



**Universidad de Valladolid**



# **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE SORIA**

## ***GRADO EN FISIOTERAPIA***

### **TRABAJO FIN DE GRADO**

**Trabajo propioceptivo para la  
prevención de lesiones del ligamento  
cruzado anterior en futbolistas. Una  
revisión sistemática.**

**Presentado por Javier Zulaica Lacambra**

**Tutor: Eduardo Gutiérrez Abejón**

**Soria, a 8 de junio de 2024**

## RESUMEN

**Introducción:** el fútbol actual es cada vez más exigente debido a un estilo de juego más físico y al aumento de competiciones. Es crucial que los jugadores estén físicamente preparados y conscientes de los factores de riesgo de lesiones para prevenirlas durante la temporada. Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son especialmente problemáticas por su alta incidencia y largo tiempo de recuperación. Por ello, este estudio busca comparar la importancia del entrenamiento propioceptivo frente a otros tipos de entrenamiento para prevenir lesiones del LCA.

**Objetivo:** analizar el papel del trabajo propioceptivo en la prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior en futbolistas y compararlo con otro tipo de entrenamientos.

**Metodología:** se realizó una revisión sistemática según los criterios PRISMA. Se realizaron búsquedas en las bases de datos PUBMED, COCHRANE LIBRARY y SCOPUS de artículos relacionados con el tema en cuestión y utilizó la escala PEDro para la evaluación de la calidad metodológica. Finalmente se incluyeron 9 artículos.

**Resultados:** el entrenamiento propioceptivo es eficaz reduciendo la tasa de lesiones y la gravedad de estas en comparación con un entrenamiento estándar. Además, un calentamiento propioceptivo mejora el tiempo de preactivación de los músculos estabilizadores de la rodilla y este tipo de entrenamiento ha demostrado también mejorar significativamente algunos de los factores de riesgo biomecánicos de las lesiones de LCA como el valgo de rodilla o la flexión y rotación interna de cadera.

**Conclusión:** la implementación de un entrenamiento propioceptivo podría prevenir notablemente las lesiones de LCA y reducir así la alta incidencia actual.

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>1.1. Anatomía</b> .....	4
<b>1.2. Epidemiología</b> .....	5
<b>1.3. Etiología y factores de riesgo</b> .....	5
<b>1.4. Diagnóstico</b> .....	8
<b>1.5. Tratamiento</b> .....	9
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	10
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	11
<b>3.1. Objetivo general</b> .....	11
<b>3.2. Objetivos específicos</b> .....	11
<b>4. Metodología</b> .....	11
<b>4.1. Estrategia de búsqueda</b> .....	11
<b>4.2. Criterios de selección</b> .....	12
4.2.1. <i>Criterios de inclusión</i> .....	12
4.2.2. <i>Criterios de exclusión</i> .....	12
<b>4.3. Proceso de selección de artículos</b> .....	12
<b>4.4. Medidas de evaluación metodológica</b> .....	13
<b>4.5. Población de estudio y tamaño de la muestra</b> .....	13
<b>4.6. Variables</b> .....	14
<b>5. RESULTADOS</b> .....	14
<b>5.1. Características de los estudios</b> .....	14
<b>5.2. Calidad metodológica de los ensayos incluidos</b> .....	15
<b>5.3. Análisis de resultados</b> .....	16
5.3.1. <i>Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la tasa de lesiones</i> .....	16
5.3.2. <i>Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la biomecánica de la rodilla</i> .....	17
5.3.3. <i>Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la activación de los músculos estabilizadores de la rodilla</i> .....	17
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	19
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	20
<b>8. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	21
<b>9. ANEXOS</b> .....	23

# 1.INTRODUCCIÓN

Entre los deportes más practicados y conocidos a nivel mundial se encuentra el fútbol. Como indica el Anuario de Estadísticas Deportivas de 2023 es el deporte con más licencias federadas en España con más de un millón de jugadores federados en los últimos años (1).

Sin embargo, las lesiones y el deporte son dos aspectos que van de la mano. A lo largo de las décadas, la incidencia de lesiones en el fútbol ha sido objeto de estudio y preocupación tanto para deportistas como para profesionales de la salud y el deporte.

En esta era moderna del fútbol, donde el contacto, la velocidad y la intensidad del juego han aumentado, comprender la naturaleza, las causas y las medidas preventivas de las lesiones se ha vuelto crucial.

En el fútbol de élite la incidencia de lesiones es de 8,1 lesiones por cada 1000 horas de exposición y, entrando en profundidad, entre las articulaciones más vulnerables se encuentra la articulación de la rodilla, con una incidencia de 1,2 lesiones por cada 1000 horas de exposición (2,3).

Una de las lesiones más temidas por los futbolistas en esta región, en parte por su largo tiempo de recuperación, es la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).

## 1.1. Anatomía

El LCA es una estructura intraarticular que se origina en el cóndilo femoral externo y se inserta en el platillo tibial. Esta disposición le proporciona una forma y estructura helicoidal clave para la biomecánica y estabilidad de la rodilla.

Al LCA lo envuelve una fina membrana sinovial que se hace más prominente en la parte delantera del ligamento, formando así el ligamento mucoso, por el que trascurren los vasos sanguíneos que van en dirección al LCA. Además, el ligamento mucoso está íntimamente relacionado con la grasa de Hoffa, un tejido adiposo con un papel fundamental en la vascularización del LCA.

Desde un punto de vista funcional se pueden diferenciar dos partes o fascículos diferentes del LCA, la porción anteromedial y la porción posterolateral.

Ambos fascículos se tensan y se posicionan de una forma diferente dependiendo de la posición de la rodilla. Cuando la rodilla se encuentra en una posición de extensión ambos fascículos se disponen de forma paralela respecto al otro, sin embargo, a medida que la rodilla se va flexionando ambos fascículos se enrollan entre sí. Esto provoca que la tensión del LCA sea tan cambiante a lo largo de todo el rango de movimiento de la rodilla.

Se han realizado una gran cantidad de estudios que han permitido observar cómo se comporta el LCA en diferentes posiciones de la rodilla, además, gracias a la anestesia local se ha podido abarcar también el efecto de la contracción del cuádriceps gracias a la cooperación del paciente. Se ha observado que el LCA se encuentra en una forma laxa y relajada cuando la rodilla se encuentra en una posición entre 30° y 60° de flexión, sin embargo, a medida que la rodilla se va extendiendo, el ligamento se tensa de forma gradual hasta alcanzar su máxima tensión en extensión completa de rodilla. También existe un aumento de tensión cuando la rodilla supera los 60° de flexión, pero de una forma notablemente inferior que en la extensión.

Las rotaciones de la rodilla son movimientos que también varían la tensión del LCA. La rotación interna es con diferencia la rotación que más tensa el ligamento, especialmente en una posición de extensión de rodilla, siendo de este modo la combinación de estos dos movimientos el mecanismo lesional principal del LCA.

