

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**EFFECTIVIDAD DE LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DE LESIÓN
DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN EL DEPORTE FEMENINO:
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

AUTOR: RAMOS GUARDIOLA, ALBA.

N.º Expediente: 197

TUTOR: ÁLVAREZ RODRÍQUEZ, MARÍA TERESA.

Departamento y Área: Patología y cirugía

Curso académico: 2021-2022

Convocatoria de junio

ÍNDICE

Contenido

1. RESUMEN/ ABSTRACT	1
RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. Objetivo principal.....	6
3.2. Objetivos secundarios.....	6
4. MATERIAL Y MÉTODOS	7
4.1. Diseño del estudio	7
4.2. Estrategia de búsqueda	7
4.3. Criterios de inclusión y exclusión	8
5. RESULTADOS	9
6. DISCUSIÓN.....	13
6.1. Limitaciones	16
7. CONCLUSIÓN	17
8. ANEXOS.....	18
ANEXO 1	18
ANEXO 2.....	20
ANEXO 3.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	29

1. RESUMEN/ ABSTRACT

RESUMEN

Introducción: Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son comunes en los deportes y pueden ser muy incapacitantes para los atletas. Las mujeres tienen de 4 a 6 veces más riesgo de sufrir esta lesión debido a factores de riesgo anatómicos, biomecánicos, hormonales y neuromusculares. La alta incidencia de la lesión y su recuperación a largo plazo ha despertado el interés por diseñar programas preventivos para modificar los factores de riesgo y prevenir lesiones del LCA en mujeres deportistas. Esta revisión está enfocada a los deportes de equipo.

Objetivos: Determinar la efectividad de un programa de prevención para reducir las lesiones del LCA y, como objetivos secundarios, examinar los factores de riesgo más trabajados en un programa de prevención y que tipos de ejercicios son más efectivos en la prevención del LCA.

Material y método: Se ha realizado una revisión bibliográfica de los programas de prevención del LCA en mujeres utilizando las bases de datos Pubmed, Scopus, PEDro, Web of Science y Embase.

Resultados: Se incluyeron un total de 11 artículos en el estudio. Se tratan de ensayos clínicos que hablan de mujeres adolescentes y jóvenes adultas de 12 a 22 años. Los deportes estudiados fueron fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. Gracias a los programas de prevención del LCA, las atletas de alto cumplimiento han experimentado una reducción en las tasas de lesiones.

Conclusión: Los programas neuromusculares son los más efectivos para prevenir lesiones del LCA en mujeres. En estos programas se realizan ejercicios pliométricos, de agilidad y estabilidad para reducir el valgo de rodilla y el aterrizaje del salto, que son los factores de riesgo más estudiados en la revisión.

Palabras clave: “Lesión ligamento cruzado anterior”, “Mujeres”, “Deportes”, “Prevención”

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament injuries (ACL) are common in sports and can be very disabling for athletes. Women are 4 to 6 times more at risk for this injury due to anatomical, biomechanical, hormonal and neuromuscular risk factors. The high incidence of the injury and its long-term recovery has sparked interest in designing preventive programs to modify risk factors and prevent ACL injuries in female athletes. This review is focused on team sports.

Objectives: To determine the effectiveness of a prevention program in reducing ACL injuries and, as secondary objectives, to examine the risk factors most commonly addressed in a prevention program and what types of exercises are most effective in ACL prevention.

Method: A literature review of ACL prevention programs in women was performed using Pubmed, Scopus, PEDro, Web of Science and Embase databases.

Results: A total of 11 articles were included in the study. These were clinical trials that dealt with adolescent and young adult females aged 12 to 22 years. The sports studied were soccer, basketball, handball and volleyball. Thanks to ACL prevention programs, high-performing female athletes have experienced a reduction in injury rates.

Conclusión: Neuromuscular programs are the most effective in preventing ACL injuries in women. In these programs, plyometric, agility and stability exercises are performed to reduce knee valgus and jump landing, which are the most studied risk factors in the review.

Keywords: "Anterior cruciate ligament injury", "Women", "Sports", "Prevention".

2. INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) es uno de los responsables de proporcionar estabilidad medial a la articulación de la rodilla. Sus funciones son evitar la hiperextensión de la rodilla, limitar el desplazamiento anterior de la tibia y asegurar las rotaciones de esta respecto al fémur.¹

La lesión del LCA es la más común en los deportes que implican saltar, girar y cambiar de dirección. Es multifactorial y está producida por la combinación de factores de riesgo tanto intrínsecos como extrínsecos.^{2,3}

Los factores genéticos, anatómicos, biomecánicos, hormonales y neuromusculares pertenecen al grupo de factores de riesgo intrínsecos, mientras que los extrínsecos comprenden el equipamiento del deportista, las condiciones ambientales, el lugar de competición, etc.³

La lesión se clasifica según su gravedad en ⁴:

- Esguince de grado I: micro-desgarro o estiramiento leve, conservando la integridad y la estabilidad del ligamento.
- Esguince de grado II: ruptura parcial del ligamento, dolor al estresarlo e inestabilidad.
- Esguince grado III: desgarro o rotura completa. Completa laxitud e inestabilidad. Puede no existir dolor por la afectación de la inervación del ligamento.

En los deportes de equipo, existen dos tipos de lesiones del LCA, el de contacto y el de no contacto. Las lesiones de contacto son producidas por fuerzas externas, como un golpe, el poste u otro objeto. Las de no contacto representan el 70% y sucede cuando el pie está en posición de cadena cinética cerrada y pronación, la tibia en rotación interna, la rodilla se encuentra entre 0-20° de extensión y en valgo. Ese mecanismo lesional sucede cuando el deportista realiza un cambio brusco de dirección, acelera o desacelera, pivota sobre una rodilla cercana a la posición de extensión, o realiza un aterrizaje con una sola pierna en posición de extensión o

hiperextensión.^{5,6} (ANEXO 1) (Figura 1)

La mayoría de los deportes están diseñados para hombres, teniendo en cuenta las características anatómicas, y muy pocos para mujeres, por ello, se cree que se produce un mayor número de lesiones en mujeres respecto al sexo masculino.

Actualmente, la mujer ha conseguido tener una mayor aceptación en el deporte, aunque se ve que hay una diferencia clara, porque ambos compiten por separado (mujeres contra mujeres y hombres contra hombres), ya que si compitieran juntos se produciría un mayor número de lesiones por la predisposición física de los hombres.⁸

Actualmente, los estudios determinan que las atletas femeninas tienen de 4 a 6 veces más probabilidades de sufrir lesiones del LCA que los atletas masculinos que realizan las mismas actividades y afecta, más a adolescentes entre los 12-16 años, edad en la que las jugadoras son más vulnerables a sufrir esta lesión.⁹

El fútbol femenino se está convirtiendo en un deporte cada vez más popular. Alrededor de 40 millones de ellas lo practican en el mundo. El 88% de las lesiones del LCA se producen por no contacto, por lo que esta lesión puede ser prevenible.

