

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Medicina

Año 2024
Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Diferencias anatómicas como factor de riesgo en la ruptura del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas: Revisión sistemática

Anatomical differences as a risk factor for anterior cruciate ligament rupture in female athletes: Systematic review

Alumno:
Quiroga, Alejo
ORCID: https://orcid.org/0009-0002-4893-1667
alejo.quiroga@alumnos.uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Tutor:
Perugino, Mauro
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0056-6771
mauro.perugino@uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Diferencias anatómicas como factor de riesgo en la ruptura del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas: Revisión sistemática

Anatomical differences as a risk factor for anterior Cruciate Ligament rupture in female athletes: Systematic review

Autores: *Quiroga A, Perugino M*

Resumen

Introducción: *La participación de las mujeres en el mundo del deporte ha tenido un incremento significativo en los últimos años, así como su tasa de incidencia de lesiones. La ruptura del ligamento cruzado anterior está asociada a diversos factores de riesgo, donde predomina el sexo femenino. Nos centraremos en identificar las diferencias anatómicas que presentan las mujeres deportistas en comparación con los hombres y, en entender la razón de porque sufren con mayor frecuencia este tipo de patología ligamentosa.* ***Material y métodos:*** *Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva a partir de la base de datos PubMed. La búsqueda se centró en artículos publicados a partir del año 2005 que cumplan con los determinados criterios de inclusión y exclusión, para poder recopilar la mayor cantidad de información asociada al riesgo de sufrir una ruptura del ligamento cruzado anterior secundaria a la condición anatómica específica que presentan las deportistas de género femenino, y así poder alcanzar la finalidad del trabajo.* ***Resultados:*** *Existen diversas variables anatómicas responsables del aumento del riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. A partir de los estudios utilizados, se pudo comprobar que se refieren a una muesca intercondilar femoral de menor tamaño, un aumento de la pendiente tibial lateral y una menor profundidad de la pendiente tibial medial, en comparación con el género masculino.* ***Conclusión:*** *Debido a la poca literatura sobre las lesiones del ligamento cruzado anterior en el género femenino, el conocimiento acerca de las diferencias anatómicas con su homólogo masculino es bajo y, por lo tanto, se necesita más investigación para poder disminuir su incidencia y también para fomentar la participación de atletas en los imprescindibles programas de prevención.*

Palabras claves: *Lesión del LCA; Femenino; Atletas; Factores de riesgo; Diferencias anatómicas*

Abstract

Background: *Women participation in sport´s world has had a significant increased in recent years, as has their injury incident rate. Anterior cruciate ligament rupture is associated with different risk factors, where the female sex predominates. We will focus on identifying the anatomical differences that female athletes present compared to men and on understanding the reason why they suffer from this type of ligamentous pathology more frequently.* ***Material and methods:*** *An exhaustive bibliographic review was carried out using the PubMed database. The search focused on articles published since 2005 that met certain inclusion and exclusion criteria, in order to collect the greatest amount of information associated with the risk of suffering an anterior cruciate ligament rupture secondary to the specific anatomical condition female athletes present and therefore be able to achieve the purpose of the work.* ***Results:*** *There are several anatomical variables responsible for the increased risk of anterior cruciate ligament injury in female athletes. From the studies used, it was found that they refer to a smaller femoral intercondylar notch, an increase in the lateral tibial slope and a lower depth of the medial tibial slope, compared to the male gender.* ***Conclusion:*** *Due to the limited literature on anterior cruciate ligament injuries in the female gender, knowledge about the anatomical differences with its male counterpart is low and, therefore, more research is needed to reduce its incidence and also to promote the participation of athletes in essential prevention programs.*

Keywords: *ACL injury; Female; Athletes; Risk factors; Anatomical differences*

INTRODUCCIÓN

A medida que fue aumentando la participación de mujeres en el mundo del deporte, podemos confirmar que el sexo femenino representa un factor predisponente de suma importancia en varios tipos de lesiones deportivas. Una de las más frecuentes es la ruptura del Ligamento Cruzado Anterior (LCA) de la rodilla. Ocurren aproximadamente entre 100.000 y 200.000 casos por año entre todos los deportistas independientemente del sexo (1) *y su tasa de lesión es hasta 8 veces mayor en las atletas femeninas en comparación con sus homólogos masculinos* (2)*. Esta ruptura puede ser parcial o completa, y suele estar acompañada de otras lesiones ya sea ligamentosas, meniscales o de la cápsula articular.*

Los factores de riesgo para la lesión del LCA se clasifican en modificables y no modificables. Aquellos modificables hacen referencia a la fuerza muscular y a la flexibilidad. Estos pueden ser alterados por el individuo. Mientras que los no modificables son aquellos que no pueden ser controlados por el individuo como es el caso de la genética y la estructura anatómica. Ambos casos forman parte de los factores de riesgo intrínsecos, es decir, aquellos inherentes al individuo. Por otro lado, existen aquellos extrínsecos que son externos al atleta y se refieren al tipo de deporte, superficie de juego y condiciones ambientales, entre otros (3)*.*

En la presente revisión sistemática, nos centraremos en solo uno de los factores de riesgo asociados a la población de mujeres deportistas jóvenes y sanas. Este se trata de las diferencias anatómicas de la rodilla en comparación con el género masculino, que lleva a una mayor tasa de incidencia de lesión del LCA. Existen otros factores de riesgo que no serán objeto de estudio en este trabajo pero que cabe destacar mencionarlos como lo son la fuerza muscular, influencias hormonales, control neuromuscular, biomecánica, entre otros.

