



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
SISTEMÁTICA

**Evidencia sobre la frecuencia de roturas de
ligamento cruzado anterior en mujeres
deportistas**

Estudiante: Celia de Pablo Esteban

Tutora: Rocío Llamas Ramos

Salamanca, 2023

A mis padres por enseñarme que todo esfuerzo y trabajo tienen su recompensa. A ti mamá, por caminar siempre de mi lado, no soltarme y llamarme antes de cada examen para desearme suerte. Eres mi trébol de la suerte. A ti papá, por demostrarme que no rendirse es de valientes y que los obstáculos se superan. Sigue siendo la vela de mi camino.

A mis abuelos, quienes no tuvieron la oportunidad de verme acabar esta maravillosa etapa pero sé que están orgullosos allí donde estén.

A María, Nerea y Raúl, gracias por haber sido los mejores amigos y pilares en estos cuatro años.

He cumplido un sueño: gracias Rocío, por acompañarme en este último tramo del camino.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	3
ABSTRACT	4
2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	5
2.1. LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR	6
2.1.1. Anatomía y función del LCA	6
2.1.2. Prevalencia y mecanismo lesional del LCA.....	7
2.1.3. Exploración clínica	7
2.1.4. Tratamiento quirúrgico de la rotura del LCA.....	8
2.1.5. Tratamiento fisioterápico de la rotura del LCA.....	9
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. OBJETIVOS	11
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
4. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS	11
4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS ELEGIBLES	11
4.2. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	12
4.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA	12
5. SÍNTESIS ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	13
5.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS	13
5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS	14
6. DISCUSIÓN	19
7. CONCLUSIÓN	21
8. BIBLIOGRAFÍA	22
9. ANEXOS	27
9.1. ANEXO 1: RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS.....	27

1. RESUMEN

Introducción: La rotura del ligamento cruzado anterior de la rodilla es una de las lesiones más frecuentes en mujeres deportistas. Por ello, es importante conocer la anatomía y función de este ligamento para llevar a cabo una correcta evaluación y diagnóstico. Por ello, es imprescindible conocer los factores de riesgo asociados al sexo femenino que aumentan la probabilidad de esta lesión para poder realizar programas de prevención.

Objetivos: Revisar la evidencia científica para conocer los factores responsables una mayor prevalencia de roturas de ligamento cruzado anterior en las mujeres y así poder prevenirlos.

Estrategia de búsqueda y selección de estudios: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Web of Science, PEDro y BASE (Biefeld Academic Search Engine) entre los meses de enero y mayo de 2023.

Síntesis y análisis de resultados: Se seleccionaron 12 artículos para la revisión sistemática, en los que se analizaban los distintos factores tanto intrínsecos como extrínsecos, que influían en la lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla en las mujeres deportistas.

Conclusión: La literatura demuestra que la lesión del LCA es más frecuente en mujeres deportistas que en hombres, y que existen una serie de factores anatómicos, biomecánicos y hormonales, los cuales hacen que sean más propensas a padecer esta patología.

Palabras clave: "LCA", "rotura LCA", "mujeres" y "deporte".

ABSTRACT

Introduction: The anterior cruciate ligament tear is one of the most frequent injuries among female athletes. Therefore, it is important to know the anatomy and function of this ligament to carry out a correct evaluation and diagnosis. Likewise, it is essential to know the risk factors associated with the female gender that may increase the probability of this injury, in order to establish prevention programs.

Objectives: To review the scientific evidence to find out the factors responsible for women having a higher prevalence of anterior cruciate ligament tears and to be able to prevent them.

Search strategy and selection of studies: A bibliographic search was performed in the PubMed, Web of Science, PEDro and BASE (Biefeld Academic Search Engine) databases between January and May 2023.

Synthesis and analysis of results: 12 articles were selected for the systematic review, in which the different intrinsic and extrinsic factors that influenced the anterior cruciate ligament injury of the knee in female athletes were analyzed.

Conclusion: the literature evidences that ACL injury is more frequent in female athletes than in men, and that there are a series of anatomical, biomechanical and hormonal factors that make them more predisposing to this pathology.

Key words: "ACL", "ACL tear", "women" y "sports".

2. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, la práctica deportiva ha aumentado en nuestra sociedad. Gracias a las políticas de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, hombres y mujeres realizan actividad física a diario, y algunos forman parte del deporte de alta intensidad o competición. Este incremento supone un beneficio para la salud, así como la disminución de enfermedades cardiovasculares, obesidad, diabetes tipo 2 o algunos cánceres, el fortalecimiento del sistema musculoesquelético y respiratorio, la disminución de la ansiedad y el estrés, la mejora de la calidad del sueño, etc. (1). Sin embargo, este aumento de la práctica deportiva también se ha traducido en un incremento del número de lesiones, siendo la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) una de las más frecuentes. Su incidencia en EEUU es de 120,000 lesionados anualmente, lo que supone un gasto aproximado de 1 billón de dólares (2).

Según la Encuesta de hábitos Deportivos en España realizada en el año 2022 por el Ministerio de Cultura y Deporte junto al Consejo Superior de Deportes y el Instituto Nacional de Estadística, el 57,3% de la población realizó actividad física de forma periódica u ocasional (3,8 puntos porcentuales mayor que la recogida en 2015); y de ellos el 23,8% diariamente (3). Además, las tasas de participación deportiva anual superan el 80% entre los 15 y los 24 años y disminuye de forma progresiva hasta el 36,7% en la población mayor de 55 años. En cuanto al sexo, la práctica deportiva en los hombres es de un 63%, mientras que en las mujeres es de un 52%. Este último dato está 5 puntos por encima del recogido en el 2015 y evidencia que la mujer actualmente cuenta con mayores oportunidades de participación en el deporte (amateur y profesional) así como la supresión de barreras de género. La representación más clara es el Título IX, implantado en 1972 en EEUU que prohíbe la discriminación por razón de sexo en los programas y actividades de instituciones educativas que reciben fondos federales (4).

A medida que las mujeres han ido aumentando su presencia en el deporte, las lesiones también han ido sucediéndose, siendo la del LCA una de las más relevantes por su frecuencia y por el largo tiempo de recuperación que conlleva. Un claro ejemplo es el de la futbolista Alexia Putellas, jugadora del FC Barcelona y de la Selección Española, recientemente condecorada como la mejor jugadora del mundo y que el pasado 5 julio

de 2022 sufrió esta grave lesión, haciendo así evidente que las atletas femeninas tienen mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA que los atletas masculinos (5).

2.1. LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

2.1.1. Anatomía y función del LCA

El LCA es uno de los cuatro principales ligamentos de la rodilla y se localiza en el centro de esta articulación. Este ligamento intraarticular y extrasinovial sale de la superficie preespinal y sigue una dirección oblicua hacia arriba, atrás y lateral, para insertarse en la zona más posterior del cóndilo femoral externo (6). Está formado por dos fascículos: el anterointerno o anteromedial (menor importancia) y el posteroexterno o posterolateral (de mayor importancia ya que proporciona una mayor estabilidad). Las fibras del primero se tensan con el movimiento de flexión de rodilla y las del posterolateral con el de extensión y rotación interna tibial (6). Según las mediciones realizadas a través de resonancia magnética y de muestras cadavéricas, el diámetro del LCA oscila entre 22 y 41mm de longitud y de 7 a 12mm de ancho (7). Además, las fibras del LCA no tienen la misma longitud ni son paralelas entre sí y es por ello que no todas actúan al mismo tiempo.