De todos los factores de riesgo de esta lesión, son los factores intrínsecos, a menudo relacionados con el sexo, los que pueden explicar la mayor probabilidad que presentan las mujeres frente a los hombres, de sufrir una lesión del LCA sin contacto.^{5,9,10}

Este riesgo depende de varios factores como las diferencias en la anatomía musculoesquelética:

- Caderas más anchas.
- Ángulo Q más grande.
- Aumento de la laxitud ligamentosa.
- Desequilibrio de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales.
- Valgo de rodilla más pronunciado.¹¹

Otro factor de riesgo lesional es el hormonal. La acción de los estrógenos, durante la fase lútea del ciclo menstrual, justo antes de la menstruación, aumenta la incidencia de lesiones. La relaxina es una hormona que contribuye al incremento de la laxitud ligamentosa, por tanto, también presenta un mayor riesgo lesional.¹²

En el mundo deportivo, este tipo de lesión está catalogada como una de las más graves, porque genera una gran incapacidad que obliga a los deportistas a apartarse de los entrenamientos y competiciones durante aproximadamente 6-8 meses. Ese largo tiempo de recuperación y su elevada incidencia generan altos costes económicos.

Además, existe una asociación entre la lesión del LCA y la probabilidad de sufrir osteoartritis a largo plazo. Después de 10 y 20 años de sufrir la lesión, el 50% de los pacientes padecerán signos de osteoartritis asociado a dolor, independientemente de que se haya tratado de manera conservadora o quirúrgica.¹³

En la bibliografía se encuentran pocos estudios sobre la prevención de esta lesión, siendo en cambio muy abundantes aquellos que tratan sobre su intervención. Es interesante enfocar el papel que tiene el fisioterapeuta en el tratamiento de dichas lesiones, pero también sería igual o más interesante poder reducir el número de estas, realizando una labor de prevención, para evitar las consecuencias anteriormente citadas que trae consigo la lesión del LCA.

La alta incidencia de esta lesión y su repercusión a largo plazo ha despertado un gran interés en implantar programas para prevenir y reducir el riesgo de lesiones teniendo en cuenta las diferencias anatómicas entre géneros. Para ello, es importante identificar los factores de riesgo extrínsecos e intrínsecos asociados con los mecanismos de lesión del LCA, con el objetivo de reducir la incidencia de lesión en deportistas femeninas.¹⁴ (ANEXO 2) (Tabla 1)

3. OBJETIVOS

El propósito de esta búsqueda es comprobar los efectos de los programas de prevención para la lesión del ligamento cruzado anterior en deportistas femeninas.

3.1. Objetivo principal

- Determinar la efectividad de los programas preventivos en el deporte femenino para prevenir lesiones del LCA.

3.2. Objetivos secundarios

- Determinar cuáles son los factores de riesgo más trabajados en los programas preventivos.
- Comprobar que tipos de ejercicios son más efectivos en la prevención de la lesión del LCA en las mujeres deportistas.



4. MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio ha sido aprobado por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el COIR para TFGs: TFG.GFI.MTÁR.ARG.220203

4.1. Diseño del estudio

Este trabajo consiste en una revisión bibliográfica basada en la evidencia científica para la prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en el deporte femenino.

4.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda se realizó entre febrero y marzo de 2022 en las bases de datos PubMed, Scopus, Embase, PEDro y Web of Science.

Las palabras clave que se han utilizado para la búsqueda son:

“Anterior cruciate ligament injuries”, “sport”, “female”, “women” y “prevention”.

Se añadió el operador booleano “AND” para que la búsqueda sea significativa.

La cadena de búsqueda ha sido la misma para todas las bases de datos:

“Anterior cruciate ligament injuries” AND “sport” AND “female” AND “prevention”, obteniendo un total de 1.991 resultados, que tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión y descartar los artículos duplicados, nos quedamos con 11 artículos para realizar el estudio. Esto se refleja más detallado en el diagrama de flujo. (ANEXO 1) (Figura 2)

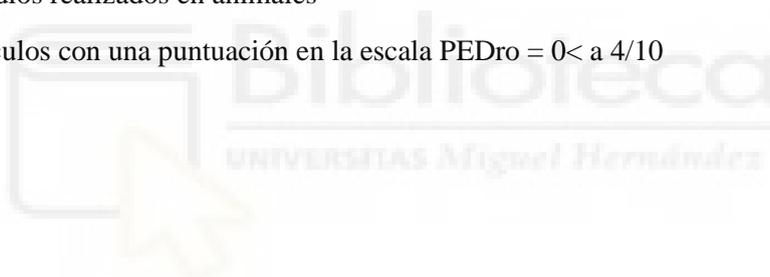
4.3. Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión:

- Mujer
- Deportista
- Los artículos deben ser ensayos clínicos
- Artículos publicados en bases de datos entre 2011-2022
- Estudios que hagan referencia específica a la lesión del LCA
- Estudios cuya medida de investigación sea la prevención de rotura del LCA

Criterios de Exclusión:

- Patología previa de rodilla
- Población igual o superior a 30 años
- Estudios posteriores a la intervención quirúrgica
- Estudios realizados en animales
- Artículos con una puntuación en la escala PEDro = $0 < a < 4/10$



5. RESULTADOS

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, nos quedamos con un total de 11 artículos para realizar el estudio. Se tratan de ensayos controlados aleatorizados evaluados con la Escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro) (ANEXO 2) (Tabla 1). A continuación, realizaremos una descripción más detallada de los estudios incluidos en la tabla de resultados. (ANEXO 2) (Tabla 2)

Apreciamos que los 11 artículos del estudio son ensayos clínicos. La diferencia es que 8 (*Cynthia R LaBella, Kevin McCurdy, Markus Waldén, Mette K Zebis, E. Weltin, Jeffrey B. Taylor, Ana FERRI-CARUANA, Dai Sugimoto*) se tratan de ensayos controlados aleatorizados, mientras que los estudios restantes son: ensayos clínicos (*Frank R. Noyes*), un estudio de cohorte prospectivo basado en un ensayo aleatorio grupal (*Martin Hagglund*) y, por último, un ensayo clínico controlado aleatorizado simple ciego (*Juana L. Parsons*).

Todos los estudios son realizados en mujeres entre 10 y 24 años. Un artículo (*Juana L. Parsons*) estudia las deportistas con edades comprendidas entre 10-14 años, 5 (*Markus Waldén, Frank R. Noyes, Martin Hagglund, Jeffrey B. Taylor, Dai Sugimoto*) estudian adolescentes de 12-17 años, 3 (*Cynthia R LaBella, Mette K Zebis, Ana FERRI-CARUANA*) estudian juveniles de 16-17 años y 2 (*E. Weltin, Kevin McCurdy*) a mujeres mayores de 20 años.

Se estudiaron un total de 11.469 jugadoras que practicaban *diferentes deportes* como el fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

De los 11 estudios, 5 (*Markus Waldén, Frank R. Noyes, Martin Hagglund, Juana L. Parsons, Ana FERRI-CARUANA*) se centran en el fútbol femenino, con una población de 9.250 mujeres, 2 (*Cynthia R LaBella, Jeffrey B. Taylor*) hablan de fútbol y baloncesto, con un total de 1.579 adolescentes, 2 (*Kevin McCurdy, Dai Sugimoto*) estudian el fútbol, el baloncesto y el voleibol realizando su estudio en 576 atletas femeninas, 1 (*Mette K Zebis*) hace referencia al fútbol y el balonmano con 40 jugadoras y 1 (*E. Weltin*) trata del fútbol, del baloncesto y del balonmano interviniendo a 24 mujeres. (ANEXO 3) (Gráfico 1)

Con respecto a los **programas preventivos** de las lesiones del LCA:

- 7 artículos (*Cynthia R LaBella, Markus Waldén, Frank R. Noyes, Martin Hagglund, Mette K Zebis, Dai Sugimoto, Jeffrey B. Taylor*) estudian el efecto de los programas de calentamiento neuromuscular.
- 1 (*Kevin McCurdy*) realizó un programa para mejorar la resistencia en miembros inferiores (MMII) con soporte de peso.
- 1 (*Juana L. Parsons*) estudió un programa basado en el entrenamiento de fuerza de MI en el salto y aterrizaje.
- 1 ensayo (*E. Weltin*) implantó un programa de ejercicios pliométricos mejorados con perturbaciones.
- 1 estudio (*Ana FERRI-CARUANA*) diseñó un programa para evaluar la estabilidad y fuerza pélvica y central.