Es fundamental la comprensión acerca de la anatomía de la rodilla, la cual está compuesta por huesos que brindan estabilidad como el fémur, la tibia y la rótula, pero sobre todo por distintos ligamentos, específicamente, cuatro: dos colaterales (medial y lateral), que se encargan de controlar el movimiento lateral de la rodilla, y dos cruzados (posterior y anterior), los cuales controlan el movimiento hacia atrás y hacia adelante respectivamente. Estos últimos se encuentran dentro de una cápsula articular y no reciben irrigación vascular sino nutrientes a partir del líquido sinovial. Debido a las diferencias morfológicas comparado con el ligamento cruzado posterior (LCP), se confirma que el LCA es menos fuerte y, por lo tanto, más propenso a lesionarse.

Existen diferencias anatómicas en cuanto al propio LCA entre mujeres y hombres. Centrándonos en el género femenino, el LCA es más pequeño en longitud, área de sección transversal y volumen. Además, es menos rígido (mayor laxitud secundaria a factores hormonales durante el ciclo menstrual) y suele fallar a un nivel de carga más bajo (menor fuerza de talla). Incluso presentan un menor porcentaje de área ocupada por fibra de colágeno. Además, las mujeres se caracterizan por tener articulaciones más flexibles, desequilibrios musculares

(mayor fuerza en cuádriceps que en isquiotibiales, lo que lleva a un desplazamiento anterior de la tibia y una consecuente lesión del LCA), activación excesiva del cuádriceps (que exagera la posición en valgo) y peor acondicionamiento físico (debido a que suelen iniciar la actividad deportiva a una edad tardía en comparación con los hombres).

Con respecto a la ruptura del LCA, esta puede ser causada tanto por un traumatismo directo como por un mecanismo sin contacto. Este último predomina en el género femenino, y se puede tratar ya sea de una extensión excesiva de la articulación de la rodilla, un cambio de dirección repentino, una detención abrupta, un giro brusco con el pie de apoyo firme o un aterrizaje incorrecto después de un salto (4).

La clínica de esta patología ligamentosa se caracteriza por inflamación, dolor, impotencia funcional, sensación de inestabilidad y un "chasquido" audible característico al momento de la lesión. Los pacientes son incapaces de soportar su propio peso corporal y requieren atención inmediata para un correcto diagnóstico y tratamiento.

Existe una clasificación que se basa según su gravedad. Tenemos diversos grados de lesión que se dividen en leve (I), moderado (II) y severo (III). En el primer caso, el ligamento sufre un estiramiento y un consecuente daño menor, por lo tanto, se conserva la estabilidad articular. El segundo caso se refiere a un desgarro parcial, donde el ligamento se estira y se afloja. Estos son poco frecuentes. En el tercer y último caso, el LCA sufre un desgarro completo y se encuentra acompañado de inestabilidad articular.

Con respecto al diagnóstico, es fundamental una correcta exploración física para evaluar las manifestaciones clínicas del paciente. Siempre es recomendable realizar una comparación con la rodilla indemne. Se debe evaluar la amplitud del movimiento y el funcionamiento articular. Existen varias maniobras para comprobar la inestabilidad de la rodilla como por ejemplo la "prueba de cajón anterior". Además, el principal estudio complementario son las imágenes. Una radiografía (Rx) es útil para descartar lesiones óseas mientras que una resonancia magnética (RMN) es imprescindible ya que nos permite evaluar el estado de los tejidos blandos y confirmar o descartar el diagnóstico.

El tratamiento de este tipo de patología se basa en analgesia, inmovilización y rehabilitación. Para este último aspecto, se indica la realización de fisioterapia, cuyo objetivo se centra en reducir el dolor y la inflamación, fortalecer los músculos y recuperar tanto la función como la amplitud de movimiento total de la rodilla. Cabe destacar que el procedimiento PRP (plasma rico en plaquetas) es una indicación terapéutica moderna con grandes resultados. En caso de los primeros auxilios, se recomienda el uso del método RICE, el cual consiste en reposo, hielo, compresión y elevación del miembro afectado.