El LCA actúa como estabilizador de rodilla (impidiendo el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur y limitando la hiperextensión de rodilla, el varo y el valgo de rodilla) y como regulador de la cinética articular, ya que cuenta con numerosos receptores propioceptivos que informan al sistema nervioso sobre la posición de la articulación. Según J. Bullich el LCA está compuesto por cuatro tipos de mecanorreceptores (8):

- Terminaciones de Ruffini: detectan cambios tanto estáticos como dinámicos e informan sobre la posición y ángulo intraarticulares, la velocidad del estímulo y el estiramiento.
- Terminaciones libres: informan sobre las deformidades del tejido y reaccionan ante estímulos dolorosos (nociceptores).
- Corpúsculos de Pacini: solo detectan cambios dinámicos e informan sobre cambios en la presión y detectan vibraciones.
- Corpúsculos de Golgi: similares a los anteriores, pero con un mayor umbral a la deformación mecánica.

En cuanto a la vascularización del LCA, proviene de la arteria media articular de la rodilla o arteria geniculada media (rama de la poplítea) y su inervación viene dada por las ramas colaterales del nervio ciático poplíteo interno o tibial (6).

2.1.2. Prevalencia y mecanismo lesional del LCA

La rotura del LCA de la rodilla es una de las lesiones más frecuentes del sistema musculoesquelético. Según la Clínica Cemtro, una de las clínicas con mayor prestigio de nuestro país, 1 de cada 3000 personas en España sufren esta patología (9). Suele afectar en mayor medida a la población joven y que realiza actividad física, debido a la propia competición y a los riesgos fisiológicos que esta implica (10).

El mecanismo de lesión de este ligamento por excelencia es la flexión y valgo de rodilla y la rotación externa de pie. Otro mecanismo menos frecuente es la hiperextensión de rodilla, normalmente tras un salto. Estos mecanismos son los denominados sin contacto y que según la mayor parte de la literatura son responsables del 70% de las lesiones de LCA aproximadamente (11).

2.1.3. Exploración clínica

Ante la sospecha de una lesión en el LCA bien por la realización del mecanismo lesional o porque se aprecien signos de derrame en el fondo de saco de la rodilla (el ligamento está muy vascularizado), se realizará alguna de estas pruebas para explorar la laxitud de la articulación:

- Test de Lachman: según un meta-análisis realizado por Benjaminse et al. en 2006, es el test más adecuado para comprobar si el LCA está intacto, con una sensibilidad del 85% y especificidad del 94%. Consiste en colocar al paciente en decúbito supino, con una flexión de rodilla de unos 20-30° y con una mano se fija el fémur y se intenta trasladar la tibia hacia ventral (anterior). La prueba es positiva cuando existe un desplazamiento anterior superior a 3mm con respecto a la otra pierna (12). En una rodilla sana se nota un tope duro.
- Test del cajón anterior: el paciente se coloca en decúbito supino con flexión de rodilla y cadera de 90°. El fisioterapeuta se sienta encima del pie del paciente para fijarlo y coloca las manos en la parte superior de la tibia de tal manera que los pulgares queden en la interlínea por la cara anterior de la rodilla. Se realiza una fuerza anterior intentando causar un deslizamiento ventral de la meseta tibial. El test será positivo cuando exista ese deslizamiento (17).

- Otros test menos utilizados son:
 - o Test del pivot shift: se coloca al paciente en decúbito supino y el fisioterapeuta hace una toma con la mano caudal por el calcáneo y se flexiona la cadera a unos 45°, con la rodilla en extensión. El pulgar de la mano craneal se coloca en la cabeza del peroné. La rodilla se lleva a rotación medial, añadiendo un movimiento de valgo de rodilla y abducción y flexionando la rodilla. El test será positivo si el platillo tibial lateral se desplaza hacia anterior y no es frenado por el LCA (16).
 - o Jerk test: esta prueba es igual que el anterior, pero se realiza en sentido inverso, desde la flexión hacia la extensión (17).

Si estas pruebas salen positivas, se derivará para comprobar las sospechas mediante una prueba de imagen. La indicada en este caso sería la resonancia magnética que además permitirá ver lesiones asociadas como edema óseo bien en el cóndilo o en la tibia. En la imagen se aprecia como la rotura comienza en la zona más proximal (cóndilo femoral).

2.1.4. Tratamiento quirúrgico de la rotura del LCA

El LCA no cicatriza por la disposición de sus fibras, ya que se rompe por arriba y cuando lo hace, sus fibras se agrupan. Además, las enzimas líticas degradan los extremos, provocando su retracción y la no cicatrización (9). Si una persona carece de LCA, va a sufrir episodios de inestabilidad en los que la articulación de la rodilla va a sufrir y otras estructuras de esta articulación pueden verse afectadas: meniscos, cartílago y como resultado desembocará en una gonartrosis.

Normalmente esta lesión suele tratarse quirúrgicamente pero no siempre ocurre y en ocasiones se opta por un tratamiento conservador, siendo el fisioterapeuta importante tanto en uno como en el otro. La cirugía se realizará dependiendo de factores como:

- Edad del paciente: las personas mayores no suelen operarse ya que el objetivo de la cirugía del ligamento cruzado es detener el proceso artrósico. Por contra, si el paciente es muy joven, tampoco estaría indicada la cirugía ya que la fisis de crecimiento puede verse alterada con la técnica quirúrgica y provocar una disimetría en el miembro inferior afecto (habría que esperar a que finalice el periodo de crecimiento).
- Actividad sobre la articulación de la rodilla: si la persona es activa y/o deportista, se recomienda la cirugía.

- Lesiones asociadas: si presenta otras lesiones como meniscos, la cirugía puede estar indicada.
- Varo o valgo de rodilla: las rodillas con mayor varo, toleran mejor la rotura del LCA, porque es más complicado que haga el gesto lesional.

La técnica quirúrgica se basa la colocación de una plastia hecha a base de tendones que sustituye al ligamento. Sin embargo, estos tendones no tienen la misma estructura ya que están formados por fibras paralelas y habrá ciertos grados en los que la rodilla no tendrá la misma tensión con el ligamento (cajón residual). Las plastias que se utilizan pueden ser autoinjertos (tendones del propio paciente: pata de ganso – semitendinoso y recto interno sobre todo – y tendón rotuliano), aloinjertos (los mismos pero cadavéricos) o materiales sintéticos (se utiliza un tendón rodeado de una malla). Esta plastia tiene que sufrir un proceso denominado ligamentización para que se asimile lo más posible al LCA. La maduración de la plastia tiene lugar a los 2-3 años. A los 6 meses que es cuando la mayoría de deportistas vuelven a realizar deporte, la plastia estará al 60% de cómo es un LCA. Durante todo este tiempo, la fisioterapia juega un papel fundamental en la recuperación y rehabilitación del paciente intervenido (17).

2.1.5. Tratamiento fisioterápico de la rotura del LCA

Como ya se ha mencionado, la fisioterapia juega un papel muy importante en el proceso de recuperación tras una rotura de LCA, tanto en fases previas a la cirugía como en el paciente ya operado y en su vuelta a la actividad. Se distinguen por tanto la fisioterapia pre-cirugía y post-cirugía.

- Fisioterapia pre-cirugía: los principales objetivos van a ser disminuir el derrame y el dolor (crioterapia, TENS, vendaje compresivo o ultrasonidos), mantener el balance articular de la rodilla (flexión de 0 a 90 grados) mediante movilizaciones activo-asistidas y tonificar la musculatura periarticular centrándonos en cuádriceps e isquiotibiales (ejercicios isométricos). Los isquiotibiales son músculos sinérgicos del LCA, mientras que el cuádriceps es un antagonista de este ligamento.
- Fisioterapia post-cirugía: (13, 14, 15)
 - Primera semana: los objetivos y tratamiento serán muy similares a los establecidos antes de la intervención. Serán importantes las movilizaciones de rótula y de las cicatrices para evitar la formación de

adherencias (fibrosis). El balance articular de la rodilla en estos primeros días será de extensión completa y flexión de 90° aproximadamente. Se continúa con los isométricos de cuádriceps e isquiotibiales para tonificar la musculatura. La marcha será con muletas y con ligero apoyo a partir del tercer o cuarto día. Además, para evitar la posible aparición de trombosis, se pueden realizar ejercicios cardiovasculares (ej. ejercicios de Buerger Allen).

