BYRNE DP, MULHALL KJ, BAKER JF. Anatomy & biomechanics of the hip. *Open sports med j* [Internet]. 2010;4(1):51–7.
10. KENANIDIS E, KYRIAKOPOULOS G, KAILA R, CHRISTOFILOPOULOS P. Lesions of the abductors in the hip. *EFORT Open Rev* [Internet]. 2020;5(8):464–76.
11. PARVARESH KC, CHANG C, PATEL A, LIEBER RL, BALL ST, WARD SR. Architecture of the short external rotator muscles of the hip. *BMC Musculoskelet Disord* [Internet]. 2019;20(1):611.
12. FLACK NAMS, NICHOLSON HD, WOODLEY SJ. The anatomy of the hip abductor muscles: Hip Abductor Anatomy. *Clin Anat* [Internet]. 2014;27(2):241–53.
13. GOTTSCHALK F, KOUROSH S, LEVEAU B. The functional anatomy of tensor fasciae latae and gluteus medius and minimus. *J Anat.* 1989;166:179–89.
14. BROCKETT CL, CHAPMAN GJ. Biomechanics of the ankle. *Orthop Trauma* [Internet]. 2016;30(3):232–8.
15. HERTEL J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37(4):364–75.
16. D'HOOGHE P, CRUZ F, ALKHELAIKI K. Return to play after a lateral ligament ankle sprain. *Curr Rev Musculoskelet Med* [Internet]. 2020;13(3):281–8.