Al tratarse de una lesión complicada, existe un riesgo elevado de que el paciente necesite una intervención quirúrgica. Esta se trata de un reemplazo del LCA por un injerto procedente de un tendón y requiere un programa de rehabilitación post quirúrgico. Para ello existen indicaciones específicas donde se encuentra el hecho de ser un deportista de alto rendimiento, entre otras. Además, tienen tasas de rerupción relativamente altas, lo que resulta en tiempos de rehabilitación prolongados y una consecuente carga psicológica significativa para estos individuos (1).

Cabe destacar que todas las características mencionadas acerca de esta patología ligamentaria se encuentran en todos los pacientes independientemente del sexo, y nos permiten tener un profundo conocimiento para tratar al deportista de la manera más eficiente posible.

Retomando al tema de investigación principal, que se trata de las diferencias anatómicas de las mujeres deportistas asociadas a la ruptura del LCA, hay que ratificar que se considera un factor de riesgo no modificable a diferencia de otros que sí los son. Es por ello que la prevención de esta lesión deportiva es sumamente importante para disminuir su incidencia y así evitar que las atletas pasen por este proceso patológico que suele implicar una influencia negativa sobre sus carreras deportivas. Se recomiendan diversos ejercicios de calentamiento, fortalecimiento muscular, técnicas de entrenamiento tanto para correr como para saltar y aterrizar, entrenamiento propioceptivo basado en ejercicios de equilibrio y coordinación, y hasta el uso de un calzado adecuado. Cabe destacar que una rodillera no previene lesiones del LCA ni reduce el riesgo de recidiva.

Durante la pubertad se producen varios cambios significativos, sobre todo a nivel antropométrico. En las mujeres se incrementa el desarrollo de la cadera lo que produce un aumento del ángulo femoral con respecto a la tibia con el consiguiente descenso del centro de gravedad. Esta característica otorga beneficios en actividades de equilibrio, pero a su vez es una desventaja ya que produce mayor tensión en el LCA durante los movimientos y esto aumenta el riesgo de lesión.

Con respecto a algunas variables anatómicas de la rodilla que forman parte de la geometría de la articulación tibiofemoral en pacientes femeninas, se puede confirmar a partir de investigaciones basadas en la evidencia científica que, una mayor proporción del cóndilo femoral lateral, una muesca intercondilar femoral más estrecha, un aumento de la pendiente tibial posterior y una menor profundidad tibial medial son consideradas factores de riesgo pertenecientes

a la lesión del LCA (5). *Además, las mujeres presentan un ángulo Q aumentado, es decir, se caracterizan por tener una pelvis más ancha y el fémur más corto, lo cual se asocia a un aumento del estrés sobre los ligamentos y a una consecuente lesión del LCA, especialmente en atletas* (4).

Esto nos lleva a nuestra hipótesis, la cual se basa en que existen diversas condiciones anatómicas en una mujer deportista que la vuelven más vulnerable a sufrir lesiones del LCA asociadas a la práctica deportiva en comparación con su homólogo masculino. El objetivo principal es poder entender y explicar porque este tipo de lesión es relativamente más frecuente en el sexo femenino y cuáles son esas variables anatómicas influyentes que carecen en la contraparte masculina del mundo del deporte. Mientras que el objetivo secundario de este trabajo de investigación es fomentar la participación de mujeres en programas de prevención bien diseñados para disminuir la tasa de incidencia de este tipo de lesión deportiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Se realizó una revisión sistemática a partir de una exhaustiva búsqueda bibliográfica basada principalmente en la base de datos PubMed. Aplicando los correctos términos MeSH y determinados filtros sobre los criterios de inclusión y exclusión, se encontraron varios estudios de diferentes diseños, tanto observacionales como experimentales, los cuales aportaron valiosa información para poder comprender el tema de investigación y así alcanzar la finalidad del trabajo.

Se utilizó una lista de verificación PRISMA del año 2020 como guía para realizar este trabajo de la manera más completa posible. Además, se aplicó el método PICO para una confección correcta de la pregunta de investigación.

Los términos de búsqueda MeSH fueron los siguientes: ACL injury; Female athletes; Risk factors; Anatomical differences. Estas palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR y/o NOT.

En primer lugar, se realizó una búsqueda inicial de la literatura mediante el uso de las palabras claves previamente mencionadas la cual arrojó 278 resultados. Con respecto a los filtros de búsqueda, se priorizaron aquellos estudios publicados a partir del año 2005, con humanos como población de estudio, textos completos gratuitos y escritos en inglés. Luego de aplicar determinados filtros, obtuvimos 38 resultados y en base a los criterios de inclusión y exclusión nos quedamos con 11 trabajos. Posteriormente, se revisaron tanto los títulos como los resúmenes para quedarnos con 7 artículos mientras que el resto fueron eliminados por no ser considerados relevantes para la investigación. Finalmente, se añadieron otros 7 estudios más de interés los cuales surgieron como referencia de los inicialmente seleccionados y terminaron siendo 14 los artículos utilizados para el desarrollo de esta revisión sistemática.

Cabe destacar que se excluyeron estudios que se centraban específicamente en el género masculino o que no presentaban hallazgos significativos asociados a una ruptura del LCA.