En cuanto a las **intervenciones de los programas de prevención:**

- 3 estudios (*Dai Sugimoto, Ana FERRI-CARUANA, Markus Waldén*) se centraron en un entrenamiento basado en la estabilización del tronco y fortalecimiento de la cadera con ejercicios de fuerza, estabilidad, propiocepción.
- 2 estudios (*Jeffrey B. Taylor y Cynthia R LaBella*) implementaron un programa neuromuscular enfocado en la cadera y la rodilla con ejercicios de fuerza, pliometría y agilidad.
- 2 artículos (*E. Weltin, Frank R. Noyes*) realizaron entrenamientos pliométricos mejorados con perturbaciones y neuromusculares integrando ejercicios pliométricos para la rodilla.
- 2 (*Kevin McCurdy y Juana L. Parsons*) se basaron en un entrenamiento de fuerza del MI para mejorar el aterrizaje del salto con ejercicios pliométricos y de fuerza.
- 1 estudio (*Mette K Zebis*) realizó un entrenamiento neuromuscular enfocado a mejorar la conciencia corporal y el control motor de la cadera, rodilla y tobillos implantando ejercicios pliométricos y estabilidad pélvica.

- 1 estudio (*Martin Hagglund*) implementó un programa neuromuscular enfocado en la rodilla realizando ejercicios de pliometría.

Con respecto a la frecuencia y duración de los programas:

- 6 estudios (*Cynthia R LaBella, Markus Waldén, Martin Hagglund, Mette K Zebis, Dai Sugimoto, Jeffrey B. Taylor*) que realizan programas de calentamiento neuromuscular practican 2/3 sesiones a la semana durante 6-12 semanas, con una duración de 15-20 minutos. Solo uno (*Frank R. Noyes*) tiene una duración de 90-120 minutos.
- 4 programas (*Juana L. Parsons, E. Weltin, Ana FERRI-CARUANA y Kevin McCurdy*) realizan el entrenamiento 2 días/semana, entre 20-60 minutos, durante 2-3 meses.

Con relación a la tasa de incidencia de lesión del LCA:

- De los 7 estudios que aplican un programa de calentamiento neuromuscular, 4 (*Cynthia R LaBella, Markus Waldén, Dai Sugimoto y Martin Hagglund*) observaron que las jugadoras tuvieron un alto cumplimiento en las sesiones de entrenamiento, reduciendo entre un 64%-84% la tasa de incidencia de lesión del LCA en comparación con el grupo control.
- 1 (*Jeffrey B. Taylor*) examinó el aumento de los ángulos de abducción y flexión de rodilla en el grupo de intervención de baloncesto en comparación con el grupo control, siendo la abducción de rodilla un factor de riesgo para la lesión del LCA. Este programa consigue una reducción de lesiones del LCA, y observa que las jugadoras de fútbol presentan menor riesgo de sufrir las lesiones del LCA que las jugadoras de baloncesto. No hay porcentaje de reducción lesional.
- 1 (*Frank R Noyes*) midió la alineación de MI y el valgo de rodilla y concluye, que la distancia de separación de las rodillas y los tobillos durante el aterrizaje aumentaron un 87% y 84% respectivamente, mejorando la alineación del MI, lo que previene la lesión del LCA. El estudio no informa del porcentaje de reducción lesional.

- 1 ensayo (*Mette K Zebis*), estudia el desequilibrio de fuerza entre cuádriceps e isquiotibiales. Las atletas mejoraron la fuerza de los isquiotibiales en el grupo de intervención disminuyendo la preactividad muscular del VL-ST un 43% en comparación con el grupo control, ya que la preactividad en este grupo aumentó, asociándose con un mayor riesgo de lesión del LCA. No hay porcentaje de reducción lesional.
- 1 estudio (*Juana L. Parsons*) realizó un programa de fuerza del MI en el grupo intervención y del miembro superior (MS) en el grupo control. Ambos grupos mejoraron la prueba de resistencia máxima, por lo que no hubo diferencias significativas entre grupos. La técnica del salto en las participantes evalúa la posición de las extremidades inferiores y tronco. El programa no es significativo si solo se trabaja la fuerza en el MI por lo que, el autor propone realizar un programa de fuerza global para obtener mejores resultados en la técnica del salto, siendo un factor que favorece la prevención de la lesión del LCA. No hay porcentaje de reducción lesional.
- 1 estudio (*Kevin McCurdy*) se basó en un programa para mejorar la resistencia en el MI con soporte de peso, consiguiendo un aumento de la fuerza de los MMII entre un 50-110%, reduciendo el riesgo de lesión del LCA. No hay porcentaje de reducción lesional.
- 1 ensayo (*E. Weltin*) examinó un programa en el que el grupo de intervención (PPT) consiguió una reducción en la rotación de tronco, una mejoría en el patrón de carga de rodilla y un aumento de la rotación de la pelvis, favoreciendo la reducción de lesión del LCA. No hay porcentaje de reducción lesional.
- 1 estudio (*Ana FERRI-CARUANA*) mediante el programa para evaluar la estabilidad y fuerza del núcleo (PCST), fortaleció la estabilidad central y aumentó la flexión máxima de cadera (24, 43°) y rodilla (14, 94°) durante los saltos de caída bilaterales y unilaterales, ambos reduciendo los factores de riesgo del LCA. No hay porcentaje de reducción lesional.

6. DISCUSIÓN

En las dos últimas décadas, el número de estudios sobre la prevención de lesiones del LCA en deportistas femeninas se ha visto incrementado considerablemente. Esto se debe a la abundante incorporación de la mujer en el deporte y al gran número de lesiones que sufren con relación a sus homólogos masculinos.

Cabe destacar que los artículos incluidos en el estudio hablan de adolescentes y jóvenes adultas entre 12-23 años. Lo que no viene reflejado en ningún estudio, es si el programa obtiene los mismos resultados en una población adolescente que en jóvenes adultas. Podríamos pensar que la observación se realiza en ese rango de edad porque, al ser adolescentes, todavía no tienen patrones de movimiento definidos, por lo cual es más fácil modificarlos. Otras de las razones, es que, es la edad ideal para fomentar programas preventivos para evitar que las adolescentes se lesionen y repercuta en su futuro como deportistas.

También es importante realizar más estudios sobre los factores de riesgo que presentan las jóvenes adultas, puesto que el componente musculoesquelético es diferente de las adolescentes y porque son las jugadoras que pueden integrarse en equipos profesionales, lo que supone un nivel de alto rendimiento y por consecuencia, un riesgo lesional más alto.

Estos estudios solo han aplicado programas de prevención en 4 deportes: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol, siendo el fútbol, el deporte más estudiado seguido del baloncesto.