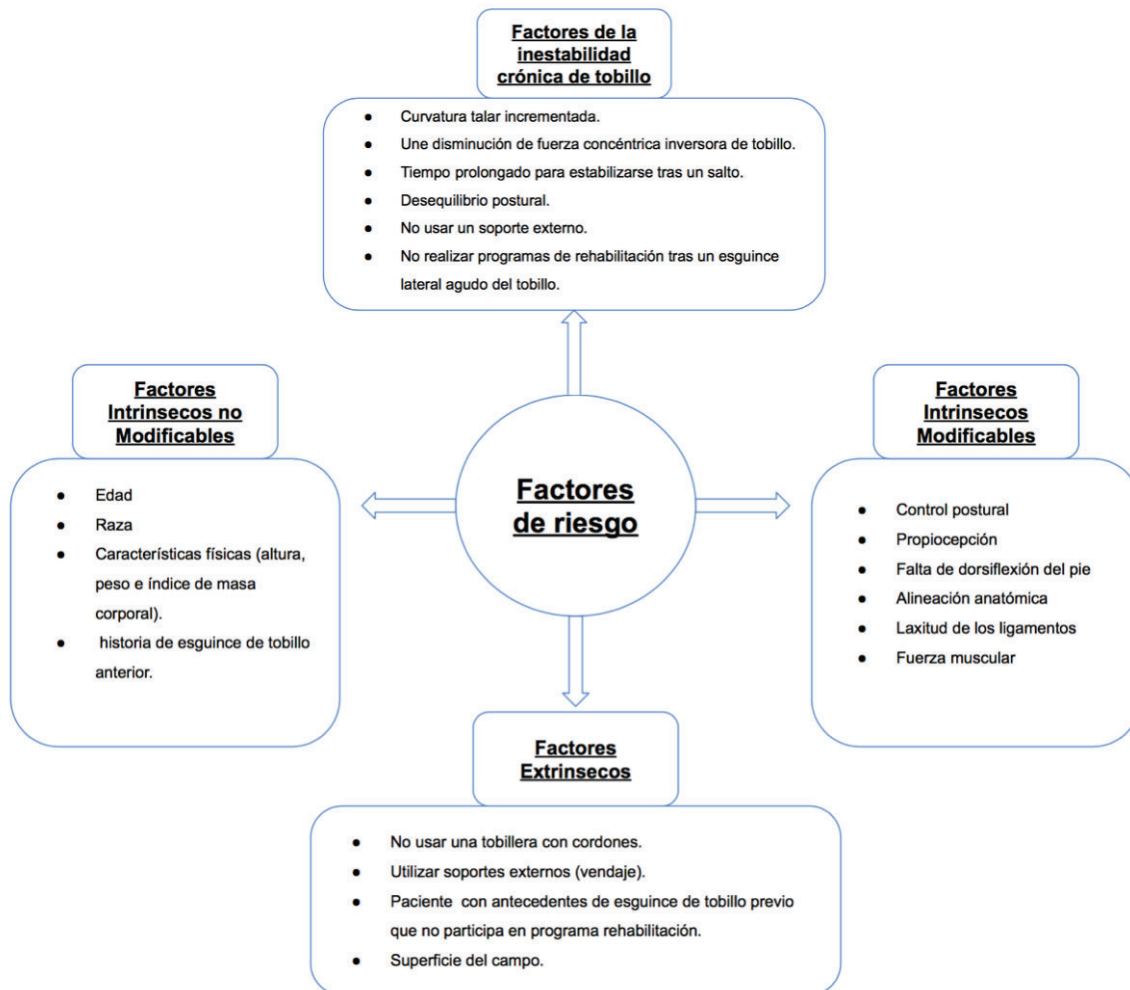


17. HALLINAN JTPD, WANG W, PATHRIA MN, SMITAMAN E, HUANG BK. The peroneus longus muscle and tendon: a review of its anatomy and pathology. *Skeletal Radiol* [Internet]. 2019;48(9):1329–44.
18. MARTIN RL, DAVENPORT TE, PAULSETH S, WUKICH DK, GODGES JJ, ALTMAN RD. Ankle stability and movement coordination impairments: ankle ligament sprains: clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2013;43(9):A1-40.
19. ASHTON-MILLER JA, OTTAVIANI RA, HUTCHINSON C, WOJTYS EM. What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses: Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. *Am J Sports Med* [Internet]. 1996;24(6):800–9.
20. KONRADSEN L, VOIGT M, HOJSGAARD C. Ankle inversion injuries: the role of the dynamic defense mechanism. *The American Journal of Sports Medicine*. 1997;25(1):54–8.
21. DELAHUNT E, REMUS A. Risk factors for lateral ankle sprains and chronic ankle instability. *J Athl Train* [Internet]. 2019;54(6):611–6.
22. DUFOUR M, PILLU M, LANGLOIS K, VALLE ACEDO S, LAVASTE F, PILLET H. *Biomécanique fonctionnelle : Membres, tête, tronc*. Elsevier Masson; 2017.
23. VAN DEN BEKEROM MPJ, KERKHOFFS GMMJ, MCCOLLUM GA, CALDER JDF, VAN DIJK CN. Management of acute lateral ankle ligament injury in the athlete. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2013;21(6):1390–5.
24. TYLER TF, MCHUGH MP, MIRABELLA MR, MULLANEY MJ, NICHOLAS SJ. Risk factors for noncontact ankle sprains in high school football players: the role of previous ankle sprains and body mass index: The role of previous ankle sprains and body mass index. *Am J Sports Med* [Internet]. 2006;34(3):471–5.
25. TROJIAN TH, MCKEAG DB. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains. *Br J Sports Med* [Internet]. 2006;40(7):610–3; discussion 613.
26. ROOS KG, KERR ZY, MAUNTEL TC, DJOKO A, DOMPIER TP, WIKSTROM EA. The epidemiology of lateral ligament complex ankle sprains in National Collegiate Athletic Association sports. *Am J Sports Med* [Internet]. 2017;45(1):201–9.
27. WILLIAMS S, HUME PA, KARA S. A review of football injuries on third and fourth generation artificial turfs compared with natural turf. *Sports Med* [Internet]. 2011;41(11):903–23.
28. CERNY K. Pathomechanics of stance: clinical concepts for analysis. *Physical therapy*. 1984;64(12):1851–9.
29. WILKERSON GB, PINEROLA JJ, CATURANO RW. Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 1997;26(2):78–86.

30. FRIEL K, MCLEAN N, MYERS C, CACERES M. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain. *J Athl Train*. 2006;41(1):74–8.
31. MACKINNON CD, WINTER DA. Control of whole body balance in the frontal plane during human walking. *J Biomech [Internet]*. 1993;26(6):633–44.
32. LEE S-P, POWERS CM. Individuals with diminished hip abductor muscle strength exhibit altered ankle biomechanics and neuromuscular activation during unipedal balance tasks. *Gait Posture [Internet]*. 2014;39(3):933–8.
33. DOHERTY C, BLEAKLEY C, DELAHUNT E, HOLDEN S. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis. *Br J Sports Med [Internet]*. 2017;51(2):113–25.
34. HUBERT L, ONTANON G, SLAWINSKI J. Principios del fortalecimiento muscular: aplicaciones en el deportista en rehabilitación. *EMC - Kinesiterapia - Med Fís [Internet]*. 2017;38(3):1–16.
35. CROSSLEY KM, PATTERSON BE, CULVENOR AG, BRUDER AM, MOSLER AB, MENTIPLAY BF. Making football safer for women: a systematic review and meta-analysis of injury prevention programmes in 11 773 female football (soccer) players. *Br J Sports Med [Internet]*. 2020;54(18):1089–98
36. THORBORG K, KROMMES KK, ESTEVE E, CLAUSEN MB, BARTELS EM, RATHLEFF MS. Effect of specific exercise-based football injury prevention programmes on the overall injury rate in football: a systematic review and meta-analysis of the FIFA 11 and 11+ programmes. *Br J Sports Med [Internet]*. 2017;51(7):562–71.
37. SMITH BI, CURTIS D, DOCHERTY CL. Effects of hip strengthening on neuromuscular control, hip strength, and self-reported functional deficits in individuals with chronic ankle instability. *J Sport Rehabil [Internet]*. 2018;27(4):364–70.
38. HERBERT R, MOSELEY A, SHERRINGTON C, MAHER C. Escala PEDro-Español. *Physiotherapy [Internet]*. 2000;86(1):55. Available from: [https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro\\_scale\\_spanish.pdf](https://www.pedro.org.au/wp-content/uploads/PEDro_scale_spanish.pdf)
39. LEE S-P, POWERS C. Fatigue of the hip abductors results in increased medial-lateral center of pressure excursion and altered peroneus longus activation during a unipedal landing task. *Clin Biomech (Bristol, Avon) [Internet]*. 2013;28(5):524–9.
40. MCCANN RS, CROSSETT ID, TERADA M, KOSIK KB, BOLDING BA, GRIBBLE PA. Hip strength and star excursion balance test deficits of patients with chronic ankle instability. *J Sci Med Sport [Internet]*. 2017;20(11):992–6.
41. MCCANN RS, BOLDING BA, TERADA M, KOSIK KB, CROSSETT ID, GRIBBLE PA. Isometric hip strength and dynamic stability of individuals with chronic ankle instability. *J Athl Train [Internet]*. 2018;53(7):672–8.
42. GAFNER SC, HOEVEL V, PUNT IM, SCHMID S, ARMAND S, ALLET L. Hip-abductor fatigue influences sagittal plane ankle kinematics and shank muscle activity during a single-leg forward jump. *J Electromyogr Kinesiol [Internet]*. 2018;43:75–81.