La figura 1 hace referencia al diagrama de flujo, el cual demuestra determinado proceso de selección de artículos basado en la aplicación de filtros de búsqueda, criterios de inclusión y exclusión y en el análisis tanto de los títulos como de los resúmenes (Fig 1).

Sin embargo, debido a la poca literatura sobre el tema elegido, no se realizó una evaluación del riesgo de sesgo para los estudios incluidos.

En resumen, la confección de esta revisión sistemática no requirió de una intervención experimental, por ello se utilizó una técnica de recolección de datos básica conocida como "documentación", la cual consiste en recopilar información y resultados a partir de otros trabajos de investigación, haciendo énfasis tanto en la identificación como en la descripción de aquellas variables anatómicas de las mujeres deportistas que predisponen a una mayor tasa de lesiones del LCA en comparación con sus homólogos masculinos. Es un tipo de estudio que se encuentra en lo más alto de la medicina basada en la evidencia, ya que nos permite analizar esta amplia población de estudio, disminuir el efecto del azar y mejorar la significancia clínica.

Población de estudio

En este trabajo de investigación, el tema de estudio se centra en todas las mujeres sanas y jóvenes que practican algún tipo de actividad deportiva, independientemente de su raza, etnia, religión y situación socio-económica.

Dentro de determinada población de estudio se realizó una búsqueda acerca de los factores de riesgo anatómicos que aumentan el riesgo de lesión del LCA en comparación con el género masculino.

Es importante mencionar que se analizaron diversas variables asociadas al tema de estudio de esta revisión sistemática y se detallaron sus definiciones, tipos y escalas de medición correspondientes (Tabla 1).

Variable	Definición	Tipo	Escala de Medición
Edad	Rango de edad de la población de estudio el cual es de 15-50 años.	Cuantitativa (discreta)	Intervalo
Sexo	Comparación entre ambos géneros femenino y masculino.	Cualitativa (dicotómica)	Nominal
Tipo de deporte	Variantes de la actividad deportiva.	Cualitativa (politómica)	Nominal
Nivel de juego	Calidad e importancia del deporte para un atleta.	Cualitativa (politómica)	Ordinal

Tabla 1: Variables analizadas

Criterios de inclusión
Por un lado, se utilizaron artículos que tenían como población de estudio principalmente a mujeres, a pesar de que algunos realizan comparaciones con el género masculino.

Las participantes femeninas estudiadas se encuentran en un rango de edad entre 15 y 50 años.

Además, se priorizaron aquellos trabajos de investigación que asociaban la actividad deportiva específicamente a la incidencia de lesión del LCA.

Cabe destacar que la evaluación de pacientes mediante el uso de imágenes (RMN) fue un factor a tener en cuenta a pesar de no ser considerado un criterio de inclusión.

Criterios de exclusión
Por otro lado, se excluyeron todos aquellos trabajos de investigación que se basaban exclusivamente en el género masculino.

Tampoco se tuvo en cuenta aquellos donde las mujeres padecían algún tipo de enfermedad que repercuta perjudicialmente sobre el sistema músculo-esquelético ni aquellas que presenten antecedentes de cirugía en la rodilla, especialmente del LCA.

Ámbito de estudio
El presente trabajo de investigación se realizó en un ámbito universitario correspondiente a la Universidad Abierta Americana (UAI).

Además, su confección requirió del uso de una computadora con acceso a internet para poder realizar una exhaustiva búsqueda de información en la base de datos PubMed.

Cabe destacar que no se requirieron consideración éticas ni legales al ratificar que se trata de una revisión sistemática la cual no está asociada a un estudio experimental ni a una intervención con sujetos como objeto de estudio.

RESULTADOS

De los 14 artículos utilizados para la confección de este trabajo de investigación, 6 fueron útiles (5–10) *para demostrar los resultados en forma de datos y tablas. A su vez, estos figuran en la Tabla 2, donde se detallan sus características correspondientes como el título, primer autor, año de publicación, cantidad de pacientes estudiados, rango de edad y resultados finales.*

Dentro de estos 6 estudios utilizados se evaluó un total de 650 pacientes, de los cuales 449 eran mujeres (69 %) y 201 eran hombres (31 %). Cabe destacar que la edad promedio de la población de estudio fue de 24,8 (Fig 2).