También se ha podido demostrar gracias a estudios post-mortem cómo se comporta cada uno de los dos fascículos del LCA en los diferentes movimientos de la rodilla. La porción antero-medial se tensa durante la flexión de rodilla, mientras que el fascículo posterolateral se tensa durante la extensión. Sin embargo, ambos fascículos se tensan al máximo durante la rotación interna.

Cuando entra en juego el cuádriceps, se ha visto que el LCA se tensa cuando este se contrae en una posición de 45° o menos de flexión de rodilla. Esta información será muy importante en un proceso de rehabilitación para saber en qué posición debemos trabajar o no el cuádriceps cuando no interese tensar el LCA.

Toda esta anatomía convierte al LCA en un pilar fundamental para la estabilidad de una articulación tan importante como la rodilla, teniendo como principales funciones la limitación de la hiperextensión de rodilla, la limitación de la traslación anterior y la rotación axial de la tibia respecto al fémur y el mantenimiento de la estabilidad en valgo-varo de la rodilla. (4-5):

## 1.2.Epidemiología

El LCA es el ligamento más propenso a la lesión de la articulación de la rodilla, de hecho, las lesiones del LCA ocupan prácticamente el 50 % de todas las lesiones de esta articulación. Además, es la lesión que más obliga a pasar por quirófano en el deporte.

La incidencia ha sido un aspecto muy estudiado en los últimos años y se dice que se producen 0,08 lesiones de LCA por cada 1000 horas de exposición en el deporte de forma general, sin embargo, en el ámbito del fútbol, hablamos de una cifra mayor, habiendo hasta un 1,1 % de riesgo de sufrir este tipo de lesión por temporada. En el fútbol profesional, se habla de 6 lesiones del LCA cada 100 jugadores en un periodo de cinco años (6).

También se ha visto que existe una diferencia entre sexos en cuanto a la incidencia de las lesiones del LCA, siendo las mujeres, según Cimino F. *et al.*, (2010) de 1,4 a 9 veces más propensas a ser víctimas de este tipo de lesión (7).

No cabe duda de que la alta prevalencia de este tipo de lesión supone un problema a nivel deportivo y económico para muchos clubes deportivos, por ello se ha vuelto crucial conocer la naturaleza, las causas y las medidas de prevención de las lesiones del LCA.

## 1.3.Etiología y factores de riesgo

Los mecanismos de lesión en la rodilla se pueden clasificar en dos grandes grupos, los mecanismos con contacto y los mecanismos sin contacto.

Son varios los estudios que demuestran que la gran mayoría de lesiones de rodilla se producen por un mecanismo o incidente sin contacto, alrededor de un 70 % según el estudio de Zahinos *et al.*, (2010).

Es por lo que el mecanismo de lesión sin contacto del LCA ha sido tan estudiado en las últimas décadas. Varios estudios como el de Zahinos *et al.*, (2010) han determinado que el mecanismo

lesional se produce por una desaceleración brusca con la rodilla bloqueada en extensión o al caer después de un salto, además, los aumentos que se producen en los momentos de varo y valgo son determinantes en la lesión del LCA. Esto produce una traslación de la tibia hacia posición anterior respecto al fémur que acompañada de una rotación interna causa la rotura del LCA (8).

Los factores de riesgo que se han estudiado de las lesiones del LCA en futbolistas podemos clasificarlos en diferentes divisiones (9):

- **Factores ambientales:**

Se denominan factores ambientales a las circunstancias ajenas al deportista en cuestión, como el tipo de calzado, superficie, condiciones meteorológicas, etc.

En cuanto a la climatología hay estudios que revelan una mayor incidencia de lesiones del LCA en césped natural en condiciones secas que en húmedas, algo que puede darse por una mayor fricción del calzado con la superficie de juego. Por otro lado, el clima frío también ha demostrado ser un factor protector para este tipo de lesiones.

Respecto al calzado y la superficie, hay evidencia de que cuanto mayor sea la fricción del calzado respecto a la superficie de juego, mayor serán la probabilidad de tener una lesión del LCA. En este sentido, el césped artificial o el pavimento inferior han demostrado ser superficies más peligrosas que el césped natural. Por otro lado, el diseño del calzado y la forma y colocación de los tacos pueden suponer una mayor resistencia a la torsión por lo que también tiene influencia en las lesiones del LCA.

- **Factores hormonales:**

Los factores hormonales y su relación con las lesiones del LCA ha sido un aspecto bastante investigado en los últimos tiempos. Un estudio realizado por Martineau *et al.* demostró que la ingesta de anticonceptivos orales tiene una repercusión decreciente en la laxitud ligamentosa, lo que podría suponer un factor preventivo (10).

Por otra parte, las hormonas sexuales disminuyen la coordinación motora y tienen efectos sobre la fuerza isocinética, las capacidades anaeróbica y aeróbica, y la resistencia de alta intensidad en mujeres atletas, factores que pueden repercutir claramente en lesiones ligamentosas. También se ha visto que las atletas femeninas pueden estar más predispuestas a las lesiones del LCA durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual debido al aumento de la cantidad de estrógenos.

Estos son algunos de los datos interesantes que se han estudiado en el sector, sin embargo, aún hace falta mucha investigación al respecto.

- **Factores anatómicos:**

Hay varias observaciones anatómicas que se han estudiado en futbolistas que pueden tener una gran importancia y repercusión en las lesiones del LCA:

- El índice de masa corporal:

En un principio varios autores postularon que un aumento del índice de masa corporal suponía un factor de riesgo para las lesiones del LCA, sin embargo, otros autores no encontraron relación por lo que existen resultados contradictorios.

- La laxitud articular de la rodilla:

Son muchos los estudios y análisis que postulan a la laxitud articular de la rodilla como un factor de riesgo considerable para las lesiones del LCA.

En una evaluación prospectiva de 4 años realizada por John Uhorchak se informó de un riesgo 2,8 veces mayor de lesión del LCA sin contacto en los cadetes de la academia militar de los Estados Unidos con laxitud articular en comparación con sujetos con laxitud articular normal.

En este aspecto, se ha observado una laxitud articular generalizada y una laxitud articular anteroposterior de la rodilla significativamente mayor en las mujeres que en los hombres, lo que aumenta su probabilidad de lesión del LCA.

- Los factores anatómicos del ángulo Q:

El ángulo Q es el ángulo formado por una línea dirigida desde la espina ilíaca anterosuperior a la parte central de la rótula y una segunda línea dirigida desde la rótula a la tuberosidad anterior de la tibia.

Un ángulo Q elevado puede modificar la biomecánica normal de los miembros inferiores. En un estudio que se realizó con jugadoras de baloncesto se confirmó que aquellas jugadoras con un ángulo Q más alto sufrían un mayor número de lesiones. Sin embargo, otros estudios más recientes confirmaron que las mediciones del ángulo Q en estático no son significativas a la hora de predecir el ángulo Q o el valgo durante el movimiento, por lo que no puede asociarse como un factor de riesgo para las lesiones del LCA a día de hoy.