Taylor et al²³ proponen realizar el mismo programa de prevención neuromuscular en jugadoras de fútbol y baloncesto. Observa que, su programa tiene peor resultado en las jugadoras de baloncesto que las de fútbol, ya que se mueven más en el plano frontal con movimientos de saltos y aterrizajes, mientras que las jugadoras de fútbol se mueven en el plano sagital realizando movimientos de pivotaje, donde el programa presenta mayor énfasis.

Por ello, sería interesante modificar y adaptar el plan de prevención, dependiendo del deporte que

realicen las jugadoras, adaptando los ejercicios a la biomecánica de los gestos deportivos y acciones que se vayan a llevar a cabo en cada disciplina.

En cuanto al número de lesiones, interesa saber los resultados de incidencia del LCA. Todos los autores coinciden en que hubo una reducción de lesión después de realizar los programas preventivos, tanto los que aplican ejercicios de fuerza, estabilidad y propiocepción ^{17,24,25}, como los que aplican ejercicios de pliometría ^{15,16,18,19,21,22,23}, de agilidad ^{15,23} y de estabilidad pélvica y control motor de la cadera.²⁰

Los programas que mejor resultado han obtenido en la reducción de la lesión del LCA son los estudios de **Hagglund et al** ¹⁹, **LaBella et al** ¹⁵, **Walden et al** ¹⁷ y **Sugimoto et al** ²⁴, que consiguen una reducción entre el 64% y 88% en la disminución de lesiones.

El resultado más significativo corresponde al grupo de alto cumplimiento del programa de **M. Hagglund**, por lo que es muy importante que las deportistas sean constantes en la realización de los programas.

Además, se ha demostrado que la implicación de los entrenadores en la motivación y feedback con las jugadoras, influye en el resultado obtenido.

Uno de los factores de riesgo en la mujer es el valgo de rodilla. Varios estudios centraron su programa preventivo en mejorar la alineación del miembro inferior (MI) ya que es un indicador en la prevención de la lesión del LCA.

Los estudios como el de **Noyes et al** ¹⁸, con su programa de calentamiento neuromuscular, que consiste en ejercicios de pliometría, consigue una mejoría del 87% en la alineación del MI.

Sin embargo, el estudio de **Zebis et al** ²⁰, con su programa neuromuscular, no encuentra mejoría en la alineación del MI.

Hay que tener en cuenta varios parámetros, por un lado, la población estudiada es muy pequeña y, por

otro lado, la elección de los ejercicios no son los mismos que los de Noyes. Sería interesante más estudios que correlacionen una mejor alineación del MI con la reducción de la lesión del LCA.

Uno de los gestos deportivos que más aumentan el valgo de rodilla es el salto unipodal. Estudios como el de **McCurdy et al**¹⁶ y **Weltin et al**²¹ y **Taylor et al**²³, realizan ejercicios pliométricos consiguiendo una reducción del impacto en la recepción del salto, disminuyendo el riesgo de lesión. Podríamos decir que los ejercicios pliométricos previenen las lesiones del LCA, pero se necesitan más estudios debido a la pequeña población y calidad metodológica media de los ensayos clínicos.

Parson et al²² y **McCurdy et al**¹⁶ utilizaron un programa de fuerza en MI y concluyeron que los ejercicios de fuerza centrados en el MI no mejoran el impacto de recepción del salto, con lo cual no reducen las lesiones del LCA. Sin embargo, el estudio de **FERRI-CARUANA**²⁵ muestra una mejoría en el control del salto, aplicando su programa de estabilidad y fuerza central, reduciendo el riesgo de lesión. Si el objetivo es reducir la lesión del LCA, no es recomendable trabajar únicamente la fuerza del tren inferior, como muestran los estudios de Parsons y FERRI-CARUANA, el programa debe incluir ejercicios de fortalecimiento global. Se necesitan más estudios debido a la pequeña población que se ha utilizado.

En las mujeres, existe un desequilibrio entre la musculatura agonista y antagonista, ya que presentan una elevada fuerza extensora del cuádriceps y una escasa fuerza flexora de los isquiotibiales.²⁷

El estudio de **Zebis et al**²⁰ muestran que, con su programa, consiguen equilibrar las fuerzas entre cuádriceps e isquiotibiales, mejorando el tono muscular del MI permitiendo proteger el LCA. Se necesitan más estudios para confirmar que su programa mejora ese desequilibrio.

Todos los estudios recomiendan que se apliquen los programas preventivos 2/3 días a la semana, tal como lo recomienda la Federación Internacional de Fútbol Asociado-FIFA²⁹, pero algunos difieren en la duración. El 55% de los estudios recomiendan una duración máxima de 20 minutos, el 36% recomiendan un máximo de 60 minutos y el 9% recomienda un máximo de 120 minutos. Teniendo en cuenta que el 55% de los estudios corresponden a los programas de calentamiento neuromuscular que tienen una calidad metodológica alta y un gran tamaño muestral, podemos considerar que el tiempo recomendado sea de 20 minutos. Duración del programa que también recomienda la FIFA.²⁹

6.1. Limitaciones

Con respecto a los sesgos:

- En primer lugar, no hay muchos estudios que hablen de la prevención del LCA en el deporte femenino.
- En segundo lugar, más de la mitad de los estudios han utilizado una muestra muy pequeña en la población
- Finalmente, muchos de los estudios no reflejan el porcentaje de lesión del LCA.

7. CONCLUSIÓN

Después de analizar los estudios correspondientes, se concluye que los programas preventivos que se realizan para reducir el riesgo de lesión del LCA son efectivos en atletas femeninas. Los programas neuromusculares son los más efectivos para mejorar los factores de riesgo biomecánicos.

Los factores de riesgo más estudiados en esta revisión son el valgo de rodilla, el impacto en el aterrizaje del salto y el desequilibrio de fuerza entre el cuádriceps e isquiotibiales.

Un buen plan de prevención diseñado para aplicarlo antes de los entrenamientos tendría que realizarse 2-3 días a la semana, 20 minutos, durante la temporada y debería contar con ejercicios de calentamiento general, de agilidad, de fuerza excéntrica y pliométrica, de propiocepción, de estabilidad central.

Por todas las diferencias respecto a los hombres y, debido a que, las lesiones más graves se dan por mecanismo de no contacto, se necesitaría realizar más estudios para crear un programa de prevención que se ajuste a las demandas que presentan las atletas femeninas en los distintos deportes.