- Desde la cirugía hasta la cuarta/sexta semana: en esta fase se mantendrá la extensión completa conseguida en la fase anterior y recuperaremos la flexión completa de la rodilla. A continuación, movilizaciones pasivas de rótula y de cicatriz, así como con las medidas antiálgicas instauradas en la fisioterapia pre-operatoria. Además de isométricos de cuádriceps e isquiotibiales, se comenzará con ejercicios en excéntrico y de propiocepción (bipodales y en cadena cinética cerrada). En cuanto al apoyo y la carga, a la tercera/cuarta semana se retirará una muleta y a la cuarta/quinta la otra. Sin embargo, esto va en función de la exploración ya que, si en la cuarta semana la rodilla tiene derrame o flexo, se esperará para evitar la aparición de dolor femoro-patelar.
- Desde la sexta semana hasta las 8-12: en esta fase se mantiene todo lo ganado hasta el momento, incidiendo en la movilidad completa de la articulación, en el trabajo propioceptivo (monopodales) y en la potenciación de la musculatura periarticular (ejercicios tanto concéntricos como excéntricos de cuádriceps e isquiotibiales). En el caso de ser deportista, comenzará con la carrera continua.
- Desde los 3 a los 6 meses: se recomienda continuar el proceso de recuperación trabajando aspectos más concretos como son la fuerza, pliometría, propiocepción (ya en planos inestables y cadena cinética abierta), la coordinación, flexibilidad y la resistencia aeróbica. A los 4 meses y medio aproximadamente se suele recibir el alta de fisioterapia y comienza la fase de preparación física, siempre y cuando no haya dolor, derrame u otro signo clínico.
- A partir de los 6-7 meses: en esta fase el paciente se reincorporará a la actividad física de forma completa. Recordar que la plastia se encuentra al 60% de cómo podría estar.

2.2. JUSTIFICACIÓN

La elevada prevalencia de mujeres que sufren roturas del LCA y la repercusión social y económica que tienen, han sido los desencadenantes de este trabajo, que ha supuesto la revisión más reciente sobre los distintos factores que influyen en esta lesión.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Revisar la evidencia científica para conocer los factores responsables de la mayor prevalencia en roturas de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas y así poder prevenirlos.

4. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA Y SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Este trabajo se realizó siguiendo las recomendaciones de la declaración PRISMA (18), cuyo objetivo es establecer las normas para mejorar la calidad de las presentaciones de las revisiones sistemáticas.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS ESTUDIOS ELEGIBLES

Para la selección de los artículos se seleccionaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
<ul style="list-style-type: none">Artículos o estudios que hayan sido publicados en los últimos 24 años (1999-2023)	<ul style="list-style-type: none">Artículos o estudios sin acceso al texto completo.Artículos o estudios en un idioma distinto al inglés o el castellano.
<ul style="list-style-type: none">Artículos o estudios cuya muestra sean mujeres sanas deportistas (amateurs o profesionales)	<ul style="list-style-type: none">Artículos o estudios en los que la población de estudio sea animal.Artículos o estudios en los que la población diana no sea deportista.

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artículos o estudios que proporcionen información general o detallada sobre el ligamento cruzado anterior de la rodilla, su rotura y su posterior tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artículos o estudios en los que únicamente traten la lesión del ligamento cruzado anterior en hombres.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artículos o estudios que aporten información sobre la rotura del ligamento cruzado anterior en mujeres. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Artículos o estudios que añadan más patología además del ligamento cruzado anterior (ligamentos colaterales, meniscos, cápsula articular...)

4.2. FUENTES DE INFORMACIÓN

La búsqueda se realizó entre los meses de enero y mayo de 2023.

Las bases de datos consultadas fueron: PubMed, Web of Science, PEDro y BASE (Biefeld Academic Search Engine).

4.3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Se procedió a la búsqueda avanzada en las bases de datos mencionadas combinando los descriptores y palabras clave: "ACL", "ACL tear", "women" y "sport".

Tabla 2. Algoritmos de búsqueda en las bases de datos

BASES DE DATOS	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA
PubMed	((women) AND (ACL tear)) AND (sports)
Web of Science	((TS=(women)) AND TS=(ACL tear)) AND TS=(sports))
PEDro	Abstract & Title: women Therapy: [no appropriate value in this field] Problem: [no appropriate value in this field]

	Body Part: lower leg or knee Subdiscipline: sports Topic: [no appropriate value in this field] Return: 50 records at a time When Searching: match all search terms (AND)
BASE (Bielefeld Academic Search Engine)	Rotura LCA, mujeres, deporte

5. SÍNTESIS ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. SELECCIÓN DE ESTUDIOS

Se seleccionaron los estudios en base al diagrama de flujo propuesto en la declaración PRISMA (figura 1).

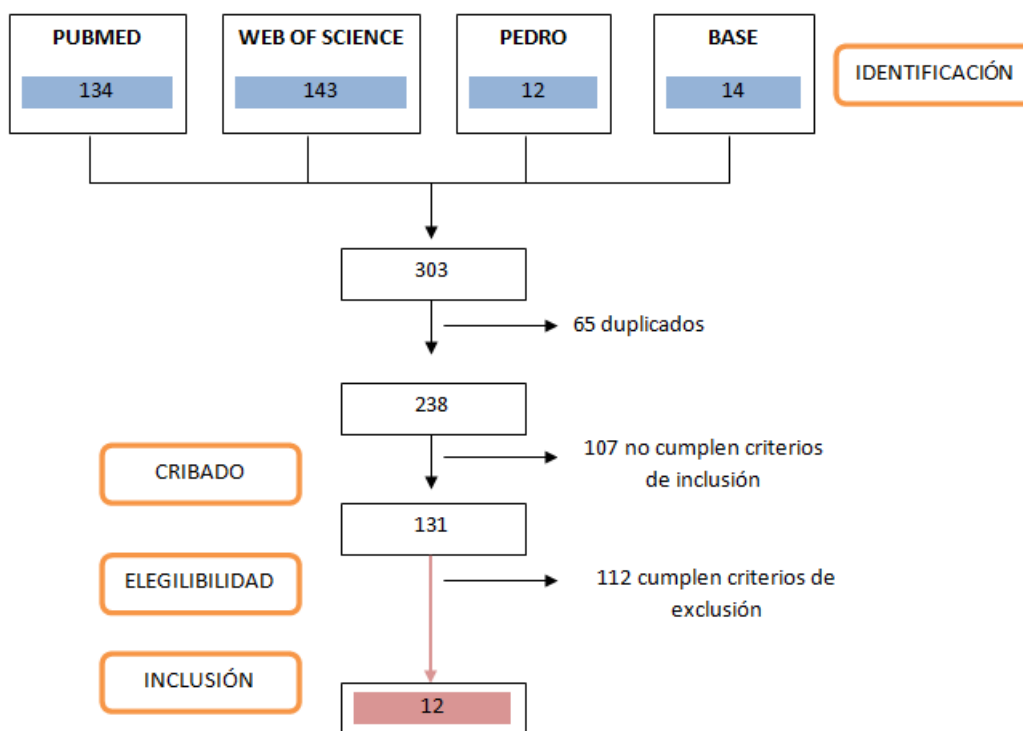


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

En primer lugar, se llevaron a cabo las fases de ‘cribado’ y ‘elegibilidad’, seleccionando aquellos estudios que fueran potencialmente relevantes en función de su título y

resumen. De todos ellos, se eligieron los que cumplían los criterios recogidos en la Tabla 1.

La estrategia de búsqueda proporcionó 134 resultados en PubMed, 143 en Web Of Science, 12 en PEDro y 14 en BASE, resultando un total de 303 estudios o artículos.