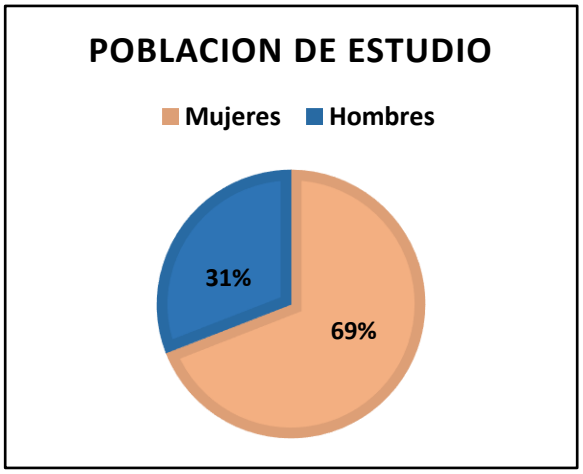


Figura 2: Población de estudio según su género

Los artículos de mayor importancia fueron tres (5–7) *los cuales acordaron que las mujeres se diferencian de los hombres en cuanto a que presentan una muesca intercondilar femoral más pequeña y un aumento de la pendiente tibial lateral, independientemente de que*

realicen actividad deportiva. Todos estos estudios confirman el hecho de que ambas variables anatómicas son las principales responsables de un aumento del 50% y 32% en el riesgo de lesión del LCA en el género femenino, respectivamente (7).*Cabe destacar que uno de estos trabajos* (6) *añade que una menor profundidad tibial medial también es una diferencia anatómica implicada en el riesgo de lesión del LCA (Tabla 3).*

Uno de los artículos restantes (8) *concluyó en que la ubicación de la inserción del LCA no se considera un factor de riesgo anatómico de la lesión del LCA tanto en atletas femeninos como masculinos. Sin embargo, aclaró que un origen ligamentario más posterior y proximal podría ser un factor predisponente.*

Con respecto a otro de los trabajos restantes (9)*, este confirmó que no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la posición de la rodilla durante una lesión del LCA con respecto a la flexión, el valgo, la rotación tibial interna y la traslación tibial.*

El último estudio (10) *que mencionaremos investigó acerca del riesgo de relesión del LCA en jugadoras de fútbol y determinó que tienen mayor probabilidad que aquellas mujeres que realizan otro tipo de actividad deportiva. Además, aclaró que el regreso precoz al deporte es un factor de riesgo de suma importancia que debe ser considerado para evitar determinada lesión ligamentaria. En caso contrario, estos autores ratifican la necesidad de programas de prevención.*

Cabe destacar que, de todos los artículos mencionados, 4 de ellos (7–10) *utilizaron imágenes de RMN para evaluar a sus pacientes y así poder obtener los resultados previamente mencionados.*

DISCUSIÓN

El presente estudio se centra en las diferencias anatómicas que presentan las mujeres deportistas en comparación con el género masculino, que llevan a que sean más vulnerables a una ruptura del LCA. Las principales variables anatómicas consideradas factores de riesgo que se evalúan en este tipo de lesión ligamentaria son las siguientes: tamaño del LCA, muesca intercondilar femoral, pendiente tibial lateral y pendiente tibial medial.

Estas variables experimentan cambios significativos durante la etapa de crecimiento y maduración esquelética de un individuo, por lo que presentan distintas características según el género (11)*. Por lo tanto, conocer estas diferencias es de gran importancia ya que nos permite crear programas de prevención basados en ejercicios de determinadas características para que las mujeres tengan un mejor rendimiento y así poder disminuir su tasa de incidencia de lesiones que llevan a una pausa negativa en sus carreras deportivas.*

Uno de los artículos (12) *utilizados para la realización de esta revisión sistemática obtuvo resultados interesantes acerca de los dimorfismos sexuales asociados a la lesión del LCA y confirma que las diferencias anatómicas representan un 31% del total de los factores de riesgo, es por ello que es considerado el más importante (Fig 3).*

Estas diferencias anatómicas entre atletas femeninos y masculinos se han investigado profundamente a lo largo de estos últimos años y se concluye que las consecuencias de una lesión del LCA pueden ser físicas, psicológicas e incluso financieramente significativas, tanto a corto como a largo plazo (12)*. Su tiempo de recuperación es de aproximadamente 1 año y el 45 % de los atletas no son capaces de regresar al deporte competitivo y en caso contrario, hay altas probabilidades de que su rendimiento disminuya* (13)*. Es por ello que el compromiso del paciente y la consideración de esto factores de riesgo junto con sus respectivos equipos médicos es fundamental para el éxito de la cirugía, para evitar complicaciones y poder volver a la actividad deportiva lo antes posible, siempre y cuando la recuperación sea absoluta y el deportista se encuentre en un estado óptimo tanto físico como psicológico para entrenar y competir.*

Otro de los problemas que puede presentar esta patología se trata del riesgo de relesión. Hallazgos de un artículo científico (10) *demuestran que las mujeres deportistas que practican fútbol presentan un mayor riesgo de volver a lesionarse al volver a la actividad competitiva y pueden sufrir tanto un desgarro del injerto como una lesión contralateral. Todo esto debido a que presentan menor destreza de las extremidades inferiores y rigidez compensatoria en comparación con sus homólogos masculinos.*

Existe consenso en la literatura de que las atletas tienen un mayor riesgo de sufrir una lesión del LCA que los atletas masculinos cuando compiten en el mismo deporte en un mismo nivel de competencia. Aquellos deportes femeninos predominantes son los siguientes: gimnasia artística, fútbol, lacrosse, baloncesto, esquí alpino y balonmano (14).