#### - Factores neuromusculares

Se denomina sistema neuromuscular a la respuesta o activación muscular que ocurre alrededor de diferentes articulaciones de forma inconsciente ante diferentes estímulos.

El sistema propioceptivo es el sentido o mecanismo que se encarga de que el organismo sea consciente de la ubicación y la posición de las diferentes partes del cuerpo en todo momento.

Ambos sistemas son fundamentales para una correcta coordinación, postura y equilibrio, y son cruciales para muchas de las acciones del deporte.

Una buena coactivación de los músculos agonistas y antagonistas implicados en la articulación de la rodilla es fundamental para reducir la carga y los movimientos lesivos de la rodilla. Los músculos implicados en una articulación se encargan de aportar estabilidad al segmento por lo que unos músculos bien trabajados y con resistencia al estiramiento dinámico serán un factor preventivo de lesiones ligamentosas. Por contra, la fatiga muscular supone un factor de riesgo

para las lesiones del LCA debido a que la fatiga favorece una disminución de control muscular y de absorción de energía.

#### 1.4. Diagnóstico

Se han realizado numerosos estudios de cómo de exactos y útiles son los diferentes test ortopédicos que se realizan para afirmar o descartar precozmente una lesión del LCA.

Los test principales que se realizan para lesiones del LCA son los siguientes (11):

- **Test de Lachman**

El paciente se coloca en decúbito supino con la rodilla en una posición de 15° de flexión. Se estabiliza el fémur con la mano craneal y se lleva la tibia hacia posición anterior aplicando la fuerza con la mano caudal. El test es positivo si hay un movimiento aumentado de la tibia respecto a la pierna contraria.

- **Test del cajón anterior**

El paciente se coloca en decúbito supino con la rodilla en posición de 90° grados de flexión y el pie apoyado en el suelo. El profesional sanitario se sienta sobre el pie del paciente y hace un empuje de la tibia hacia posición anterior aplicando una toma desde la parte posterior y proximal de la tibia dejando los pulgares sobre la parte anterior. El test será positivo si hay un movimiento aumentado respecto a la pierna contralateral.

- **Test de Pivot Shift**

Paciente se coloca en decúbito supino con la rodilla en una posición de extensión. El profesional sanitario llevará la rodilla a flexión mientras aplica rotación hacia medial de la tibia y una fuerza en valgo. El test se considera positivo cuando hay un resalto palpable o audible durante el movimiento.

- **Signo de palanca o Test de Lelli**

El paciente se posiciona en decúbito supino con la rodilla en extensión. El examinador coloca el puño cerrado debajo de la parte proximal de la pantorrilla y con la otra mano aplica una fuerza anteroposterior a la altura del tercio distal del fémur. Se considera un test positivo si la articulación no se extiende y el talón no se eleva de la mesa.

En un metaanálisis realizado en 2006 donde analizaban 28 estudios diferentes se estudió la precisión de los primeros tres test mencionados anteriormente. El test de Lachman obtuvo una razón de probabilidad positiva de 10,2 y una razón de probabilidad negativa de 0,2, siendo así

el test más preciso de los tres. El test de Pivot Shift demostró tener una especificidad del 98 %, pero una sensibilidad bastante pobre del 24 %, lo que significa ser una prueba útil para descartar la patología en pacientes que verdaderamente no la han sufrido, pero no para afirmar la patología en los pacientes que realmente la sufren.

Por último, el test del cajón anterior demostró ser una prueba verdaderamente útil en lesiones crónicas, pero no tanto en lesiones agudas llegando solo a una especificidad del 58 % y una sensibilidad del 49 % (12).

Respecto al Test de Lelli, es el test más reciente de los cuatro mencionados y posee una sensibilidad entre el 63 y el 100 % y una especificidad entre el 90 y el 91 %, lo que lo convierte, junto al test de Lachman, en el test más fiable, por lo que se recomienda incluirlo en los exámenes clínicos (13).

### **Pruebas de imagen**

En cualquier lesión aguda de rodilla están indicadas las radiografías convencionales que se realizan con el propósito de descartar fracturas o lesiones asociadas. Sin embargo, no son útiles para visualizar lesiones del LCA, ya que una radiografía normal no es excluyente de una lesión ligamentosa.

La resonancia magnética es el método más utilizado y eficaz para descartar lesiones en el LCA, los estudios indican una precisión entre el 82 % y el 100 %. Es importante conocer que la resonancia no ha de realizarse nada más producirse la lesión, ya que el derrame articular puede favorecer la aparición de falsos negativos (14).

## **1.5.Tratamiento**

El tratamiento de una lesión del LCA busca recuperar la función articular completa y prevenir futuras recaídas o alteraciones articulares a largo plazo.

El tratamiento que se lleva a cabo puede ser quirúrgico o conservador y depende de diferentes factores como la edad, lesiones añadidas, el nivel de actividad o las pretensiones u objetivos deportivos y funcionales (14).

### **Tratamiento conservador**

El tratamiento conservador se basa en una limitación parcial de la actividad del paciente por debajo de su rango de dolor y en programas de rehabilitación basados en la recuperación de la fuerza y resistencia de los diferentes músculos implicados, destacando la musculatura isquiotibial. Sin embargo, los resultados obtenidos con este tipo de tratamiento son relativamente variables y dependen en gran parte de los objetivos funcionales del paciente, por lo que se recomienda en sujetos poco activos o de edad avanzada.

### **Tratamiento quirúrgico**

Se recomienda generalmente en deportistas o en pacientes jóvenes que desean recuperar un estilo de vida deportivo o activo. La cirugía más común en la actualidad se lleva a cabo a través de una artroscopia y se basa en reemplazar el ligamento dañado con injertos que reproducen el recorrido anatómico e intraarticular del LCA.

El tipo de injerto más utilizado en la actualidad es el autoinjerto, es decir, tejido del propio paciente. Tradicionalmente, el injerto o plastia más utilizado ha sido el injerto con tendón rotuliano (HTH), sin embargo, alternativas como el tendón del cuádriceps o la plastia formada por el semitendinoso, el recto interno o el grácil (SMT-GRA) son las más usadas actualmente.

No hay evidencia clara de que un tipo de técnica o injerto sea mejor que otro ya que cada uno tiene sus ventajas y desventajas en diferentes fases de la recuperación, sin embargo, la plastia SMT-GRA ha demostrado ser la menos dolorosa en las primeras etapas por lo que se ha convertido en la técnica escogida por muchos cirujanos (15).