8. ANEXOS

ANEXO 1



Figura 1. Mecanismo lesional del LCA debido a un cambio de dirección. (7)

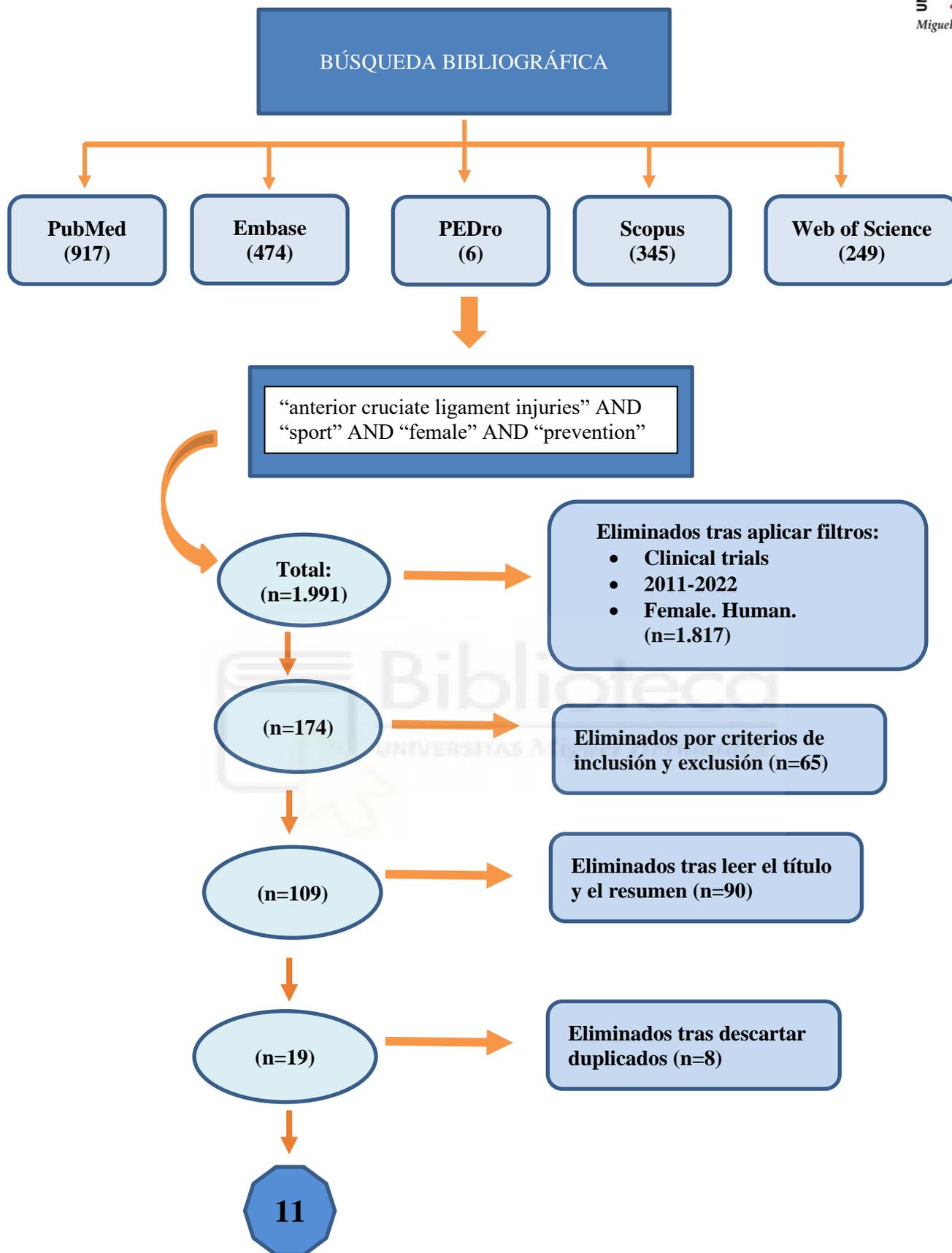


Figura 2. Diagrama de flujo búsqueda bibliográfica. Elaboración propia

ANEXO 2

Tabla 1. Índice de lesiones del LCA por cada 100000 deportistas expuestos. Elaboración propia

DEPORTES	INCIDENCIA LESIONAL
Fútbol	11,7% / 100000 h
Baloncesto	11,2% / 100000 h
Voleibol	2,7% / 100000 h

Tabla 2. Criterios de la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro)

AUTORES	Asignación aleatoria	Asignación oculta	Homogéneos al comienzo	Cegamiento del paciente	Cegamiento del terapeuta	Cegamiento del evaluador	Seguimiento adecuado	Análisis por intención	Resultados comparados entre grupos	Medidas puntuales y de variabilidad	PUNTUACIÓN
A.F. Caruana et al. 2020	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7/10
M. Walden et al. 2012	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7/10
M.K. Zebis et al. 2016	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6/10
D. Sugimoto et al. 2017	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	9/10
M. Hagglund et al. 2013	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
F.R. Noyes et al. 2013	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5/10
K. McCurdy et al. 2012	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
E. Weltin et al. 2017	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
J.L. Parsons et al. 2017	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7/10
C.R. Bella et al. 2012	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7/10
J.B. Taylor et al. 2018	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	6/10

Tabla 3. Resultado de los estudios incluidos en la revisión. Elaboración propia

Autores	Diseño del estudio	Intervención	Características de la muestra	Variables evaluadas	Resultados obtenidos	Calidad (PEDro)
Cynthia R LaBella et al, 2011	Ensayo controlado aleatorio	<p>Dos grupos:</p> <p>-GI: calentamiento neuromuscular de 20 min</p> <p>-GC: calentamiento habitual</p> <p>-Duración: 1 temporada</p>	<p>90 entrenadores</p> <p>N=1492 jugadoras</p> <p>-Fútbol y baloncesto</p> <p>-Edad: 16-17 años</p> <p>-GI: 737</p> <p>-GC: 755</p>	<p>-Lesiones de LE de inicio gradual</p> <p>-Lesiones de LE sin contacto de inicio agudo</p> <p>-Esguinces de tobillo sin contacto</p> <p>-Esguinces de rodilla sin contacto</p> <p>-Lesiones de LCA sin contacto</p>	<p>Realizando un calentamiento neuromuscular dirigido por los entrenadores, las jugadoras del grupo de intervención tuvieron una reducción del 65% en las lesiones de inicio gradual, del 56% en las lesiones agudas sin contacto y del 66% en esguinces de tobillo sin contacto y lesiones de LCA sin contacto, en comparación con las jugadoras del grupo control.</p>	7/10
Kevin McCurdy et al, 2012	Ensayo controlado aleatorio	<p>Programa para mejorar la resistencia en el miembro inferior con soporte de peso.</p> <p>-2 días/semana durante 8 semanas.</p> <p>Dos grupos:</p> <p>-GI: ejercicios con pesas libres en los MMII.</p> <p>-GC: no realizaron entrenamiento de resistencia en el MI.</p>	<p>N= 29 atletas</p> <p>- Fútbol, baloncesto y voleibol</p> <p>-Edad: 20-24 años.</p> <p>-GI: 13</p> <p>-GC: 16</p>	<p>Variables dependientes:</p> <p>-Medidas de valgo de rodilla</p> <p>-Medidas de flexión de rodilla</p> <p>-Medidas de flexión de cadera durante un salto.</p>	<p>La fuerza de los sujetos aumentó entre un 50-110% después del entrenamiento de resistencia, indicando debilidad muscular antes del entrenamiento.</p> <p>También aumentó la flexión de rodilla en el grupo de resistencia en el salto bilateral, pero no hay diferencias significativas en la flexión de cadera y el valgo de rodilla durante el aterrizaje del salto. Las medidas bilaterales fueron mayores que las unilaterales, indican mayor riesgo de lesión del LCA durante el salto unilateral.</p> <p>El entrenamiento pliométrico reduce el impacto de aterrizaje, mientras que el entrenamiento de fuerza no demostró esa adaptación. Se necesitan más investigaciones para combinar el entrenamiento pliométrico y de fuerza.</p>	6/10