Centrándonos en las distintas variables anatómicas que predisponen a las mujeres deportistas a una ruptura del LCA, todos los estudios utilizados demuestran que estas se caracterizan por presentar una muesca intercondilar femoral más estrecha, un área de sección transversal pequeña, una mayor pendiente tibial lateral y una menor profundidad de la pendiente tibial medial en comparación con los hombres, independientemente de que realicen actividad deportiva o no (6).

Además, la postura anormal y la alineación de las extremidades inferiores también son factores predisponentes a este tipo de lesión debido a que generan mayor tensión del ligamento (14)*. Se ha demostrado que los hombres compensan esto aumentando su potencia, fuerza y coordinación más que las mujeres, lo que puede ayudar a explicar su mayor incidencia en este tipo de lesión.*

Las mujeres también presentan mayor laxitud de la articulación tibiofemoral y menor rigidez muscular (14)*. Estas diferencias sexuales se deben tanto a las diferencias anatómicas como a la implicación hormonal, factor de riesgo que no es objeto de estudio de esta revisión sistemática pero que de todas formas es importante mencionar.*

Otro aspecto anatómico que se investigó es la ubicación de la inserción del LCA (origen femoral e inserción tibial), a partir de la cual se puede comprobar que no existen diferencias especificas por sexo y, por lo tanto, no es considerado un factor de riesgo que influya en la tasa de ruptura del LCA en atletas femeninos. Sin embargo, una ubicación más posterior y proximal del origen femoral del LCA puede llegar a ser un factor predisponente independientemente del sexo (8)*.*

Al ratificar que las diferencias anatómicas son factores de riesgo no modificables, es lógico que no sean fáciles de corregir, sin embargo, es fundamental su comprensión para poder identificar aquellos atletas con mayor riesgo de sufrir una lesión del LCA. Esto nos lleva a nuestro objetivo secundario que se basa en la creación de programas de prevención para disminuir su tasa de incidencia a partir de determinada conducta. A pesar de esto, la lesión del LCA sigue siendo el mayor problema en la medicina deportiva ortopédica (14)*.*

Programas exitosos incluyen: estiramiento tradicional, fortalecimiento muscular, conciencia de posiciones de alto riesgo, perfeccionamiento de técnicas, acondicionamiento aeróbico, habilidades deportivas específicas, entrenamiento propioceptivo, neuromuscular, de equilibrio y pliométrico (14)*. Además, aquellos que incluyen más ejercicios de fortalecimiento de la parte inferior del cuerpo y estabilización del aterrizaje son los más efectivos* (13)*.*

El mantenimiento y cumplimiento de los programas de prevención antes, durante y después de la temporada deportiva son fundamentales para reducir el riesgo de lesiones, especialmente la ruptura del LCA en atletas femeninas. Se demostró a partir de un estudio que las mujeres que no participan de un programa de prevención tienen una tasa de incidencia de lesiones de rodilla 3,7 mayor en comparación con las atletas que sí lo hacían.

La implementación de estos programas requiere de la colaboración de los órganos rectores, científicos deportivos, médicos, entrenadores capacitados, padres y atletas, es decir, se trata de un equipo multidisciplinario (14)*. El objetivo en común se trata de garantizar el éxito en esta batalla y erradicar las lesiones del LCA o al menos reducirlas significativamente.*

Debido a que las lesiones del LCA no ocurren con tanta frecuencia como se podría pensar (1/80 por temporada en deportes de alto riesgo) (13)*, el conocimiento sobre las diferencias entre sexos de determinada lesión es bajo, por lo tanto, se recomienda que estudios futuros incluyan tamaños de muestra lo suficientemente grandes para realizar un estudio con suficiente poder estadístico.*

Por un lado, una de las fortalezas de este estudio es que el género femenino predominó en el tamaño de muestra utilizado en comparación con el sexo masculino ya que, en caso contrario, se podrían haber alterado los resultados esperados. Por otro lado, una de las limitaciones de este trabajo se refiere a que la población de estudio no se limitó a atletas ni a lesionados durante una actividad deportiva, por lo que los resultados no se pueden generalizar al grupo de los deportistas.

En conclusión, gracias a esta nueva realidad asociada al aumento de la participación de mujeres en el mundo del deporte y su consecuente riesgo de lesión del LCA, podemos evidenciar que el cuerpo femenino es diferente al masculino, lo que propicia un nuevo campo de investigación acerca de sus factores de riesgo y las estrategias preventivas.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

BIBLIOGRAFÍA

1. Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. Int J Environ Res Public Health. 6 de abril de 2021;18(7):3826.

2. Boden BP, Sheehan FT, Torg JS, Hewett TE. Non-contact ACL Injuries: Mechanisms and Risk Factors. J Am Acad Orthop Surg. septiembre de 2010;18(9):520-7.

3. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, Yut L, Galloway MT, Heidt RS, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review

and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification. J Athl Train. mayo de 2019;54(5):472-82.

4. Alanís-Blancas LM, Zamora-Muñoz P, Cruz-Miranda Á. Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas.

5. Mascarenhas R. Editorial Commentary: Osseous Anatomy of the Knee in Female Patients is a Significant Risk Factor for Anterior Cruciate Ligament Injury and Anterior Cruciate Ligament Graft Failure. Arthrosc J Arthrosc Relat Surg. mayo de 2022;38(5):1605-7.

6. Choi WR, Yang JH, Jeong SY, Lee JK. MRI comparison of injury mechanism and anatomical factors between sexes in non-contact anterior cruciate ligament injuries. PLoS ONE. 1 de agosto de 2019;14(8):e0219586.

7. Sturnick DR, Vacek PM, DeSarno MJ, Gardner-Morse MG, Tourville TW, Slauterbeck JR, et al. Combined Anatomic Factors Predicting Risk of Anterior Cruciate Ligament Injury for Males and Females. Am J Sports Med. abril de 2015;43(4):839-47.

8. Dimitriou D, Wang Z, Zou D, Helmy N, Tsai TY. Do Sex-Specific Differences Exist in ACL Attachment Location? An MRI-Based 3-Dimensional Topographic Analysis. Orthop J Sports Med. 30 de noviembre de 2020;8(11):2325967120964477.

9. Owusu-Akyaw KA, Kim SY, Spritzer CE, Collins AT, Englander ZA, Utturkar GM, et al. Determination of the Position of the Knee at ACL rupture for Males versus Females by an Analysis of Bone Bruises. Am J Sports Med. junio de 2018;46(7):1559-65.

10. Allen M, Pareek A, Krych A, Hewett T, Levy B, Stuart M, et al. Are Female Soccer Players at an Increased Risk of Second Anterior Cruciate Ligament Injury Compared With Their Athletic Peers? Am J Sports Med. 3 de junio de 2016;44.

11. Hosseinzadeh S, Kiapour AM. Sex Differences in Anatomic Features Linked to Anterior Cruciate Ligament Injuries During Skeletal Growth and Maturation. Am J Sports Med. julio de 2020;48(9):2205-12.

12. Ellison TM, Flagstaff I, Johnson AE. Sexual Dimorphisms in Anterior Cruciate Ligament Injury: A Current Concepts Review. Orthop J Sports Med. 17 de diciembre de 2021;9(12):23259671211025304.

13. Petushek EJ, Sugimoto D, Stoolmiller M, Smith G, Myer GD. Evidence-Based Best-Practice Guidelines for Preventing Anterior Cruciate Ligament Injuries in Young Female Athletes. Am J Sports Med. junio de 2019;47(7):1744-53.

14. 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. junio de 2008;42(6):394-412.

15. Gaillard R, Magnussen R, Batailler C, Neyret P, Lustig S, Servien E. Anatomic risk factor for meniscal lesion in association with ACL rupture. J Orthop Surg. 30 de julio de 2019;14:242.