### **Tratamiento farmacológico**

Tanto en la fase prequirúrgica como en la postquirúrgica el uso de fármacos ayuda al paciente a lidiar con el dolor de la lesión y a bajar la inflamación o el derrame causado por la lesión o la cirugía. Los fármacos más usados en estos casos son los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs).

Los AINEs son un tipo de fármacos que se caracterizan por su capacidad de inhibir la producción de prostaglandinas inflamatorias. Esta capacidad proporciona a los AINEs su actividad analgésica y antiinflamatoria y los posiciona entre los fármacos más consumidos en todo el mundo. Sin embargo, es importante mencionar que los AINEs deben consumirse en dosis bajas y en ciclos breves de tratamiento, además, hay que tener en cuenta sus posibles complicaciones hepáticas, renales, etc. (16)

Según el estudio de Molina y Mendes (2020) los AINEs deben consumirse de forma precavida en las lesiones del LCA. Han demostrado ser muy útiles cumpliendo su función antiinflamatoria y analgesia, pero se ha visto al mismo tiempo que pueden ralentizar el proceso de recuperación (17).

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Como ya se ha descrito, el fútbol actual es cada día más exigente, no solo por un estilo de juego más físico e inflexible, si no por el aumento de número de competiciones que privan a los futbolistas de un descanso necesario proporcional a su exigencia deportiva.

Esto indica la importancia de que los futbolistas estén físicamente preparados para niveles de exigencia tan altos, y tener en cuenta los factores de riesgo de diferentes lesiones es fundamental para entender y enfocar los entrenamientos con el objetivo de prevenir lesiones a lo largo de la temporada.

La alta incidencia y prevalencia de las lesiones del LCA convierten estas lesiones en un problema principal para los futbolistas y para muchos clubes deportivos. Además, su largo tiempo de recuperación supone un problema añadido, por lo que prevenir este tipo de lesiones se ha convertido en una prioridad.

Por estos motivos, se considera necesario este estudio para comparar y establecer cuán importante es el entrenamiento propioceptivo en comparación con otros tipos de entrenamiento para prevenir lesiones del LCA, y conseguir de esta manera el entrenamiento multidisciplinar más apropiado para ello.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

- Analizar el papel del trabajo propioceptivo en la prevención de lesiones del ligamento cruzado anterior en futbolistas.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Analizar la prevalencia e incidencia de lesiones del LCA en futbolistas.
- Analizar los factores de riesgo principales de las lesiones del LCA.
- Analizar las diferentes estrategias de prevención para las lesiones del LCA.
- Analizar la efectividad del trabajo propioceptivo en comparación con el resto de los tipos de entrenamiento para la prevención de lesiones del LCA.

### **4. Metodología**

#### **4.1. Estrategia de búsqueda**

Se ha realizado una revisión sistemática bajo los criterios PRISMA. Con el fin de obtener la información más actualizada y relevante se ha realizado la búsqueda en las bases de datos científicas Pubmed, Scopus y Cochrane. Para acotar la búsqueda se han utilizado diferentes filtros y términos “MeSH” combinados con los operadores booleanos AND y OR:

Los términos utilizados en las diferentes bases de datos han sido los siguientes:

- Pubmed: (knee injury OR “knee injuries OR anterior cruciate ligament injury OR anterior cruciate ligament injuries OR ACL injury OR ACL injuries) AND (prevention) AND (soccer OR european football) AND ( proprioception OR proprioceptive OR balance OR neuromuscular).

- Scopus y Cochrane: (“knee injury” OR “knee injuries” OR “anterior cruciate ligament injury” OR “anterior cruciate ligament injuries” OR “ACL injury” OR “ACL injuries”) AND (prevention) AND (soccer OR “european football”) AND ( proprioception OR proprioceptive OR balance OR neuromuscular).

Además, en las búsquedas se filtraron los estudios por idioma (inglés y español), por fecha de publicación (últimos diez años) y por tipo de estudio, excluyendo así desde un primer momento otras revisiones sistemáticas y metaanálisis, y seleccionando únicamente, en caso de que hubiese un filtro para ello, ensayos clínicos.

## 4.2. Criterios de selección

Se han establecido unos criterios de inclusión y exclusión con el objetivo de detallar la búsqueda:

### 4.2.1. *Criterios de inclusión*

- Ensayos clínicos aleatorizados de los últimos 10 años.
- Ensayos realizados en futbolistas federados/as de ambos sexos.
- Estudios de lengua española o inglesa.

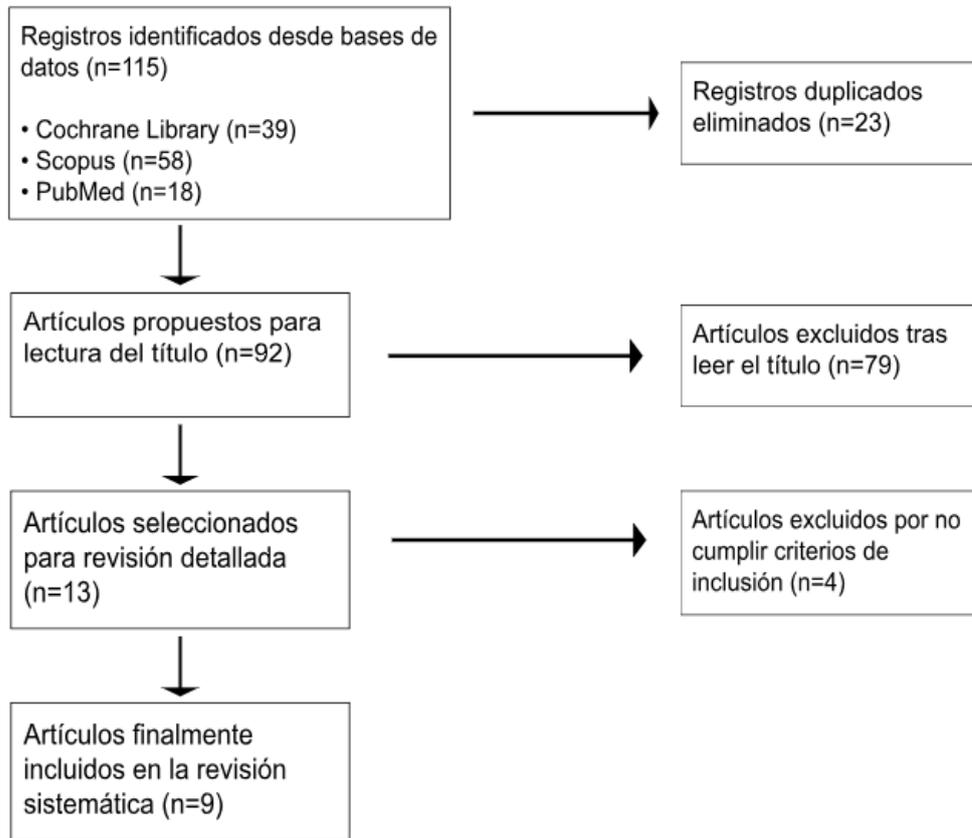
### 4.2.2. *Criterios de exclusión*

- Ensayos aplicados en multideporte.
- Ensayos aplicados en pacientes con lesión previa de LCA.