De ellos, 65 fueron excluidos por estar duplicados, quedando un total de 238 resultados. En estos se analizó el título y el resumen o abstract, y fueron eliminados 107 que no cumplían los criterios de inclusión y 112 que cumplían con los criterios de exclusión, previamente propuestos en dicha Tabla 1.

Finalmente, y tras una lectura del texto completo, se seleccionaron 12 resultados para su síntesis y análisis.

5.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS

Los resultados más importantes y relevantes de los 12 artículos o estudios elegidos para esta revisión sistemática están recogidos en el Anexo I.

Agel et al. (19) llevaron a cabo un estudio epidemiológico descriptivo y prospectivo para comparar la tasa de roturas de LCA en deportes universitarios americanos (NCAA) desde la temporada 2004/2005 hasta la 2012/2013, actualizando así los anteriores datos (1989-2004). Este estudio evidenció que, en las mujeres, el 60% de estas lesiones se producen sin contacto, mientras que en los hombres el 59% de las roturas de LCA son con contacto. Los resultados mostraron que durante esos años las mujeres sufrían más roturas de LCA que los hombres: 162:70 en baloncesto, 59:46 en lacrosse y 71:26 en fútbol. Este artículo demostró que, gracias a los programas de prevención, en la mayoría de los deportes analizados hubo un descenso en las lesiones de LCA, respecto a los años anteriores. Sin embargo, se evidenció una diferencia significativa entre las lesiones en mujeres y hombres, siendo superior en ellas.

Beynon BD et al. (20) realizaron un estudio entre 2008 y 2012 en el que investigaron primeras lesiones del LCA de 8 universidades, 18 institutos y 7 deportes diferentes. Analizaron la influencia que tenían en esta lesión el nivel de competición, el tipo de deporte y el sexo. El estudio demostró que la prevalencia de lesiones de LCA era mayor en deportistas universitarios (RR 2.38; 95% CI, 1.55-3.54) y en mujeres (siendo casi el

doble la probabilidad de estas de sufrir dicha lesión por primera vez al compararlo con hombres: RR, 2.10; 95% CI, 1.34-3.27).

Con relación a los **factores extrínsecos**, en primer lugar, se encuentra la superficie de fricción y el calzado deportivo. Se ha demostrado que, a mayor coeficiente de fricción, mayor valgo de rodilla y mayor rotación tibial, ambos factores biomecánicos que aumentan el riesgo de lesión en el LCA (21). Además, también se descubrió que los futbolistas con mayor número de tacos en las botas, tienen asociado una mayor resistencia de torsión y por tanto un mayor riesgo de lesión en LCA (21). Concretamente Olsen et al., llevaron a cabo un estudio entre equipos de balonmano noruegos y demostraron que los campos de hierba artificial aumentan también el riesgo de lesión (22). En segundo lugar, el ritmo de competición también influye en esta lesión ya que los deportistas de ambos sexos tienen una mayor probabilidad de sufrir roturas y lesiones en el LCA durante las competiciones o partidos, que en los entrenamientos (22). Por último, el clima húmedo y lluvioso puede suponer un factor de riesgo para los deportistas (23).

En cuanto a los **factores intrínsecos** o inherentes a la mujer, la literatura los clasifica en anatómicos y biomecánicos por un lado y factores hormonales por otro. Dentro del primer grupo, Beynnon et al. (24) llevaron a cabo un estudio para evaluar si el aumento de las pendientes en las mesetas tibiales medial y lateral estaba asociado a un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA sin contacto. 176 deportistas tanto universitarios como de instituto participaron en el estudio: 88 lesionados y 88 de grupo control. Todos ellos fueron sometidos a RMN bilateral midiendo las pendientes de la meseta tibial medial y lateral, la pendiente tibial coronal y la profundidad de la meseta tibial medial. En los lesionados de LCA existían diferencias entre la rodilla sana y la lesionada. Tras analizar las variables en el grupo combinado de mujeres y hombres lesionados, encontraron que el incremento de la pendiente lateral de la meseta tibial estaba asociado a un mayor riesgo de lesión de LCA. Sin embargo, al evaluar a las mujeres por separado, se descubrió que este factor de riesgo era solo atribuible a las mujeres, existiendo un aumento del 21.7% en el riesgo de lesión de LCA sin contacto con cada grado de aumento de la pendiente lateral de la meseta tibial en ellas.

Wang et al. (25) realizaron un estudio en el que participaron 20 hombres y 20 mujeres deportistas. Se realizaron distintas secuencias de RMN en sus rodillas izquierdas y se

midió el volumen, el ancho y el área transversal de este ligamento, y el ancho de la escotadura intercondílea. Los resultados fueron que los hombres tenían mayor ancho y volumen del LCA y mayor ancho de la escotadura. Por lo tanto, estas medidas anatómicas del ligamento cruzado anterior pueden suponer un riesgo de lesiones a la hora de comparar con el sexo. Además, y corroborando el estudio anterior, en el llevado a cabo por Uhorchak et al. (26), se demostró que un surco intercondíleo más estrecho da como resultado un ligamento cruzado anterior más débil. Como las mujeres tienen dicha escotadura más estrecha, son más predisponentes a sufrir una lesión de LCA. Según este estudio, las deportistas con un surco estrecho (menor a 13mm), tienen un riesgo de 16.8 veces mayor de lesión de LCA por estos motivos. En este último estudio también se describió la hiperlaxitud como factor de riesgo en mujeres (2,7 veces más que los hombres).

En 2012 Miljko et al. (27) llevaron a cabo un estudio en el que midieron el tamaño de la escotadura intercondílea y el ángulo interno del cóndilo femoral lateral mediante RMN, para comprobar si eran factores de riesgo en la lesión de LCA. Se incluyeron en el estudio otras variables como altura, peso, IMC y ángulo Q. En el estudio participaron 51 jugadoras de balonmano, de las cuales 24 habían sufrido una rotura de LCA y 27 sin ningún tipo de lesión. Tras analizar los datos, se descubrió que las jugadoras con rotura de LCA tenían un ángulo interno mayor que aquellas sin lesión. Al igual que en los artículos anteriores (25 y 26), su escotadura intercondílea era más estrecha. En cuanto a los valores físicos, ninguno de ellos supuso un factor de riesgo para las jugadoras lesionadas. En el ángulo Q tampoco se objetivaron cambios.

Arundale et al. (28) realizaron un estudio para evaluar el rendimiento del salto en futbolistas masculinos y femeninos, examinando sus diferencias y la influencia en la rotura del LCA. En él participaron 46 hombres y 46 mujeres, emparejados según su edad (16 a 25 años), frecuencia de entrenamiento y posición de juego. Todos los jugadores realizaron el *salto tuck* y el *drop vertical jump*. Se evaluaron el valgo de rodilla y la probabilidad de un momento máximo de abducción de la rodilla, así como los ángulos del tobillo, rodilla y cadera tras el aterrizaje (calificado como control bueno, reducido o deficiente). Los resultados demostraron cuantitativamente que las mujeres aterrizaban en más valgo de rodilla que los hombres y cualitativamente que el 48% de ellas tenían un control deficiente de la rodilla comparado con los hombres (11%). En el

momento máximo de abducción no hubo diferencia y tras los saltos las mujeres terminaron en menor flexión de cadera y dorsiflexión de tobillo.

Zago et al. (29) realizaron otro estudio para evaluar cómo afecta la fatiga a la cinemática y cinética de la articulación de la rodilla al realizar cambios de dirección repetidos. En el estudio participaron 20 jugadoras de primera y segunda división de fútbol (entre 20 y 31 años) que realizaron una prueba de carrera continua de ida y vuelta (5m) con cambios de dirección de 180° hasta el agotamiento. A lo largo de la prueba y para la medición de los ángulos en las extremidades inferiores, se utilizaron cinemática 3D. La fatiga y el momento interno en el que se encontraba la deportista se midieron mediante la concentración máxima de lactato en sangre tras la prueba, frecuencia cardíaca y grado de esfuerzo percibido. En cuanto a los resultados, se encontraron alteraciones en la cinemática de los miembros inferiores en el 100% de las jugadoras y en la cinética en el 85%. El patrón cinemático más común fue una reducción en el ángulo de flexión de la cadera y rodilla en el contacto inicial (10 jugadoras). En 8 jugadoras el momento de extensión de la rodilla disminuyó y en 5 jugadoras aumentó el valgo de rodilla.