Markus Waldén et al, 2012	Ensayo controlado aleatorio grupal	Programa de calentamiento neuromuscular centrado en el control de rodilla y estabilidad del núcleo. Duración: 15 min, 2 sesiones/semana durante la temporada Dos grupos: -GI: neuromuscular -GC: calentamiento habitual	N: 4564 jugadoras -Fútbol -Edad: 12-17 años. -GI: 2479 -GC: 2085	Principales medidas de resultado: -Tasa de lesión del LCA -Tasas de lesión grave en la rodilla -Cualquier lesión aguda en la rodilla. Prueba de Wald para calcular los valores P. Se utilizó Stata versión 11.0 para los análisis.	No se produjeron lesiones durante el programa de calentamiento neuromuscular. Se registraron 21 lesiones del LCA en 21 jugadoras, 7 en el grupo de intervención y 14 en el grupo control. La regresión de Cox mostró una reducción del 64% en la lesión del LCA en el grupo de intervención en comparación con el grupo control.	7/10
Frank R. Noyes et al, 2013	Ensayo clínico	Programa de entrenamiento neuromuscular de Sportsmetrics, calentamiento, salto, fuerza, flexibilidad, velocidad, agilidad y acondicionamiento aeróbico -Duración: 3 sesiones/semana de 90-120 minutos durante 6 semanas	N: 124 jugadoras -Fútbol -Edad: 12-18 años Dos fases: -Fase 1: 62 -Fase 2: 62 Todos participaron en el mismo programa.	Fase 1: -Salto de caída de video -Saltos verticales -Prueba en t -Prueba de sprint de 37 m Fase 2: -Prueba de aptitud física de varias etapas (MSFT)	En la fase 1 se encontraron aumentos en la prueba de salto de caída de video en la distancia de separación de la rodilla de un 87% y el tobillo de un 84% en el aterrizaje, en la prueba t de un 87% y en la prueba de salto vertical, encontrando mejoría después del entrenamiento. No hubo mejoría en el salto vertical contramovimiento. En la fase 2 se encontraron mejorías del 69% en el MSFT en la media estimada V. Este programa mejoró la alineación de los MMII, previniendo lesiones del LCA.	5/10

<p>Martin Hagglund et al, 2013</p>	<p>Estudio de cohorte prospectivo basado en un ensayo controlado aleatorio grupal</p>	<p>Prevención de un programa de entrenamiento NMT - -Duración: 15 min, 2 sesiones/semana Dos grupos: -GI: se dividió en terciles de cumplimiento (alto cumplimiento, cumplimiento intermedio y bajo cumplimiento) -GC: calentamiento habitual</p>	<p>N=4500 jugadoras. 184 equipos de intervención y 157 equipos de control -Fútbol -Edad: 12-17 años. -GI: 2471 -GC: 2085</p>	<p>Se observaron: -Tasas de lesión del LCA -Lesión grave de rodilla -Lesión aguda de rodilla</p>	<p>El alto cumplimiento del programa NMT es un factor clave para reducir lesiones del LCA. El cumplimiento del equipo en los terciles de alto e intermedio cumplimiento fue bueno durante la temporada, reduciendo la tasa entre el 72%-90% para las lesiones de rodilla, en cambio, el de bajo cumplimiento disminuyó. Las jugadoras con alto cumplimiento tuvieron tasas reducidas de lesiones del LCA del 88%, lesión grave de rodilla y lesión aguda de rodilla, en comparación con las de bajo cumplimiento, que tuvieron tasas similares o más altas que las jugadoras del grupo control.</p>	<p>7/10</p>
<p>Mette K Zebis et al, 2016</p>	<p>Ensayo controlado aleatorio</p>	<p>Programa neuromuscular -Duración: 5 min, 3 días/semana durante 12 semanas 2 grupos: -GI: neuromuscular -GC: calentamiento habitual</p>	<p>N=40 jugadoras, -Fútbol y balonmano (1 -Edad: 15-16 años -GI: 20 -GC: 20</p>	<p>Se evaluó la amplitud de electromiografía de superficie (EMG) en: -El vasto lateral (VL) -El semitendinoso (ST) -El bíceps femoral (BF) Se midió: -Momento máximo del valgo de rodilla -Angulo del valgo de rodilla en el contacto inicial. -Fuerza isquiotibiales:</p>	<p>Preactividad VL-ST: disminuyó en el GI un 43% y aumentó en el GC. En el GC la preactividad del VL aumentó, en cambio la del ST y BF disminuyó. No se observaron cambios en los grupos para el momento máximo de valgo de rodilla, el ángulo valgo de rodilla y el ángulo flexión de rodilla y cadera en la CI. Durante el periodo de intervención se observaron: 1 lesión en el GI y 7 en el GC. La fuerza de los isquiotibiales aumentó en el GI y disminuyó en el GC. Las diferencias elevadas del VL-ST se asocian con mayor riesgo de lesión del LCA sin contacto, la disminución en el grupo NMT puede proteger contra la lesión.</p>	<p>6/10</p>

				contracción máxima isométrica con un dinamómetro		
--	--	--	--	--	--	--

E. Weltin et al, 2016	Ensayo controlado aleatorio	Programa de ejercicios pliométricos mejorados con perturbaciones. -Duración: 12 sesiones de 20-40 min durante 4 semanas 2 grupos: -GC: entrenamiento pliométrico -GI: PPT variaciones de LRJ (saltos reactivos laterales) para el entrenamiento	N= 24 jugadoras -Fútbol, balonmano y baloncesto -Edad: 21-22 años -GC: 12 -GI: 12	-Rotación de tronco -Rotación pélvica -Momento de flexión de rodilla -Momento de rotación de rodilla -Momento de abducción de rodilla -Momento de rotación interna de la rodilla	El grupo PPT (ejercicios pliométricos mejorados con perturbaciones) durante los LRJ redujo la rotación de tronco ($P < 0.001$), aumentó la rotación de la pelvis ($P = 0.006$) y estableció un patrón de carga de rodilla mejorado, reduciendo el riesgo de lesiones de LCA. Necesaria investigación adicional.	5/10
-----------------------	-----------------------------	--	--	---	---	------

<p>Juana L. Parsons et al, 2017</p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorizado simple ciego</p>	<p>Programa basado en el entrenamiento de fuerza de MI en el salto y aterrizaje. -Duración: 2 días/semana, 60min, durante 12 semanas Dos grupos: -GI: fuerza de MI -GC: fuerza de MS</p>	<p>N= 36 atletas -Deporte: No evaluable -Edad: 10-14 años. -GI: 19 -GC: 17</p>	<p>Variable de resultado primaria: -Drop vertical jump bipodal: mediante puntuación LESS (17 características que se observan durante un aterrizaje de salto) Variables secundarias: -Fuerza de agarre mano -Flexiones (push-ups) -Salto vertical -10 RM GI: sentadilla y zancada (lunges) GC: pectoral y bíceps</p>	<p>LESS >6: indica. No hubo diferencias significativas entre el grupo de intervención y el grupo control placebo en términos de puntuación LESS después del programa. (P=0.85) Fuerza de agarre mano y flexiones de brazo aumenta en el GI y GC. El entrenamiento de fuerza en general puede mejorar el aterrizaje, aunque se necesita investigación para confirmarlo.</p>	<p>7/10</p>
-------------------------------------	--	---	--	--	--	-------------