## 4.3. Proceso de selección de artículos

Tras la búsqueda en la base de datos Pubmed (n=18), Scopus (n=58) y Cochrane (n=39) se hallaron en total 115 estudios. Tras el descarte de los estudios duplicados (23) se procede a realizar la lectura del resumen y título de los restantes, un total de 92, con el fin de descartar los estudios irrelevantes para esta revisión sistemática. Tras dicha revisión, se procede a la lectura completa de los artículos restantes (13), comprobando así el cumplimiento de los criterios de inclusión, y descartando los artículos que no cumplen con dicho cumplimiento y a los que no se ha logrado el acceso completo.

Finalmente, se obtienen un total de nueve ensayos clínicos. En el diagrama de flujo (Figura 1) se refleja el proceso de selección descrito.



**Figura 1. Diagrama de flujo.**

#### 4.4. Medidas de evaluación metodológica

Para evaluar metodológicamente los diferentes estudios se utilizó la escala PEDro. La escala PEDro se desarrolló con el objetivo de analizar la validez estadística de los estudios puntuándolos con un valor del uno al diez basándose en diferentes ítems. Cada ítem (once en total) es puntuado con un punto en caso de su claro cumplimiento y puntuado con cero puntos en el caso contrario, pudiendo lograr de esta manera una puntuación máxima de diez puntos, ya que el primer ítem no es puntuable (figura 2, anexo 1).

#### 4.5. Población de estudio y tamaño de la muestra

La cantidad total de sujetos evaluados es de 5410. A continuación, se detalla el perfil de la población que forman los diferentes estudios:

- **Silvers-Granelli *et al.* (2018):** 1525 jugadores de fútbol masculino entre 18 y 25 años de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) de primera y segunda división.
- **Seyedi *et al.* (2023):** 40 jugadores/as de fútbol profesionales adolescentes de 14-16 años con al menos 3 años de experiencia regular en fútbol.

- **Hilska *et al.* (2021):** 1403 futbolistas juveniles de 9 a 14 años que formen parte de uno de los veinte clubes de fútbol juvenil competitivos en toda Finlandia.
- **Al Attar *et al.* (2023):** 780 jugadores de 7 a 13 años registrados en la asociación de fútbol local y que realizaban entrenamiento regular al menos dos veces por semana.
- **Silvers-Granelli *et al.* (2015):** 1525 jugadores de fútbol masculino entre 18 y 25 años de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) de primera y segunda división.
- **De Sire *et al.* (2021):** 11 futbolistas profesionales mayores de edad pertenecientes a un equipo masculino de fútbol del sur de Italia que jugaba en la segunda división de la liga italiana.
- **Garcia-luna *et al.* (2020):** 18 jugadores juveniles de fútbol masculino de las categorías U11 y U13.
- **Arundale *et al.* (2018):** 68 jugadoras pertenecientes a equipos de fútbol femenino de la National Collegiate Athletics Association (NCAA) de primera y segunda división.
- **Taghizadeh Kerman *et al.* (2023):** 40 jugadoras de fútbol amateur preadolescentes entre 10 y 12 años de un club de fútbol local que jugaran a fútbol dos veces por semana durante al menos seis meses.

#### 4.6. Variables

Respecto a las variables a analizar, es importante destacar los diferentes medios y mediciones que utiliza cada estudio para obtener información relevante acerca de la prevención de lesiones del LCA.

Varios de los estudios miden directamente la tasa de lesiones producida durante la temporada, evaluando de esta manera la posible eficacia del programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular en comparación con un grupo de control para prevenir las lesiones del LCA. (18,19,22,23). Otros estudios, sin embargo, estudian los cambios que se producen en la cinemática o biomecánica de la rodilla, valorando así los efectos de este tipo de entrenamiento en los diferentes factores de riesgo de lesiones del LCA (20,21,25, 26). Por último, el estudio realizado por De Sire *et al.* (2021) se realizó con el objetivo de investigar los efectos de un calentamiento neuromuscular sobre la activación de los músculos estabilizadores de la rodilla.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Características de los estudios

Se han seleccionado un total de nueve ensayos clínicos, tres de ellos se han realizado en Estados Unidos (18,19,20), el resto se llevaron a cabo en Alemania (21), Finlandia (22), Arabia Saudita (23), Italia (24), España (25) e Irán (26). Todos ellos cumplen los criterios de inclusión establecidos y han sido aplicados en futbolistas federados, sin embargo, tanto el tamaño de la muestra como la edad y el sexo de los participantes difiere en varios de ellos.

Tres de los estudios poseen cierta similitud en cuanto a las características de los participantes ya que son estudios realizados en futbolistas profesionales masculinos mayores de edad (18, 19, 24). Además de estos tres, hay otro estudio que se aplica a futbolistas profesionales de la misma edad, pero en este caso se estudian únicamente futbolistas de sexo femenino (20).

En el resto de los ensayos clínicos el perfil varía bastante respecto a los tres anteriormente mencionados ya que todos los participantes poseen una edad entre siete y dieciséis años, cabe mencionar que todos son futbolistas federados en su propio club, algo que difiere del deporte escolar. Dos de estos cinco estudios se realiza de forma mixta (21,22), mientras que en otros dos solo participan jóvenes de sexo masculino (23,25). Por último, el ensayo de Taghizadeh *et al.* (2023) estudia únicamente futbolistas preadolescentes de sexo femenino (26).

El tamaño de la muestra utilizada en los estudios también difiere mucho entre ellos. En cinco de los nueve estudios se utiliza una muestra más reducida, evaluando los jugadores/as de uno o de un número reducido de equipos (20,21,24,25,26). Por el contrario, en los cuatro estudios restantes (18,19,22,23) se estudia una cantidad de equipos mucho mayor, logrando de esta manera una muestra de centenares de futbolistas y obteniendo así unos resultados mucho más extrapolables, pero, en consecuencia, con un margen de error mayor.

## 5.2. Calidad metodológica de los ensayos incluidos

Del total de los estudios elegidos para la revisión sistemática (9), únicamente uno de ellos no alcanza la puntuación de cinco en la escala de PEDro (21). Sin embargo, para que un estudio se considere de "alta" calidad metodológica, debe obtener una puntuación igual o superior a ocho y un único estudio alcanza dicha puntuación (22). El resto de estudios logran un valor entre cinco y siete, por lo que se consideran de una calidad "aceptable".

Como característica principal a destacar podemos mencionar la falta de cegamiento tanto en evaluadores como en sujetos.

La calidad metodológica de cada uno de los estudios se puede observar en la tabla número 2.