Myer et al. (30) evaluaron los efectos de la laxitud articular y traslación tibiofemoral sobre el riesgo de lesión del LCA en atletas femeninas mediante un estudio en el que participaron 95 jugadoras de fútbol y baloncesto: 19 con rotura del LCA y 76 sanas. Las pruebas de laxitud de la rodilla y de traslación tibiofemoral se cuantificaron mediante el artrómetro de rodilla CompuKT. Los resultados mostraron que un aumento de la laxitud de la rodilla supone un riesgo de 5 veces mayor de sufrir una lesión del LCA, y que por cada 1,3mm de diferencia entre una rodilla y otra en la traslación tibiofemoral, las probabilidades de lesión de LCA aumentan 4 veces.

Myer et al. (31) realizaron otro estudio para evaluar la asociación de fuerzas en los músculos antagonistas cuádriceps e isquiotibiales y conocer su influencia en las lesiones de LCA en deportistas femeninas. Su principal hipótesis fue que existiría una disminución de la fuerza del flexor de rodilla y aumento del extensor. Un total de 1692 deportistas de instituto (hombres y mujeres) participaron en el estudio de los cuales se seleccionaron 22 atletas femeninas con lesión de LCA, 88 atletas femeninas sin lesión y 22 atletas masculinos sanos. Se midió el salto vertical y la fuerza isocinética (concéntrica) de flexo-extensión de rodilla. Los resultados mostraron que las atletas femeninas que sufrieron una lesión de LCA, tenían una disminución de fuerza de

isquiotibiales (15%; IC del 95 %, 1 a 27 %; $P = 0,04$), pero no de cuádriceps comparándolo con el grupo control masculino. Por lo tanto, estos autores concluyeron que aquellas atletas con un aumento de fuerza de cuádriceps y una disminución en la de isquiotibiales tienen un mayor riesgo de sufrir una lesión en el LCA.

En cuanto a los factores hormonales, Beynnon et al. (32) llevaron a cabo un estudio para evaluar si existía una relación entre las fases del ciclo menstrual y la lesión del LCA en esquiadoras alpinas. Para ello se recogieron muestras de suero de progesterona y estrógenos y el historial menstrual para clasificar a las atletas en fases preovulatorias o postovulatorias. Los resultados de los análisis de las concentraciones séricas mostraron que el 74% de las esquiadoras que habían sufrido una lesión en el LCA, se encontraban en la fase preovulatoria del ciclo. Las atletas que estaban en esta fase tenían un 3.22 mayor de riesgo de lesionarse el LCA. Las hormonas sexuales femeninas tienen influencia sobre la estructura de los tejidos blandos (músculos, ligamentos, tendones) determinando el metabolismo del colágeno. Los niveles de estrógeno en este estudio fueron similares en las esquiadoras con y sin lesión de LCA. Sin embargo, los niveles de progesterona fueron superiores en las esquiadoras no lesionadas. Los autores afirman que la falta de contraposición a los efectos del estrógeno puede causar un mayor debilitamiento en el LCA de la rodilla.

Stijak et al. (33) realizaron un estudio para determinar la diferencia de concentraciones en hormonas sexuales (testosterona, estradiol y progesterona) entre mujeres con y sin lesiones de LCA y el posible efecto de estas hormonas sobre la laxitud de las articulaciones. Participaron 12 mujeres deportistas con lesión del LCA y 12 como grupo control. Las concentraciones de hormonas sexuales se midieron a partir de muestras de saliva. Los resultados del estudio demostraron que las mujeres que habían sufrido rotura del LCA contaban con concentraciones significativamente más bajas de testosterona, estradiol y progesterona que las mujeres con el LCA sano y que estas concentraciones no afectaban a la laxitud generalizada.

Dragoo et al. (34) llevaron a cabo un estudio para comprobar si las atletas universitarias con mayores concentraciones de relaxina tienen mayor probabilidad de sufrir una lesión de LCA. En el estudio, realizado entre 2005 y 2010, participaron 128 atletas femeninas de primera división de 2 universidades que participaban en distintos deportes. Se utilizaron cuestionarios y la historia menstrual. Se recogieron muestras séricas de

relaxina y los resultados demostraron que las atletas con desgarros del LCA tienen una concentración de relaxina significativamente mayor ($6,0 \pm 8,1$ pg/mL) que las que no tienen lesión de este ligamento ($1,8 \pm 3,4$ pg/mL; $P = 0,013$). Además, se demostró que las atletas con unos niveles de relaxina superiores a 6,0 pg/mL tienen 4 veces más riesgo de sufrir una rotura de LCA.

6. DISCUSIÓN

Son muchos los autores que han intentado explicar la mayor prevalencia de las mujeres en sufrir lesiones del LCA. Es importante conocer sus causas y factores de riesgo para desarrollar estrategias de prevención e identificar a las féminas más vulnerables. Es una realidad que en los últimos años se ha producido un aumento de la participación de la mujer en el ámbito deportivo y con ello sus lesiones. Sin embargo, no solo este incremento ha propiciado el aumento de esta patología, sino que existen una serie de factores de riesgo asociados que hacen que las mujeres sufran más lesiones del LCA que los hombres.

Según la evidencia, existen factores de riesgo tanto extrínsecos, comunes para hombres y mujeres, como intrínsecos o inherentes en las mujeres que influyen en esta lesión. Algunos de esos factores independientes al género son la superficie de fricción y calzado deportivo (21), el alto ritmo de competición (22) o las condiciones meteorológicas adversas (23).

Por el contrario, dentro de los intrínsecos, la literatura habla de un grupo de factores anatómicos y biomecánicos y otro grupo de factores hormonales. En el primero de esta clasificación se encuentran una serie de condiciones anatómicas, físicas y biomecánicas que aumentan el riesgo de las mujeres de sufrir una lesión del LCA. Anatómicamente, Beynnon et al. demostraron que un aumento de la pendiente lateral de la meseta tibial se asocia a un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA sin contacto (24). El menor ancho y volumen del ligamento en mujeres es un factor anatómico importante que también está ligado a esta patología (25), así como un mayor ángulo interno del cóndilo femoral lateral (27) y un menor tamaño de la escotadura intercondílea, hipótesis corroborada tanto en el estudio de Wang et al. (25) como en el de Miljko et al. (27). Biomecánicamente, Arundale et al. demostraron en su estudio que, tras un salto, las

mujeres se caracterizan por un mayor valgo de rodilla y un control deficiente de la articulación en el aterrizaje (28). Además, otros factores de riesgo que contribuyen a la alta prevalencia de esta lesión, son la fatiga tras esfuerzo prolongado con cambios de dirección (29), la hiperlaxitud y diferencias entre las dos rodillas en la traslación tibiofemoral anteroposterior (30) o la disminución de la fuerza de isquiotibiales, descrita por Myer et al. (31). Dentro de este grupo, no se encontró ningún estudio que examinara el efecto del ángulo Q de la rodilla. Se podría pensar que la relación que existe entre el ángulo Q y la pelvis podría suponer un aumento en el riesgo de rotura del LCA, ya que las mujeres al tener una pelvis más ancha, aumenta el ángulo Q, el valgo de rodilla y con ello el riesgo de lesión de LCA. Esto puede ser importante a considerar para futuros estudios.