43. HALL EA, CHOMISTEK AK, KINGMA JJ, DOCHERTY CL. Balance-and strength-training protocols to improve chronic ankle instability deficits, part I: assessing clinical outcome measures. *Journal of Athletic Training*. 2018;53(6):568–77.
44. GRIBBLE PA, HERTEL J, PLISKY P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *J Athl Train [Internet]*. 2012;47(3):339–57.
45. THORBORG K, PETERSEN J, MAGNUSSON SP, HÖLMICH P. Clinical assessment of hip strength using a hand-held dynamometer is reliable: Clinical assessment of hip strength. *Scand J Med Sci Sports [Internet]*. 2010;20(3):493–501.
46. POPOVICH JM JR, KULIG K. Lumbopelvic landing kinematics and EMG in women with contrasting hip strength. *Med Sci Sports Exerc [Internet]*. 2012;44(1):146–53.
47. WILLEMS T, WITVROUW E, DELBAERE K, DE COCK A, DE CLERCQ D. Relationship between gait biomechanics and inversion sprains: a prospective study of risk factors. *Gait Posture*. 2005;21:379–87.
48. AERTS I, CUMPS E, VERHAGEN E, VERSCHUEREN J, MEEUSEN R. A systematic review of different jump-landing variables in relation to injuries. *J Sports Med Phys Fitness*. 2013;53(5):509–19.
49. LEE J, SONG Y, SHIN CS. Effect of the sagittal ankle angle at initial contact on energy dissipation in the lower extremity joints during a single-leg landing. *Gait Posture [Internet]*. 2018;62:99–104.
50. WEBSTER KA, PIETROSIMONE BG, GRIBBLE PA. Muscle activation during landing before and after fatigue in individuals with or without chronic ankle instability. *J Athl Train [Internet]*. 2016;51(8):629–36.

## 9. Anexos



*Fuente :Elaboración propia*

*Anexo 1 : Factores de riesgo de esguince de tobillo y de inestabilidad crónica de tobillo*

<b>FIFA 11+ prevention programme</b>	
20 minutes duration in total after familiarisation	
Exercises	Repetitions (reps) Seconds (sec)
<b>Running exercises</b>	
Running, straight ahead	2 reps
Running, hip out	2 reps
Running, hip in	2 reps
Running, circling	2 reps
Running and jumping	2 reps
Running, quick run	2 reps
<b>Strength, plyometrics, balance</b>	
The plank (The bench):	
Level 1: both legs	3 x 20-30 sec
Level 2: alternate legs	3 x 20-30 sec
Level 3: one leg lift	3 x 20-30 sec
Side plank (Sideways bench):	
Level 1: static	3 x 20-30 sec each side
Level 2: dynamic	3 x 20-30 sec each side
Level 3: with leg lift	3 x 20-30 sec each side
Nordic hamstring:	
Level 1	3-5 reps
Level 2	7-10 reps
Level 3	12-15 reps
Single leg balance:	
Level 1: holding ball	2 x 30 sec each leg
Level 2: throwing ball with partner	2 x 30 sec each leg
Level 3: testing partner	2 x 30 sec each leg
Squats:	
Level 1: with heels raised	2 x 30 sec
Level 2: walking lunges	2 x 30 sec
Level 3: one leg squats	2 x 10 sec each leg
Jumping:	
Level 1: vertical jumps	2 x 30 sec
Level 2: lateral jumps	2 x 30 sec
Level 3: box jumps	2 x 30 sec
<b>Running exercises</b>	
Running over pitch	2 reps
Bounding run	2 reps
Running and cutting	2 reps

*Fuente: Thorborg K. et al. (2017)*

*Anexo 2: "FIFA11+ Prevention Programme" (Programa de prevención FIFA 11+)*