**Tabla 2. Calidad metodológica escala PEDro**

Artículo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Silvers-Granelli et al. (2018) (18)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	6
Sayedi et al. (2023) (21)	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	3
Hilska et al. (2021) (22)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8
Al Attar et al. (2023) (23)	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	5
Silvers-Granelli et al. (2015) (19)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	6
De Sire et al. (2021) (24)	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	5
García- Luna (2020) (25)	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Arundale et al. (2018) (20)	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Taghizadeh et al. (2023) (26)	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	7

**1.** Especificación criterios de selección; **2.** Asignación al azar; **3.** Asignación oculta; **4.** Grupos homogéneos; **5.** Sujetos cegados; **6.** Terapeutas cegados; **7.** Evaluadores cegados; **8.** Medidas de al menos un resultado en al menos 85 % de los sujetos; **9.** Resultados de todos los sujetos o por “intención de tratar”; **10.** Comparación entre grupos de al menos un resultado clave; **11.** Medidas puntuales y de variabilidad de al menos un resultado clave.

### 5.3. Análisis de resultados

#### 5.3.1. Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la tasa de lesiones

Los dos estudios realizados por Silvers-Granelli et.al (2015,2018) demostraron que el programa de prevención de lesiones FIFA 11+ redujo la tasa de lesiones durante la temporada hasta en un 41 %. Además, un alto cumplimiento de dicho programa se relacionó con una menor agravación de las lesiones producidas y una disminución de estas.

En la investigación de Al Attar *et al.* (2023) se utilizó el mismo tipo de programa de prevención aplicado a niños (FIFA 11+ Kids), el cual demostró también unos resultados muy notables, reduciendo hasta en un 50 % el número total de lesiones, y, entre estas, las lesiones de rodilla. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en cuanto a la gravedad de las lesiones producidas en los diferentes grupos del estudio.

Hilska *et al.* (2021) también demostró que un calentamiento y entrenamiento neuromuscular es efectivo para prevenir las lesiones sin contacto en las extremidades inferiores, además, entre las lesiones, hubo una reducción significativa en las lesiones ligamentosas.

### 5.3.2. *Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la biomecánica de la rodilla*

En el estudio protagonizado por Arundale *et al.* (2018) no se apreció que el entrenamiento propioceptivo influyera sistemáticamente en los factores de riesgo biomecánicos asociados a las lesiones de rodilla.

Por el contrario, Seyedi *et al.* (2023) demostró que el ángulo de valgo de rodilla mejoró significativamente en ambos sexos tras ocho semanas de programa de entrenamiento propioceptivo. Así mismo, el estudio de García-Luna *et al.* (2020) también afirma que un entrenamiento propioceptivo reduce de forma aguda el valgo dinámico de rodilla en ambas piernas en la prueba de sentadilla con una sola pierna.

En el estudio de Taghizadeh Kerman *et al.* (2023) también se vio que el entrenamiento propioceptivo era eficaz en mejorar la flexión de la rodilla y la rotación interna de la cadera, lo que probablemente provoca una reducción del estrés del LCA durante el aterrizaje en una sola pierna.

### 5.3.3. *Relación de uso de un programa de entrenamiento propioceptivo/neuromuscular y la activación de los músculos estabilizadores de la rodilla*

El estudio de De Sire *et al.* (2021) corroboró que el tiempo de preactivación de los músculos estabilizadores de la rodilla mejoran significativamente después de un calentamiento neuromuscular en comparación con un calentamiento estándar.

**Tabla 3. Resultado de los artículos incluidos**

Autores	Ubicación	Sujetos	Variables	Resultados
<b>Silvers-Granelli et al. (2018)</b>	Estados Unidos	1525 jugadores de fútbol masculino entre 18 y 25 años. - Grupo de control: 850 Grupo de intervención: 775	- Programa FIFA 11+ durante una temporada - Seguimiento - Relación tasa de lesiones. Relación tiempo perdido por lesión.	A mayor cumplimiento del programa: - Menor tasa de lesiones. Menor tiempo perdido por lesión.
<b>Seyedi et al. (2023)</b>	Alemania	40 jugadores de fútbol profesionales adolescentes de 14-16 años. - Grupo de control: 20 - Grupo de intervención: 20	- Programa FIFA 11 + durante 8 semanas. - Seguimiento. Relación con la cinemática y la propiocepción de las extremidades inferiores.	- Mejoría del valgo de rodilla. Mejoría del sentido de posición articular.
<b>Hilka et al. (2021)</b>	Finlandia	1403 futbolistas juveniles de 9 a 14 años. - Grupo de control: 730 - Grupo de intervención: 673	- Programa de calentamiento neuromuscular durante 20 semanas - Seguimiento Relación tasa de lisiones.	- Reducción del 32% de la incidencia de lesiones agudas de extremidades inferiores sin contacto. Reducción de lesiones ligamentosas y articulares.
<b>Al Attar et al (2023)</b>	Arabia Saudita	780 jugadores de 7 a 13 años. - Grupo de control: 387 - Grupo de intervención: 391	- Programa FIFA 11+ Kids durante 6 meses. - Seguimiento Relación tasa de lesiones.	Reducción tasa de lesiones: - Grupo de control: 2,01 lesiones/1.000 horas de exposición Grupo de intervención: 0,85 lesiones/1.000 horas de exposición
<b>Silvers-Granelli et al. (2015)</b>	Estados Unidos	1525 jugadores de fútbol masculino entre 18 y 25 años. - Grupo de control: 850 Grupo de intervención: 775	- Programa FIFA 11+ durante una temporada - Seguimiento - Relación tasa de lesiones. - Relación tiempo perdido por lesión.	A mayor cumplimiento del programa: - Redujo la tasa de lesiones en un 46,1 %. - Disminuyó el tiempo perdido por lesión en un 28,6 %
<b>De Sire et al. (2021)</b>	Italia	11 futbolistas profesionales mayores de edad. - Un único grupo de intervención: 11	- Un protocolo estructurado de ejercicios de calentamiento neuromuscular. Relación preactivación muscular antes de un partido de fútbol.	Mejora de la preactivación de los músculos estabilizadores de la rodilla después de un calentamiento neuromuscular.
<b>García-Luna et al. (2020)</b>	España	18 jugadores juveniles de fútbol masculino de las categorías U11 y U13. - Un único grupo de intervención: 18	- Un protocolo de prevención de lesiones del LCA. Efecto sobre el valgo dinámico de rodilla.	- Disminuye significativamente el valgo dinámico de rodilla en ambas piernas en la sentadilla con una sola pierna.
<b>Arundale et al. (2018)</b>	Estados Unidos	68 jugadoras profesionales mayores de edad. - Grupo de control: 20 - Grupo de intervención: 48	- Programa FIFA11+ durante dos temporadas de fútbol. - Relación cambios en los factores biomecánicos de riesgo de lesión de rodilla.	El programa no influyó sistemáticamente en los factores de riesgo biomecánicos asociados a las lesiones de rodilla.
<b>Taghizadeh Kerman et al. (2023)</b>	Irán	40 jugadoras de fútbol <u>amateur</u> preadolescentes entre 10 y 12 años. - Grupo de control: 20 - Grupo de intervención: 20	- Programa FIFA11+ durante 8 semanas. - Efecto sobre los factores de riesgo cinemáticos de lesión del LCA.	Mejora de la flexión de la rodilla y la rotación interna de la cadera