En cuanto a los factores hormonales, según la literatura, existe un mayor riesgo de lesión del LCA en fase preovulatoria (32). Los estudios llevados a cabo por Stijak et al. (33) y Dragoo et al. (34) concuerdan en que aquellas mujeres con niveles bajos de progesterona, testosterona y estradiol, y altos de relaxina sérica, tienen mayores probabilidades de sufrir una lesión de LCA. La testosterona provoca una mayor capacidad de regeneración de los ligamentos. El LCA es sensible a los andrógenos, al igual que a los estrógenos y a la progesterona (cuenta con receptores para estas dos últimas hormonas). Los estrógenos y la progesterona disminuyen la capacidad para absorber fuerza porque reducen la cantidad de colágeno en el ligamento. Además, el estradiol disminuye la síntesis de colágeno tipo I, lo que afecta a la fuerza de extensión del LCA. La relaxina es una hormona producida por el cuerpo lúteo del ovario y su función es dar una mayor elasticidad muscular (útero más relajado) para facilitar el parto y suavizar las contracciones (32, 33, 34). Esto también se traduce en una mayor elasticidad en las articulaciones. Sin embargo, estos estudios solo recogieron datos de mujeres sanas y podría ser interesante recoger información de atletas femeninas con ciclos menstruales irregulares y de aquellas que utilizan anticonceptivos orales, para ver cómo estos afectan a las propiedades estructurales y biomecánicas del LCA.

A través de la comprensión de estos factores, tanto intrínsecos como extrínsecos, a la vez que su estudio, se pueden elaborar programas de prevención individualizados destinados a mujeres deportistas con el objetivo de evitar la lesión del LCA de la rodilla.

En lo referente a la clínica, tratamiento quirúrgico, tratamiento fisioterápico pre y post-quirúrgico no existen diferencias entre la población masculina y femenina (17).

Por último, en cuanto a posibles estudios futuros se podrían considerar otros factores que pudieran influenciar en la lesión del LCA, como la edad, el nivel de profesionalidad y tipo de deporte o la lesión previa de rodilla. Asimismo, son necesarios un mayor número de estudios con muestras poblacionales más numerosas para generar un análisis estadístico más significativo

7. CONCLUSIÓN

El objetivo de este trabajo ha sido revisar la evidencia científica para conocer los factores responsables de la mayor prevalencia en roturas de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas y así poder prevenirlos. Tras analizar los datos se puede afirmar que la literatura actual evidencia que, debido a una serie de factores intrínsecos y extrínsecos, existe una mayor prevalencia de lesiones del LCA de la rodilla en atletas femeninas que masculinos dentro de la misma disciplina deportiva.

Dada la frecuencia y relevancia de esta lesión, debería existir un mayor número de estudios sobre esta patología. Son pocos los artículos encontrados con fechas recientes y se propone seguir con la línea de investigación.

8. BIBLIOGRAFÍA

- (1) Piercy KL, Troiano RP, Ballard RM, Carlson SA, Fulton JE, Galuska DA, et al. The Physical Activity Guidelines for Americans. JAMA. 2018;320(19):2020-8.
- (2) Cháidez-Reyes JC, Almazán-Díaz A, Espinosa-Morales R, et al. Análisis de costo e impacto económico de la reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA). Acta Ortop Mex. 2009;23 (6):331-335.
- (3) Deportiva VC. Publicada la Encuesta de Hábitos Deportivos en España 2022 [Internet]. Valgo | Consultoría Deportiva | Marketing y Gestión | Gimnasios. [Consultado 5 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.valgo.es/blog/publicada-la-encuesta-de-habitos-deportivos-en-espana-2022?elem=293845>
- (4) ¿Qué es el Título IX? – Titulo IX [Internet]. [Consultado 5 de junio de 2023]. Disponible en: <https://tituloix.uprrp.edu/index.php/que-es/>
- (5) Renstrom P, Ljungqvist A, Arendt E, Beynnon B, Fukubayashi T, Garrett W, et al. Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. Br J Sports Med. 2008;42(6):394-412.
- (6) Kapandji, A. I. 6a ed. Fisiología articular. Madrid: Médica Panamericana; 2010.
- (7) Forriol F. El Ligamento cruzado anterior: morfología y función. Madrid : FUNDACION MAPFRE, Instituto de Prevención, Salud y Medio Ambiente, 2008-2015;
- (8) Josa S, Mecanorreceptores B. CONCEPTOS BASICOS EN BIOMECANICA [Internet]. Upc.edu. [Consultado el 5 de junio de 2023]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/6645/Article08.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

- (9) Olmos L. Rotura Ligamento Cruzado Anterior [Internet]. Clínica CEMTRO. [Consultado 5 de junio de 2023]. Disponible en:
<https://www.clinicacentro.com/traumatologia/unidad-de-rodilla/rotura-ligamento-cruzado-anterior/>
- (10) Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;4(4):CD011166.
- (11) Sutton KM, Bullock JM. Anterior cruciate ligament rupture: differences between males and females. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(1):41-50.
- (12) Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(5):267-88.
- (13) Shelbourne KD, Urch SE. Treatment Approach to Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Operative Techniques in Sports Medicine*. 2009;17(1):24-31.
- (14) Adams D, Logerstedt DS, Hunter-Giordano A, Axe MJ, Snyder-Mackler L. Current concepts for anterior cruciate ligament reconstruction: a criterion-based rehabilitation progression. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2012;42(7):601-14.
- (15) Basas García A, Fernández de las Peñas, C., & Martín Urrialde, J. A. (2003). Tratamiento fisioterápico de la rodilla / A. Basas García, C. Fernández de las Peñas, J.A. Martín Urrialde. Mcgraw-hill.

- (16) Fisiocampus. Test de cambio de pivote [Internet]. [Consultado 6 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.fisiocampus.com/test-de-cambio-de-pivote>
- (17) Apuntes José Luis Sánchez. Asignatura de Fisioterapia en Traumatología. Tercero de fisioterapia. Universidad de Salamanca. Curso 2021-22.
- (18) Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *PLoS Med.* 2009;6(7):e1000097.
- (19) Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med.* 2016; 26(6): 518-23.
- (20) Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, Tourville TW, Smith HC, Shultz SJ, et al. The Effects of Level of Competition, Sport, and Sex on the Incidence of First-Time Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2014;42(8):1806-12.
- (21) Dowling AV, Corazza S, Chaudhari AMW, Andriacchi TP. Shoe-surface friction influences movement strategies during a sidestep cutting task: implications for anterior cruciate ligament injury risk. *Am J Sports Med.* 2010;38(3):478-85.
- (22) Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Bahr R. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *Am J Sports Med.* 2004;32(4):1002-12.

- (23) Shultz SJ, Schmitz RJ, Benjaminse A, Chaudhari AM, Collins M, Padua DA. ACL Research Retreat VI: An Update on ACL Injury Risk and Prevention. *J Athl Train.* 2012;47(5):591-603.
- (24) Beynon BD, Hall JS, Sturnick DR, Desarno MJ, Gardner-Morse M, Tourville TW, et al. Increased slope of the lateral tibial plateau subchondral bone is associated with greater risk of noncontact ACL injury in females but not in males: a prospective cohort study with a nested, matched case-control analysis. *Am J Sports Med.* 2014;42(5):1039-48.
- (25) Wang HM, Shultz SJ, Ross SE, Henson RA, Perrin DH, Kraft RA, et al. Sex Comparisons of In Vivo Anterior Cruciate Ligament Morphometry. *J Athl Train.* 2019;54(5):513-8.
- (26) Uhorchak JM, Scoville CR, Williams GN, Arciero RA, St Pierre P, Taylor DC. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament: a prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *Am J Sports Med.* 2003;31(6):831-42.
- (27) Miljko M, Grle M, Kozul S, Kolobarić M, Djak I. Intercondylar notch width and inner angle of lateral femoral condyle as the risk factors for anterior cruciate ligament injury in female handball players in Herzegovina. *Coll Antropol.* 2012;36(1):195-200.
- (28) Arundale AJH, Kvist J, Häggglund M, Fältström A. Jump performance in male and female football players. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(2):606-13.
- (29) Zago M, David S, Bertozzi F, Brunetti C, Gatti A, Salaorni F, et al. Fatigue Induced by Repeated Changes of Direction in Élite Female Football (Soccer) Players: Impact on Lower Limb Biomechanics and Implications for ACL Injury Prevention. *Front Bioeng Biotechnol.* 2021;9:666841.