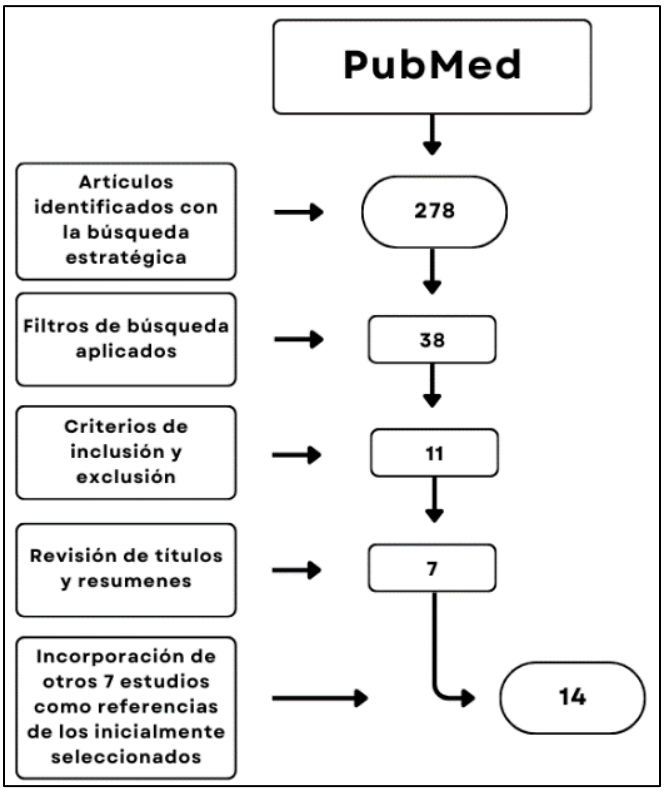


Figura 1: Diagrama de flujo

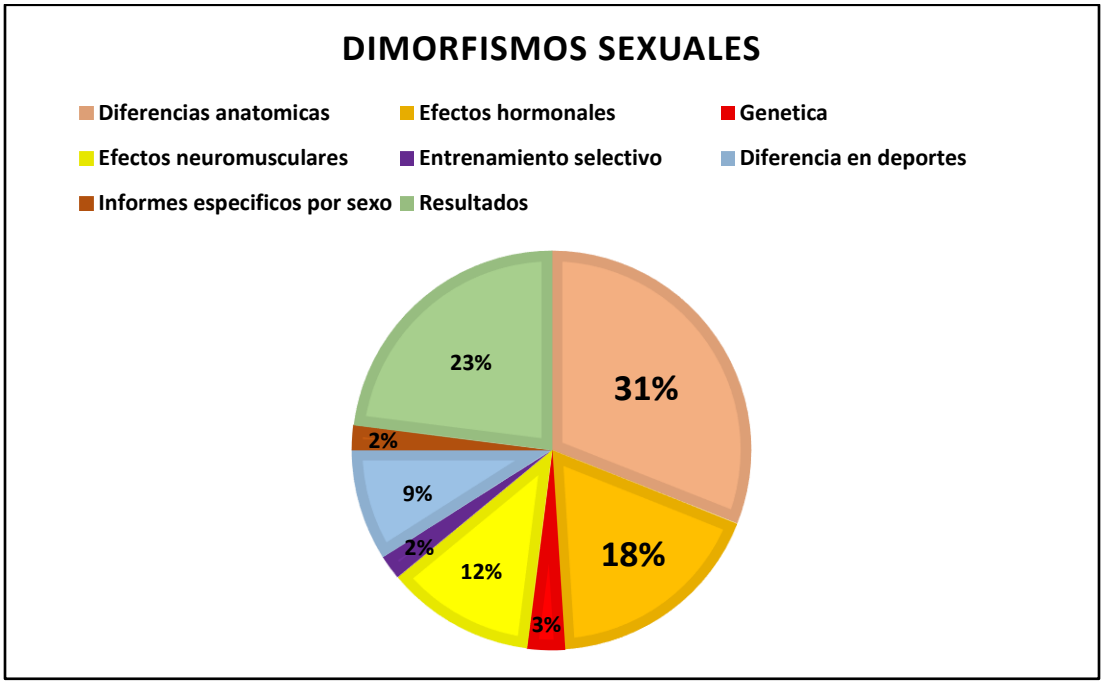


Figura 3: Dimorfismos sexuales en la lesión del LCA

Título y Autor	N° Pacientes	Rango de Edad	Resultados
Do sex-specific differences exist in ACL attachment location? (Dimitris Dimitriou; 2020)	90: (35 mujeres y 55 hombres)	16-45 años	La ubicación de la inserción del LCA no es considerado un factor de riesgo en atletas tanto femeninos como masculinos.
Osseous anatomy of the knee in female patients is a significant risk factor for ACL injury and ACL graft failure (Randy Mascarenhas; 2022)	117: (100 % mujeres)	24 años (promedio)	Una muesca intercondilar femoral pequeña y un aumento de la pendiente tibial posterior aumentan el riesgo de lesión del LCA en el género femenino.
Are female soccer players at an increased Risk of second ACL injury compared with their athletic peers? (Melissa M. Allen; 2016)	180: (100 % mujeres)	20 años (promedio)	Las jugadoras de futbol tienen mayor riesgo de relesión del LCA en comparación con aquellas que practican otro tipo de actividad deportiva.
MRI comparison of injury mechanism and anatomical factors between sexes in non-contact ACL injuries (Won Rak Choi; 2019)	145: (41 mujeres y 104 hombres)	Sin especificar	Las mujeres presentan una mayor pendiente tibial posterior y una menor profundidad tibial medial en comparación con sus homólogos masculinos.
Determination of the position of the Knee at ACL rupture for males versus females by an analysis of bone bruises (Kwadwo A. Owusu-Akyaw; 2018)	30: (15 mujeres y 15 hombres)	15-35 años	No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en cuanto a la posición de la rodilla con respecto a su flexión, valgo, rotación tibial interna y traslación tibial.
Combined Anatomic factors predicting Risk of ACL injury for males and females (Daniel R. Sturnick; 2015)	88: (61 mujeres y 27 hombres)	Sin especificar	Una disminución en el ancho de la muesca femoral y un aumento de la pendiente tibial se asocian a un aumento del riesgo de lesión del LCA en mujeres.

Tabla 2: Datos extraídos de cada artículo incluido en la revisión sistemática

Variable anatómica	Femenino	Masculino
*LTS**	8,95	6,82
*MTS**	8,59	6,36
*MTD**	1,80	2,41

Tabla 3: Análisis de los factores de riesgo anatómicos y su comparación entre ambos géneros
LTS: pendiente tibial lateral; MTS: pendiente tibial medial; MTD: profundidad tibial medial