Dai Sugimoto et al, 2017	Ensayo clínico controlado aleatorizado	Examinar los efectos de la NMT centrada en el tronco y cadera en las lesiones de rodilla -Duración: 3 veces/semana durante pretemporada y 2 durante pretemporada durante 15-30 min. Dos grupos: -GI: neuromuscular, core -GC: velocidad y agilidad	N= 547 jugadoras -Edad: 11-18 años -23 equipos de baloncesto → 241 jugadoras. -11 equipos de fútbol → 142 jugadoras. -18 equipos de vóley → 164 jugadoras.	-Cumplimiento de entrenadores y jugadoras.	El cumplimiento del protocolo fue aproximadamente del 50% y fue mayor en el grupo experimental que en el grupo control. El 90% de las jugadoras cumplieron con más de 2/3 de las intervenciones a pesar de los bajos niveles de cumplimiento de los entrenadores. Las jugadoras que mostraron alto nivel de cumplimiento tenían una tasa de incidencia de lesión del LCA del 73% más baja. Cuando la intervención fue proporcionada por el entrenador la mayoría de las jugadoras siguieron sus instrucciones.	9/10
--------------------------	--	---	---	--	--	------

Jeffrey B. Taylor et al, 2018	Ensayo controlado aleatorio	Programa de calentamiento neuromuscular Duración: 20-25 min 6 semanas, 2-3 días/semana. Dos grupos: -GI: neuromuscular -GC: calentamiento habitual	N= 87 atletas -Edad: 13-19 años -Fútbol y baloncesto. -GI: 43 -GC: 44	-Flexión de cadera -Aducción de cadera -Rotación interna de cadera -Abducción de cadera -Rotación externa de rodilla -Rotación interna de rodilla -Flexión de rodilla -Abducción de rodilla	El grupo de intervención de baloncesto aumentó los ángulos de abducción y flexión de rodilla en comparación con el grupo control de baloncesto y de fútbol. No hubo diferencias entre el grupo de intervención de fútbol y los grupos control para los ángulos de abducción. La abducción de rodilla es un factor de riesgo mientras que la flexión de rodilla es un factor protector. Las jugadoras de baloncesto pueden tener menos estrategias de movimiento protector que los jugadores de fútbol y también, menos fuerza en las piernas	6/10
-------------------------------	-----------------------------	---	--	--	--	------

<p>Ana FERRI-CARUANA et al, 2020</p>	<p>Ensayo controlado aleatorio</p>	<p>Se realizó un programa PCST para evaluar la estabilidad y fuerza del núcleo -Duración: 16 sesiones de 30 min en 8 semanas. Dos grupos: -GI -GC Todos los participantes realizaron el mismo entrenamiento de fuerza y acondicionamiento.</p>	<p>N= 26 jugadoras -Fútbol -Edad: 16-17 años -GI: 16 -GC: 10</p>	<p>Para la TVP bilateral: -Flexión de cadera -Flexión de rodilla -Dorsiflexión máxima del tobillo en aterrizaje -Altura total del salto Para la DVJ (salto vertical) unilateral: -Ángulo de proyección del plano frontal rodilla (FPPA) -Altura del salto para cada pierna.</p>	<p>El EG disminuyó la FPPA durante los saltos de caída vertical unilaterales y aumentó la flexión máxima de cadera (24, 43°) y rodilla (14, 94°) durante los saltos de caída vertical bilaterales como resultado del PCST. La PCST mejoró la altura del salto bilateral y unilateral. Al fortalecer la estabilidad central, la FPPA se redujo durante la DVJ. Aumentó la flexión de cadera y rodilla, sin embargo, la dorsiflexión del tobillo se mantuvo similar, disminuyendo en el CG. La estabilidad, fuerza central y entrenamiento, mejora el salto vertical, reduciendo los factores de riesgo para la lesión del LCA.</p>	<p>7/10</p>
--------------------------------------	------------------------------------	--	--	--	---	-------------

ANEXO 3

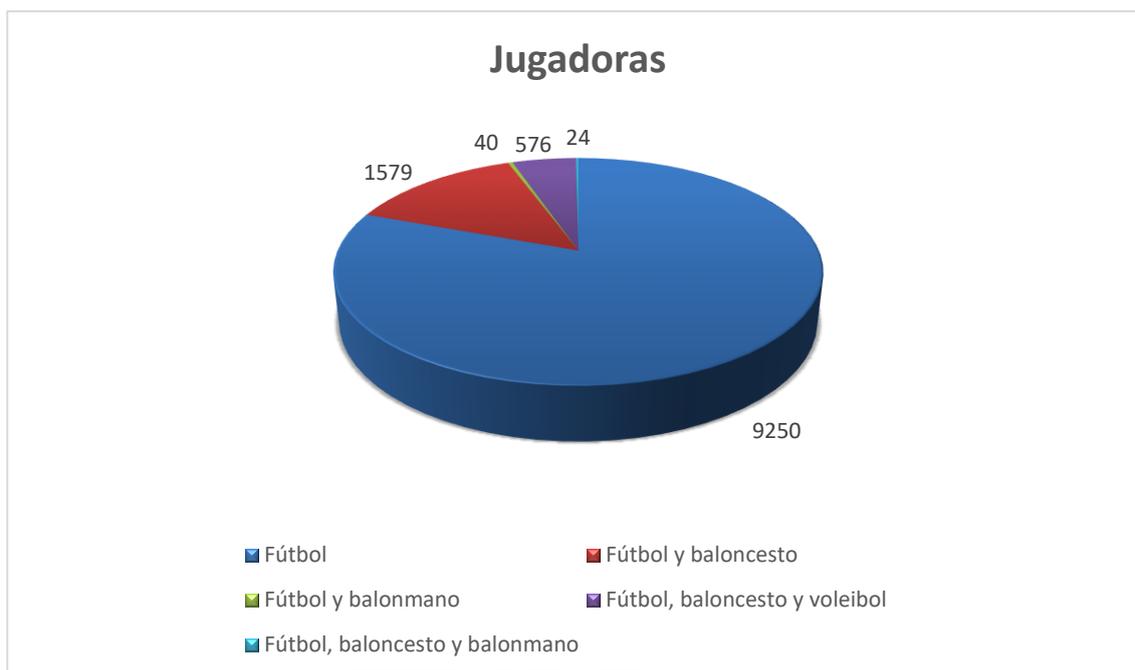
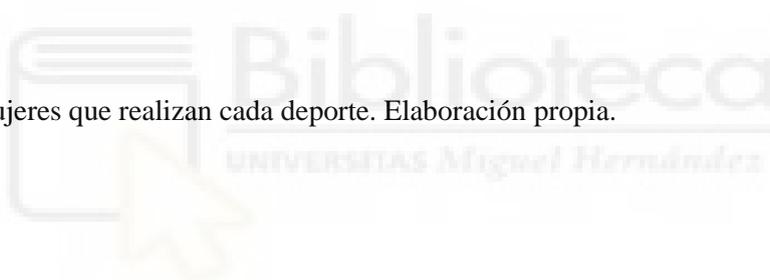


Gráfico 1. Mujeres que realizan cada deporte. Elaboración propia.