- (30) Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Nick TG, Hewett TE. The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *Am J Sports Med.* 2008;36(6):1073-80.
- (31) Myer GD, Ford KR, Barber Foss KD, Liu C, Nick TG, Hewett TE. The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clin J Sport Med.* 2009;19(1):3-8.
- (32) Beynon BD, Johnson RJ, Braun S, Sargent M, Bernstein IM, Skelly JM, et al. The relationship between menstrual cycle phase and anterior cruciate ligament injury: a case-control study of recreational alpine skiers. *Am J Sports Med.* 2006;34(5):757-64.
- (33) Stijak L, Kadija M, Djulejić V, Aksić M, Petronijević N, Marković B, et al. The influence of sex hormones on anterior cruciate ligament rupture: female study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(9):2742-9.
- (34) Dragoo JL, Castillo TN, Braun HJ, Ridley BA, Kennedy AC, Golish SR. Prospective correlation between serum relaxin concentration and anterior cruciate ligament tears among elite collegiate female athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39(10):2175-80.

9. ANEXOS

9.1. ANEXO 1: RESUMEN DE LOS RESULTADOS ENCONTRADOS

Artículo	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra	Intervención	Resultados
1. Agel et al. (19) 2016.	Estudio epidemiológico descriptivo.	Presentar datos sobre la tasa de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) en 15 deportes universitarios desde 2004-05 hasta 2012-13 actualizando los datos de 1988-1989 a 2003-2004.	Atletas universitarios de la NCAA (National Collegiate Athletic Association) americana.		60% de las lesiones de LCA en mujeres son sin contacto. 59% de las lesiones de LCA en hombres son con contacto. Mujeres mayor número de lesiones de LCA: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Baloncesto (162:70) ▪ Lacrosse (59:46) ▪ Fútbol (71:26)
2. Beynnon et al. (20) 2014.	Estudio de cohorte.	Demostrar si el nivel de competición (universidad o instituto), el tipo de deporte y el	2008-2012 Primeras lesiones del LCA de 8 universidades, 18 institutos y 7 deportes	Listas de equipos y números de entrenamientos y partidos. Las tasas de incidencia de lesiones (IR) se	Universidades: IR = 0,150 por 1000 días-persona. Institutos: IR = 0,061. Atletas universitarios mayor riesgo significativamente que los de instituto (riesgo relativo ajustado [RR], 2,38; IC del 95 %, 1,55-

		sexo del atleta influyen en la incidencia de lesiones del LCA sin contacto por primera vez.	diferentes.	calcularon por exposición de 1000 atletas. Los efectos independientes del nivel de competición, el deporte y el sexo sobre el riesgo de lesión del LCA se estimaron mediante regresión de Poisson.	3,54). IR general para las atletas femeninas = 0,112 Hombres = 0,063 para los hombres. Las mujeres tenían más del doble de probabilidades de sufrir una lesión del LCA por primera vez en comparación con los hombres (RR, 2,10; IC del 95 %, 1,34-3,27).
3. Beynnon et al (24) 2014.	Estudio de casos y controles.	Comprobar si el aumento de la pendiente lateral de la meseta tibial se asocia a mayor riesgo de sufrir lesión de LCA en mujeres.	176 deportistas tanto universitarios como instituto: 88 lesionados de LCA por primera vez (61 mujeres y 27 hombres) y 88 de grupo control (mismo deporte y edad).	2008-2012 RMN bilateral midiendo las LTS, MTS, CTS y MTD.	Un aumento en LTS se asoció significativamente con un mayor riesgo de sufrir una lesión del LCA sin contacto (en mujeres cada aumento de 1° en LTS se asoció con un aumento del riesgo del 21,7 %; P = 0,003). MTS, CTS y MTD no estaban asociados a la lesión de LCA.
4. Wang et al. (25) 2019.	Estudio transversal.	Investigar las diferencias de sexo entre las medidas	N=40 20 hombres activos (edad =	RMN en la rodilla izquierda Volumen del ligamento cruzado	Los hombres tenían mayor volumen absoluto de LCA ($1712,2 \pm 356,3$ frente a $1200,1 \pm 337,8$ mm ³ ; t 38 = -4,67, P < 0,001) y ancho de LCA ($8,5 \pm 2,3$ frente a $7,0 \pm 1,2$ mm; t 38 = -

		<p>morfométricas del LCA in vivo antes y después de controlar el ancho de la muesca femoral y el IMC.</p>	<p>23,2 ± 2,9 años, altura = 180,4 ± 6,7 cm, masa = 84,0 ± 10,9 kg).</p> <p>20 mujeres activas (edad = 21,3 ± 2,3 años, altura = 166,9 ± 7,7 cm , masa = 61,9 ± 7,2 kg).</p>	<p>anterior, el ancho y las medidas del área transversal: T2. El ancho de la escotadura intercondílea T1. Pruebas t de muestras independientes para examinar las diferencias de sexo en medidas absolutas y normalizadas.</p>	<p>2,53, P = .02) que las mujeres. El volumen del LCA siguió siendo mayor en hombres que en mujeres después de controlar el ancho de la escotadura femoral (89,31 ± 15,63 versus 72,42 ± 16,82 mm³ / mm; t 38 = -3,29, P = 0,002) y el IMC (67,13 ± 15,40 versus 54,69 ± 16,39). mm³ /kg/m², t 38 = -2,47, P = 0,02).</p>
5. Miljko et al. (27) 2012.	Estudio prospectivo.	<p>Evaluar el ancho del surco intercondíleo y el ángulo interno del cóndilo femoral lateral como factores de riesgo en lesiones sin contacto del LCA y establecer una correlación con características físicas de las</p>	<p>N= 51 jugadoras de balonmano 24 con rotura de LCA (media edad: 21 años) 27 sin lesión (media edad 17años) Criterios de inclusión: lesión sin contacto. GC jugaran al balonmano</p>	<p>El cirujano traumatológico recogió datos clínicos. Con cortes coronales de RMN se midieron el ancho de la escotadura intercondílea y el ángulo interno del cóndilo femoral lateral.</p>	<p>Escotadura intercondílea: significativamente más estrecha</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ GE: 18,5mm ▪ GC: 21,5mm <p>Ángulos internos del cóndilo femoral lateral: mayores</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ GE: 75° ▪ GC: 68° <p>Sin diferencias en los valores físicos.</p>

		atletas (IMC, peso, altura...)	diariamente durante 2 años mínimo.		
6. Arundale et al. (28) 2020.	Estudio de cohorte.	Examinar las diferencias entre futbolistas masculinos y femeninos en medidas de salto clínicamente factibles.	46 jugadoras (de 16 a 25 años) se emparejaron según edad, frecuencia de entrenamiento y posición de juego con 46 jugadores masculinos.	Todos realizaron el salto <i>tuck</i> y <i>drop vertical jump</i> (DVJ). Cuantitativamente: DVJ en relación al valgo y a pKAM Cualitativamente: evaluación visual de las rodillas tras el aterrizaje (control bueno, reducido o deficiente).	Las mujeres aterrizaron en más valgo de rodilla que los hombres (P = 0,02) y cualitativamente que el 48% de ellas tenían un control deficiente de la rodilla comparado con los hombres (11%, P < 0,01). pKAM sin diferencias y tras los saltos las mujeres terminaron en menor flexión de cadera (P=0,01) y dorsiflexión de tobillo (P=0,01).
7. Zago et al. (29) 2021.	Estudio transversal.	Evaluar cómo la fatiga afecta la cinemática y la cinética de las articulaciones al realizar cambios repetidos de dirección (CoD) suponiendo un factor de riesgo para el LCA.	N= 20 jugadoras de fútbol (20-31 años, 1ª y 2ª div italiana).	Carrera de ida y vuelta continua (5m) con 180°-CoD hasta el agotamiento. Cinemática 3D y fuerzas de reacción del suelo para calcular los ángulos de las articulaciones de los MMII y los momentos internos.	Duración prueba: 153 ± 72s Tasa de 14 ± 2 CoDs/min Las atletas alcanzaron el 95% de la FCmax y una C _{max} de lactato de 11,2 ± 2,8 mmol/L Alteraciones en la cinemática de los MMII en el 100% y en la cinética de los MMII en el 85% de los jugadores. Patrón cinemático más común: reducción progresiva simultánea en el ángulo de flexión de la cadera y la rodilla en el contacto inicial (10 jugadoras); 5 de ellas también mostraron una