## 6. DISCUSIÓN

Los programas de entrenamiento propioceptivo y neuromuscular han demostrado ser efectivos en la reducción de la tasa de lesiones y la mejora de ciertos aspectos biomecánicos y de activación muscular en la rodilla. Los estudios revisados muestran que un programa de entrenamiento propioceptivo como el FIFA 11+ puede reducir la tasa de lesiones hasta en un 41 %, con menor gravedad y recurrencia de estas. En poblaciones infantiles, el programa FIFA 11+ Kids mostró también una reducción del 50 % de las lesiones, aunque no se observaron diferencias significativas en la gravedad. Además, se observó que el calentamiento y entrenamiento neuromuscular son eficaces para prevenir lesiones sin contacto en las extremidades inferiores, con mejoras notables en el valgo dinámico de la rodilla y en la flexión de la rodilla y rotación interna de la cadera, reduciendo así el estrés sobre el ligamento cruzado anterior (LCA).

Silvers-Granelli *et al.* (2015) realizaron un estudio detallado que investigó los efectos del programa FIFA 11+ en la reducción de la tasa de lesiones entre jugadores de fútbol. Sus hallazgos revelaron que este programa es capaz de reducir la tasa de lesiones hasta en un 41 %, lo que representa una disminución significativa que puede tener un gran impacto en la salud y el rendimiento de los atletas. Además de reducir la frecuencia de lesiones, el estudio también señaló que el FIFA 11+ disminuye la gravedad de las lesiones, proporcionando una doble ventaja.

Estos resultados son de gran interés cuando se comparan con los obtenidos por Al Attar *et al.* (2023), quienes llevaron a cabo un estudio enfocado en una población infantil. En este caso, se observó una reducción del 50 % en la tasa de lesiones entre los niños que participaron en el programa. Sin embargo, a diferencia de los hallazgos de Silvers-Granelli *et al.*, Al Attar *et al.* no encontraron diferencias significativas en la gravedad de las lesiones. Esta diferencia entre los estudios podría explicarse por varios factores:

Por ejemplo, los niños tienen una capacidad de recuperación más rápida y una mayor flexibilidad, lo que podría influir en la percepción de la gravedad de las lesiones y en su tiempo de recuperación. Además, la metodología utilizada para evaluar tanto la tasa como la gravedad de las lesiones también podría variar entre los estudios, influyendo en los resultados finales.

En lo que respecta a la influencia del entrenamiento propioceptivo en los factores de riesgo biomecánicos, los resultados de la investigación son más variados. Por ejemplo, en el estudio realizado por Arundale *et al.* (2018), no se encontraron resultados significativos que sugieran una mejora en los factores de riesgo biomecánicos. Sin embargo, otros estudios han encontrado resultados positivos. Seyedi *et al.* (2023) y García-Luna *et al.* (2020) documentaron mejoras significativas en el valgo dinámico de la rodilla. Una reducción del valgo de rodilla puede contribuir a una mayor estabilidad articular y a una menor probabilidad de sufrir lesiones.

Estas diferencias pueden deberse a variaciones en los programas de entrenamiento, la duración de los estudios y las metodologías empleadas, así como a las técnicas de medición utilizadas para evaluar los factores biomecánicos.

Finalmente, De Sire *et al.* (2021) llevaron a cabo un estudio que subraya la importancia del calentamiento neuromuscular en comparación con un calentamiento estándar. Su investigación

encontró que el calentamiento neuromuscular mejora significativamente el tiempo de preactivación de los músculos estabilizadores de la rodilla. La preactivación temprana de estos músculos es esencial para mantener la estabilidad articular y prevenir lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA).

El LCA es una de las estructuras más importantes para la estabilidad de la rodilla, y su lesión puede ser desoladora tanto para el jugador como para el equipo. La implementación de un calentamiento neuromuscular podría reducir significativamente el número de lesiones de LCA, lo cual es crucial no solo para la salud y el rendimiento de los futbolistas, sino también desde un punto de vista económico. Las lesiones de LCA requieren largos tiempos de recuperación, lo que conlleva un tratamiento médico y rehabilitador muy costoso para los clubes. Al prevenir estas lesiones, los clubes mantienen a sus jugadores unas condiciones físicas óptimas, algo crucial para la economía y rendimiento del equipo.

Es importante mencionar que esta revisión sistemática no está exenta de algunas limitaciones:

- El número de estudios totales que se incluyeron en la revisión, cumpliendo así todos los criterios de inclusión, fue limitado.
- El tamaño muestral de los estudios fue pequeño en varios de los estudios.
- Los artículos incluidos muestran diferencias significativas en el tipo de metodología y duraciones.
- Hay que destacar la falta de cegamiento tanto en evaluadores como en sujetos.

En resumen, aunque los programas de entrenamiento propioceptivo y neuromuscular son muy efectivos para la prevención de lesiones y la mejora de los factores biomecánicos de la rodilla, por el contrario, la variabilidad en los resultados muestra que es necesario investigar más para poder perfeccionar y ajustar los futuros estudios a distintas poblaciones y contextos.

## **7. CONCLUSIONES**

- El LCA es el ligamento más propenso a la lesión de la articulación de la rodilla y se dice que su incidencia puede ser de hasta 6 lesiones del LCA cada 100 jugadores en un periodo de cinco años en el fútbol profesional.
- La alta prevalencia de este tipo de lesión supone un problema a nivel deportivo y económico para muchos clubes deportivos.
- Se han estudiado numerosos factores de riesgo de las lesiones del LCA en futbolistas (ambientales, hormonales, neuromusculares y anatómicos).
- Según la evidencia encontrada, el entrenamiento propioceptivo es eficaz reduciendo la tasa de lesiones y la gravedad de estas en comparación con un entrenamiento estándar.