9. BIBLIOGRAFÍA

1. Dingenen B, Malfait B, Nijs S, Peers KHE, Vereecken S, Verschueren SMP, et al. Can two dimensional video analysis during single-leg drop vertical jumps help identify non contact knee injury risk? A one-year prospective study. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* [Internet]. Elsevier Ltd; 2015 Oct [cited 2016 Feb 2]; 30(8):781–7.
2. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004; 85(3):86– 92.
3. Hewett TE, Myer GD. The Mechanistic Connection Between the Trunk, Knee and Anterior Cruciate Ligament Injury. *Exerc Sport Sci Rev.* 2014; 39(4):161–6.
4. Mozo AG. Fisioterapia en la prevención de la lesión de LCA en futbolistas. 2014; 6(3):157–202.
5. Hewett TE. Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Knee Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2005; 33(4):492–501.
6. Huxel Bliven KC, Anderson BE. Core stability training for injury prevention. *Sports Health.* 2013; 5(6):514–22.
7. Radwan A, Francis J, Green A, Kahl E, Maciurzynski D, Quartulli A, et al. Is There a Relation Between Shoulder Dysfunction and Core Instability? *Int J Sports Phys Ther.* 2014; 9(1):8–13.
8. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., Georgoulis, T., Hewett, T. E., Johnson, R., Krosshaug, T., Mandelbaum, B., Micheli, L., Myklebust, G., Roos, E., Roos, H., Schamasch, P., Shultz, S., Werner, S., Wojtys, E., & Engebretsen, L. (2008). Lesiones del LCA sin contacto en atletas femeninas: una declaración de conceptos actuales del Comité Olímpico Internacional. *Revista británica de medicina deportiva*, 42(6), 394–412.
9. Cadens, M., Planas, A., Matas, S. & Peirau, X. (2021). Preventive Training of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Female Handball Players: a Systematic Review. *Apunts Educación Física y Deportes*, 146, 68-77.

10. Forriol F, Maestro A, J VM. El Ligamento cruzado anterior: morfología y función The anterior cruciate ligament : Morphology and function. 2008; 19:7–18
11. Biedert, R.M., & Bachmann, M. (2005). Frauenfussball. Verletzungen, Risiken und Prävention [Fútbol femenino. Lesiones, riesgos y prevención]. *Der Orthopade*, 34(5), 448–453.
12. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T., Garrett, W., Georgoulis, T., Hewett, T. E., Johnson, R., Krosshaug, T., Mandelbaum, B., Micheli, L., Myklebust, G., Roos, E., Roos, H., Schamasch, P., Shultz, S., Werner, S., Wojtys, E., & Engebretsen, L. (2008). Lesiones del LCA sin contacto en atletas femeninas: una declaración de conceptos actuales del Comité Olímpico Internacional. *Revista británica de medicina deportiva*, 42(6), 394–412.
13. Acevedo, R. J., Rivera-Vega, A., Miranda, G., & Micheo, W. (2014). Lesión del ligamento cruzado anterior: identificación de factores de riesgo y estrategias de prevención. *Informes actuales de medicina deportiva*, 13(3), 186–191.
14. Silvers HJ, Mandelbaum BR. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *Br J Sports Med*. 2007; 41:52–59.
15. LaBella, C. R., Huxford, M. R., Grissom, J., Kim, K. Y., Peng, J., & Christoffel, K. K. (2011). Efecto del calentamiento neuromuscular sobre las lesiones en atletas femeninas de fútbol y baloncesto en escuelas secundarias públicas urbanas: ensayo controlado aleatorio grupal. *Archivos de pediatría y medicina adolescente*, 165(11), 1033–1040.
16. McCurdy, K., Walker, J., Saxe, J., & Woods, J. (2012). El efecto del entrenamiento de resistencia a corto plazo en la cinemática de cadera y rodilla durante los saltos de caída vertical. *Revista de investigación de fuerza y acondicionamiento*, 26(5), 1257–1264.
17. Waldén, M., Atroshi, I., Magnusson, H., Wagner, P., & Hägglund, M. (2012). Prevención de lesiones agudas de rodilla en jugadoras de fútbol adolescentes: ensayo controlado aleatorio grupal. *BMJ (Clinical research ed.)*, 344, e3042.
18. Noyes, F. R., Barber-Westin, S. D., Tutalo Smith, S. T., & Campbell, T. (2013). Un programa de entrenamiento para mejorar los índices neuromusculares y de rendimiento en jugadoras de fútbol de secundaria. *Revista de investigación de fuerza y acondicionamiento*, 27(2), 340–351.

19. Hägglund, M., Atroshi, I., Wagner, P., & Waldén, M. (2013). El cumplimiento superior de un programa de entrenamiento neuromuscular se asocia con menos lesiones del LCA y menos lesiones agudas de rodilla en jugadoras de fútbol adolescentes: análisis secundario de un ECA. *British journal of sports medicine*, 47(15), 974–979.
20. Zebis, M. K., Andersen, L. L., Brandt, M., Myklebust, G., Bencke, J., Lauridsen, H.B., Bandholm, T., Thorborg, K., Hölmich, P., & Aagaard, P. (2016). Efectos del entrenamiento preventivo basado en la evidencia sobre los factores de riesgo neuromusculares y biomecánicos para la lesión del LCA en atletas femeninas adolescentes: un ensayo controlado aleatorio. *Revista británica de medicina deportiva*, 50(9), 552–557.
21. Weltin, E., Gollhofer, A., & Mornieux, G. (2017). Efectos de la perturbación o el entrenamiento pliométrico sobre el control del núcleo y la carga de la articulación de la rodilla en mujeres durante los movimientos laterales. *Revista escandinava de medicina y ciencia en deportes*, 27(3), 299–308.
22. Parsons, Joanne L. PhD; Sylvester, Richard MSc; Porter, Michelle M. PhD El efecto del entrenamiento de fuerza en la biomecánica de salto-aterrizaje de jóvenes atletas femeninas, *Clinical Journal of Sport Medicine*: Marzo 2017 - Volumen 27 - Número 2 - p 127-132
23. Jeffrey B. Taylor, Kevin R. Ford, Randy J. Schmitz, Scott E. Ross, Terry A. Ackerman y Sandra J. Shultz (2018) Respuestas biomecánicas específicas del deporte a un programa de prevención de lesiones del LCA: un ensayo controlado aleatorio, *Journal of Sports Sciences*, 36:21, 2492-2501.
24. Sugimoto, D., Mattacola, C. G., Bush, H.M., Thomas, S.M., Foss, K. D., Myer, G. D., & Hewett, T. E. (2017). Entrenamiento neuromuscular preventivo para atletas jóvenes: comparación de las tasas de cumplimiento de entrenadores y atletas. *Revista de entrenamiento atlético*, 52(1), 58–64.
25. Ferri-Caruana, A., Prades-Insa, B., & Serra-AÑÓ, P. (2020). Efectos del entrenamiento de fuerza pélvica y central sobre los factores de riesgo biomecánicos para las lesiones del ligamento cruzado anterior. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 60(8), 1128–1136.

26. Pérez Triviño, JL. *Ética y deporte*. Editorial Desclee de Brouwer. España 2012
27. Giza, E., Mithöfer, K., Farrell, L., Zarins, B. y Gill, T. (2005): "Injuries in women's professional soccer". *British Journal of Sports Medicine*. 39:212-216.
28. Yanguas, J., Til, Ll. y Cortés, C. (2011): "Lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino. Estudio epidemiológico de tres temporadas". *Apunts Medicine de l'Esport*. 46(171): 137-143
29. Acosta, N., Cetina, M., Ramírez, J., & Montealegre-Mesa L.M. (2019). Programas preventivos, una estrategia para el jugador de fútbol. *Revisión bibliográfica. R. Actividad fis. y deporte*. 6 (1): 109-128.