				Medidas de: C_{max} de lactato en sangre tras el ejercicio, FC y esfuerzo percibido. SPM: correlaciones lineales entre la cinética y el nº de CoD consecutivos.	cadera significativamente más aducida. El momento de extensión de rodilla disminuyó en 8, el momento de valgo de rodilla aumentó en 5 jugadoras.
8. Myer et al. (30) 2008.	Estudio de casos y controles.	Determinar prospectivamente si las atletas con hiperlaxitud de la rodilla y mayores diferencias de lado a lado en la laxitud de la articulación tienen mayor riesgo de lesión del LCA.	N=95 GE: 19 jugadoras de fútbol y baloncesto con lesión de LCA entre 2002 y 2006 (edad media: 16,3). GC: se emparejó cada jugadora según equipo, altura y peso (N=76) (edad media: 15,6).	Laxitud articular generalizada: hiperextensión del meñique, codo, muñeca y rodilla y oposición del pulgar al antebrazo. Traslación tibiofemoral: artrómetro de rodilla CompuKT.	Un modelo de regresión logística multivariable utilizó las variables independientes medidas de laxitud para predecir el estado de lesión del LCA: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hiperextensión de la rodilla (P = 0,02) ▪ Oposición del pulgar al antebrazo (P = 0,80) ▪ Hiperextensión del 5º dedo > 90 grados (p = 0,71) ▪ Diferencias de lado a lado en la traslación tibiofemoral AP (p = 0,002) ▪ Lesión previa de rodilla (p = 0,22). Por cada aumento de 1,3 mm en las diferencias de lado a lado en el desplazamiento AP de la rodilla, las probabilidades de lesión del LCA aumentaron 4 veces (IC 95 %, 1,68-9,69). Y con una hiperextensión de rodilla las probabilidades de lesión de LCA son 5 veces mayores.

9. Myer et al (31) 2009.	Estudio de casos y controles.	Determinar la asociación de la fuerza de los cuádriceps e isquiotibiales con el riesgo de lesión del LCA en atletas femeninas.	FACL (lesionadas): 22 jugadoras de fútbol y baloncesto con lesiones sin contacto de LCA FC (controles femeninos): FACL se emparejó con 4 jugadoras sanas (N=88) MC (controles masculinos): 1:1 con FACL.	Prueba de salto vertical. Medición de la fuerza de flexión y extensión de la rodilla con una máquina isocinética.	FACL vs MC: fuerza de isquiotibiales disminuida (15 %; IC del 95 %, 1 a 27 %; P = 0,04). FC vs MC: misma fuerza de isquiotibiales. FACL vs MC: misma fuerza de cuádriceps . FC vs MC: disminución de fuerza de cuádriceps (10 %; IC del 95 %, 3 a 18 %; P = 0,01).
10. Beynnon et al.(32) 2006.	Estudio de casos y controles.	Analizar si las fases del ciclo menstrual aumentan la probabilidad de sufrir una lesión de LCA.	GE: 42 esquiadoras alpinas con lesión de LCA (edad media: 36,1 años). GC: 46 esquiadoras	Recopilación de datos del historial menstrual mediante cuestionarios. Muestras séricas de progesterona y estradiol para agrupar a los sujetos	Concentraciones séricas de progesterona: las esquiadoras alpinas tienen significativamente más probabilidades de lesionarse el LCA en fase preovulatoria que en posovulatoria (odds ratio, 3,22; IC del 95%, 1,09- 9,52; p = 0,027). Según estas concentraciones el 74% de las lesionadas estaban en fase preovulatoria. El análisis de los datos del historial menstrual

			alpinas sin lesión (edad media: 34,3 años).	en fases preovulatorias o posovulatorias, 2hs después de la lesión.	encontró los mismos resultados, pero de forma no estadísticamente significativo (odds ratio, 2,38; IC del 95 %, 0,86-6,54; P = 0,086). Según el historial, el 57% estaban en fase preovulatoria.
11. <i>Stijak et al.</i> (33) 2014.	Estudio de casos y controles.	Determinar la diferencia en las concentraciones de testosterona, estradiol y progesterona entre mujeres con y sin lesión del LCA y el posible efecto de estas hormonas sobre la laxitud articular generalizada.	N=24 pacientes del Centro Clínico de Serbia GE: 12 lesionadas del LCA (edad media: 24,2 años) GC: 12 pacientes con lesión de rodilla que no fuera LCA (media de años: 24,8 años) Emparejados por: nivel deportivo, lado de la lesión y edad.	Muestras de saliva para determinar las concentraciones hormonales con la ayuda del inmunoensayo enzimático Salimetrics. La laxitud articular generalizada se probó con la ayuda de la "puntuación de laxitud" según Beighton, Solomon y Soskolne.	Las mujeres con rotura del LCA tenían concentraciones significativamente más bajas de testosterona ($p < 0,01$), concentraciones significativamente más bajas de estradiol ($p < 0,05$) y concentraciones significativamente más bajas de progesterona ($p < 0,01$) que las mujeres con LCA intacto. Las hormonas sexuales no afectaban a la laxitud articular generalizada.
12. <i>Dragoo et al.</i> (34) 2011.	Estudio de cohortes.	Investigar si las atletas universitarias con concentraciones elevadas de relaxina sérica	De 2005 a 2010, se reclutaron 128 atletas femeninas de la Div1 de 2 universidades americanas	Cuestionarios sobre el historial menstrual. Pruebas de LH en orina. Muestras séricas de	La incidencia acumulada de rotura completa del LCA durante el período de estudio de 4 años fue del 21,9 % y varió significativamente según el deporte ($p < 0,001$). El SRC medio para los atletas con desgarros del ligamento cruzado anterior ($6,0 \pm 8,1$ pg/mL) fue significativamente

		(SRC) sufren roturas del LCA con mayor frecuencia en comparación con aquellas con SRC más bajas.	(baloncesto, lacrosse, hockey hierba fútbol, gimnasia y voleibol).	progesterona y relaxina.	mayor que el de aquellos sin desgarros del ligamento cruzado anterior ($1,8 \pm 3,4$ pg/mL; $P = 0,013$). Las atletas con un SRC superior a 6,0pg/mL tienen 4 veces más riesgo de sufrir una rotura de LCA.
--	--	--	--	--------------------------	--

N: número de sujetos; GE: grupo experimental; GC: grupo control; LCA: ligamento cruzado anterior; LTS: lateral tibial slope; MTS: medial tibial slope; CTS: coronal tibial slope; MTD: medial tibial depth; pKAM: peak knee abduction moment; DVJ: drop vertical jump; CoD: cambio de dirección; SRC: relaxina sérica; IMC: índice de masa corporal; LH: hormona luteinizante; Cmax: concentración máxima; MMII: miembros inferiores; IC: intervalo de confianza; AP: anteroposterior; FACL: mujeres lesionadas del LCA; FC: grupo control femenino; MC: grupo control masculino