- Un calentamiento propioceptivo mejora el tiempo de preactivación de los músculos estabilizadores de la rodilla en comparación con un calentamiento estándar.
- El entrenamiento propioceptivo mejora significativamente algunos de los factores de riesgo biomecánicos de las lesiones de LCA como el valgo de rodilla o la flexión y rotación interna de cadera.
- La implementación de un entrenamiento propioceptivo podría prevenir notablemente las lesiones de LCA y reducir así la alta incidencia actual.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. (2023). *Informe anual de educación 2023*. Recuperado de <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:c623c493-de28-4973-8f8a-62ed8b8f9b03/aed-2023.pdf>
- 2- Ekstrand, J., Häggglund, M., & Waldén, M. (2011). Injury incidence and injury patterns in professional football: the UEFA injury study. *British journal of sports medicine*, 45(7), 553–558. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060582>
- 3- López-Valenciano, A., Ruiz-Pérez, I., García-Gómez, A., Vera-García, F. J., De Ste Croix, M., Myer, G. D., & Ayala, F. (2020). Epidemiology of injuries in professional football: a systematic review and meta-analysis. *British journal of sports medicine*, 54(12), 711–718. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099577>
- 4- Alfonso, V. S., & Sancho, F. G. (1992). Anatomía descriptiva y funcional del ligamento cruzado anterior. Implicaciones clínico-quirúrgicas. *Rev Esp Cir Osteoart*, 27, 33-42.
- 5- Carrilero, P., & Pueyrredón, H. (1999). Biomecánica del Ligamento cruzado anterior, comportamiento tensional. *Revista AAOT*, 64, 135-142.
- 6- Kaeding, C. C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. A. (2017). Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinics in sports medicine*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.001>
- 7- Cimino, F., Volk, B. S., & Setter, D. (2010). Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *American family physician*, 82(8), 917–922.
- 8- Zahínos, J. I., González, C., & Salinero, J. (2010). Estudio epidemiológico de las lesiones, los procesos de readaptación y prevención de la lesión de ligamento cruzado anterior en el fútbol profesional. *Journal of Sport and Health Research*, 2(2), 139-150.
- 9- Alentorn-Geli, E., Myer, G. D., Silvers, H. J., Samitier, G., Romero, D., Lázaro-Haro, C., & Cugat, R. (2009). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy: official journal of the ESSKA*, 17(7), 705–729. <https://doi.org/10.1007/s00167-009-0813-1>
- 10- Martineau, P. A., Al-Jassir, F., Lenczner, E., & Burman, M. L. (2004). Effect of the oral contraceptive pill on ligamentous laxity. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 14(5), 281–286. <https://doi.org/10.1097/00042752-200409000-00006>

- 11- Aliste, K. B., & Valenzuela, F. M. Manual de Test Ortopédicos.
- 12- Kaeding, C. C., Léger-St-Jean, B., & Magnussen, R. A. (2017). Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clinics in sports medicine*, 36(1), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.001>
- 13- Pramod, V. K., Krishnan, J., & Sha, I. (2020). Clinicoradiological and arthroscopic correlation of “Lever Sign Test” in diagnosis of isolated anterior cruciate ligament rupture. *Int J Sci Res*, 9, 1-2.
- 14- Ayala-Mejías, J. D., García-Estrada, G. A., & Pérez-España, A. (2014). Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica mexicana*, 28(1), 57-67.
- 15- Yañez, R. D., Ocaranza, D. D., & Dölz, R. L. (2010). Elección del injerto en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior. *Artroscopia*, 17(3), 199-204.
- 16- Loza, E. (2011). AINEs en la práctica clínica: lo que hay que saber. *Inf Ter Sist Nac Salud*, 35(3), 88-95.
- 17- Molina, J. G., & Mendes, J. E. (2020). Retorno al deporte tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Rev Esp Artrosc Cir Articul*, 27(3), 251-9.
- 18- Silvers-Granelli, H. J., Bizzini, M., Arundale, A., Mandelbaum, B. R., & Snyder-Mackler, L. (2018). Higher compliance to a neuromuscular injury prevention program improves overall injury rate in male football players. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 26(7), 1975–1983. <https://doi.org/10.1007/s00167-018-4895-5>
- 19- Silvers-Granelli, H., Mandelbaum, B., Adeniji, O., Insler, S., Bizzini, M., Pohlig, R., Junge, A., Snyder-Mackler, L., & Dvorak, J. (2015). Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *The American journal of sports medicine*, 43(11), 2628–2637. <https://doi.org/10.1177/0363546515602009>
- 20- Arundale, A. J. H., Silvers-Granelli, H. J., Marmon, A., Zarzycki, R., Dix, C., & Snyder-Mackler, L. (2018). Changes in biomechanical knee injury risk factors across two collegiate soccer seasons using the 11+ prevention program. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(12), 2592–2603. <https://europepmc.org/backend/ptpmcrender.fcgi?accid=PMC6238630&blobtype=pdf>
- 21- Seyedi, M., Zarei, M., Daneshjoo, A., Rajabi, R., Shirzad, E., Mozafaripour, E., & Mohammadpour, S. (2023). Effects of FIFA 11 + warm-up program on kinematics and proprioception in adolescent soccer players: a parallel-group randomized control trial. *Scientific reports*, 13(1), 5527. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-32774-3>
- 22- Hilska, M., Leppänen, M., Vasankari, T., Aaltonen, S., Kannus, P., Parkkari, J., Steffen, K., Kujala, U. M., Konttinen, N., Räsänen, A. M., & Pasanen, K. (2021). Neuromuscular Training Warm-up Prevents Acute Noncontact Lower Extremity Injuries in Children's Soccer: A Cluster Randomized Controlled Trial. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 9(4), 23259671211005769. <https://doi.org/10.1177/23259671211005769>
- 23- Al Attar, W. S. A., Bizzini, M., Alzahrani, H., Alarifi, S., Ghulam, H., Alyami, M., Alzhrani, M., & Sanders, R. H. (2023). The FIFA 11+ Kids Injury Prevention Program Reduces Injury Rates Among Male Children Soccer Players: A Clustered Randomized Controlled Trial. *Sports health*, 15(3), 397–409. <https://doi.org/10.1177/19417381221109224>
- 24- De Sire, A., Demeco, A., Marotta, N., Moggio, L., Palumbo, A., Iona, T., & Ammendolia, A. (2021). Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Exercises: Could a

Neuromuscular Warm-Up Improve Muscle Pre-Activation before a Soccer Game? A Proof-of-Principle Study on Professional Football Players. Applied Sciences, 11(11), 4958. <https://doi.org/10.3390/app11114958>

- 25- García-Luna, M. A., Cortell-Tormo, J. M., García-Jaén, M., Ortega-Navarro, M., & Tortosa-Martínez, J. (2020). Acute Effects of ACL Injury-Prevention Warm-Up and Soccer-Specific Fatigue Protocol on Dynamic Knee Valgus in Youth Male Soccer Players. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(15), 5608. <https://doi.org/10.3390/ijerph17155608>
- 26- Taghizadeh Kerman, M., Brunetti, C., Yalfani, A., Atri, A. E., & Sforza, C. (2023). The Effects of FIFA 11+ Kids Prevention Program on Kinematic Risk Factors for ACL Injury in Preadolescent Female Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. Children (Basel, Switzerland), 10(7), 1206. <https://doi.org/10.3390/children10071206>

## 9. ANEXOS

### Anexo 1. 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: