

TRABAJO DE FIN DE GRADO DE MEDICINA

“POR QUÉ LAS LESIONES DE

LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

SON RELATIVAMENTE MÁS

FRECUENTES EN MUJERES”



Servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica

Hospital Clínico Universitario de Valladolid

Tutor: Dr. Aurelio Vega Castrillo

Marta López Teijeiro

Universidad de Valladolid

Curso 2019-2020

ÍNDICE

Carta explicativa del cambio de Adenda del TFG	3
1. <u>Resumen</u>	5
2. <u>Introducción</u>	6
2.1. Ligamento cruzado anterior.....	7
2.1.1. Lesión de LCA. Definición y tipos	7
2.1.2. Morfología, función y biomecánica	7
2.2. Factores de riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior en mujeres	9
2.2.1. Factores intrínsecos	10
2.2.2. Factores extrínsecos	13
2.3. Importancia económica y social de las lesiones de LCA	14
3. <u>Hipótesis y objetivos del trabajo</u>	16
4. <u>Material y métodos</u>	17
5. <u>Resultados</u>	19
6. <u>Discusión</u>	20
7. <u>Conclusiones</u>	21
8. <u>Anexo</u>	23
9. <u>Bibliografía</u>	24
10. <u>Póster</u>	26

Carta explicativa del cambio de Adenda del TFG

En un primer momento se optó por el trabajo siguiente: " ESTUDIO COMPARATIVO DE LESIONES ASOCIADAS A ROTURA DE LCA ENTRE HOMBRES Y MUJERES "

Protocolo del Proyecto

- **Introducción:** Las roturas de Ligamento Cruzado Anterior (LCA) se asocian con frecuencia a otras lesiones de rodilla. Se ha observado que existen lesiones más o menos frecuentes en relación con el sexo del paciente. El objetivo de este trabajo es realizar un estudio comparativo entre las lesiones asociadas a la rotura del LCA entre mujeres y hombres, ver las diferencias entre los dos grupos y ver si el sexo femenino asocia mayor número de lesiones.
- **Hipótesis:** Existen mayor número de lesiones asociadas al LCA en mujeres que en hombres.
- **Objetivos:** El objetivo de este trabajo es realizar un estudio comparativo entre las lesiones asociadas a la rotura del LCA en mujeres y hombres, ver las diferencias entre los dos grupos, a su vez, cuantificar el porcentaje de lesiones en cada grupo muestral, conocer la etiología de la lesión de rodilla y conocer el tiempo transcurrido entre la lesión de rodilla y la intervención quirúrgica.
- **Material y métodos:** Estudio observacional retrospectivo de una muestra de historias clínicas de 25 mujeres y de 25 hombres del Hospital Clínico de Valladolid desde el 1 de enero de 2019. Se llevó a cabo la medición de las contusiones óseas, roturas meniscales externas e internas, roturas del ligamento cruzado posterior, roturas del ligamento lateral externo, roturas del ligamento lateral interno y fractura del platillo tibial. La etiología de la lesión y el tiempo transcurrido entre la lesión y la intervención quirúrgica. Por último, se compararon los datos obtenidos en las muestras.
 - Tipo de estudios: Estudio observacional retrospectivo
 - Criterios de inclusión y exclusión:
 - Inclusión: Pacientes con rotura de LCA intervenidos quirúrgicamente por este motivo mediante ligamentoplastia.
 - Exclusión: Pacientes sin rotura de LCA o con rotura del LCA no intervenidos quirúrgicamente mediante ligamentoplastia.
 - Muestra y tamaño muestral: Muestra de 25 mujeres y 25 hombres. El tamaño muestral es de 50 pacientes.

Debido a la situación actual de “Estado de Alarma por Covid-19” el trabajo con código PI 201688 no se pudo llevar a cabo ya que incluía la revisión de historias clínicas.

La adenda del trabajo de fin de grado emitida por la facultad insta a que las personas que estén en esta situación antes descrita, deberán hacer una revisión bibliográfica del tema elegido.

Me comuniqué con mi tutor y con el CEIm para poder modificar el tema del trabajo, ya que, al ser un tema tan concreto y específico, hay muy poca literatura al respecto para poder hacer una revisión bibliográfica de calidad.

Mi solicitud fue cambiada a “POR QUÉ LAS LESIONES DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR SON RELATIVAMENTE MÁS FRECUENTES EN MUJERES “. Este trabajo fue aprobado por mi tutor y por el CEIm con el código PI 201757.

Resumen

Introducción y objetivos: *Esta revisión bibliográfica describe los factores de riesgo documentados en mujeres para la lesión del LCA, y así explicar y entender el porqué es una lesión relativamente más frecuente en mujeres. También se estudió acerca de la importancia económica y social de estas lesiones.*

Material y métodos: *Para el trabajo se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva mediante búsquedas de literatura en las bases de datos online disponibles. Para ello se incluyeron en la búsqueda libros y documentos, ensayos clínicos, metaanálisis, artículo de periódico, artículo clásico, conferencia clínica, estudio clínico, estudio comparativo, congreso, artículo corregido y republicado, estudio observacional, revisiones y revisiones sistemáticas; donde incluyan el texto completo. Toda la literatura fechada desde el año 2010 hasta marzo de 2020. También se realizaron búsquedas manuales de listas de referencias y nombres de autores para encontrar estudios elegibles adicionales. De estas búsquedas se recopilaron los datos estrictamente necesarios para alcanzar la finalidad del trabajo.*

Resultados: *Las mujeres padecen un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA en comparación con los hombres cuando participan en los mismos deportes a niveles similares de exposición. Existen factores intrínsecos modificables, biomecánicos y neuromusculares como son aumento de la laxitud articular, dominancia muscular del cuádriceps y el IMC. En cuanto a los factores intrínsecos no modificables, hablamos de las diferencias en cuanto a la anatomía del LCA y la geometría de la rodilla, factores genéticos asociados con gen COL5A1, COL12A1; y factores hormonales como son la fase preovulatoria u ovulatoria del ciclo menstrual. Los únicos factores extrínsecos que se encontraron únicamente exclusivos del género femenino fueron relacionados con el clima en deportes específicos de alto riesgo como el esquí recreativo y el aumento de la participación de la mujer en el mundo del deporte. La instauración en la sociedad del autocuidado en la mujer y la facilidad de que la mujer practique cualquier tipo de deporte, haciendo a su vez, que aumenten el número de lesiones en ella. Para finalizar se ha demostrado mediante la literatura que la lesión de LCA puede acarrear consigo no sólo problemas sociales si no también problemas de costo sanitario en cuanto a los tratamientos necesarios, y la necesidad de invertir en prevención de esta patología sobre todo en la población de riesgo.*

Conclusión: *Existen factores de riesgo exclusivos de la mujer que hacen que esta solamente por su naturaleza genética sea más propensa a la rotura de LCA.*

Palabras clave: *LCA, mujeres, factores de riesgo, lesión, prevención.*

Introducción

La lesión del ligamento cruzado anterior está íntimamente relacionada con el mundo del deporte y es en este campo dónde está más estudiada y, por lo tanto, más documentada.

Según Pfeifer CE. et al., más de 212 millones de personas en todo el mundo participan en actividades deportivas competitivas o de tiempo libre y existe un riesgo inherente de lesiones para los participantes en deportes, debido a la naturaleza de la competencia y los requisitos fisiológicos impuestos al cuerpo durante la práctica(1).

En los últimos años se han incrementado los deportes con equipos femeninos y la mujer ha empezado a introducirse en el mundo del deporte de alta intensidad o de competición. Según Lin et al., el aumento significativo en la participación deportiva femenina en los Estados Unidos se ha atribuido en gran medida a la legislación del Título IX., la cual, ordenó la igualdad de acceso para mujeres y hombres en los programas educativos, incluidos los deportes, para recibir fondos federales. A medida que las atletas femeninas se involucraron en más deportes, las lesiones previamente vistas en atletas masculinos se hicieron más frecuentes en las atletas femeninas.(2)

Según Renstrom P., existe un consenso en la literatura de que las atletas femeninas tienen un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA que los atletas masculinos cuando compiten en el mismo deporte al mismo nivel de competencia(3) Montalvo AM. et al., han llegado a demostrar que las atletas femeninas tienen un riesgo de 1.5 veces mayor de sufrir una lesión de LCA en comparación con los atletas masculinos.(4) En todos los niveles de juego en baloncesto y fútbol (2) o incluso el balonmano (3). Al igual que Luetkemeyer et al., que afirman que las atletas femeninas tienen entre dos y cinco veces más probabilidades de sufrir una rotura de LCA que sus contrapartes masculinas.(5)

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla son incapacitantes inmediatos, requieren una cantidad significativa de tiempo para rehabilitarse y a menudo se asocian con otras lesiones articulares concomitantes. Se ha asociado a ellas el aumento del riesgo de osteoartritis postraumática de inicio temprano, independientemente del tratamiento administrado. El tratamiento de la lesión y la repercusión social, es costoso y no siempre es exitoso. En consecuencia, la identificación de factores asociados con un mayor riesgo de sufrir lesiones por LCA durante el deporte y la actividad física se ha convertido en un foco de investigación.(6) Estos deportes son sobre todo deportes dónde hay cambios de dirección o de ritmos y posibles impactos.

Los factores de riesgo para la lesión del LCA se han clasificado como intrínsecos o extrínsecos. Las variables intrínsecas incluyen aquellas inherentes al individuo. Según Pfeifer et al., se subdividen además como modificables y no modificables. Los factores de riesgo modificables son aquellos que pueden ser alterados en el individuo (por ejemplo, fuerza muscular o flexibilidad). Los factores de riesgo no modificables incluyen aquellos que son intrínsecos y no pueden ser controlados por el individuo (por ejemplo, estructura anatómica, la genética). Los factores de riesgo extrínsecos son aquellos que no son inherentes al individuo (son externos al atleta y pueden incluir el nivel y el tipo de actividad, el tipo de superficie de juego y las condiciones ambientales). (1)

2.1. Ligamento cruzado anterior

2.1.1. Lesión de LCA. Definición y tipos.

Por lesión del ligamento cruzado anterior Yaguas et al. lo define como la rotura parcial o completa del LCA (7) que incapacita a este ligamento a ejercer correctamente su función. Las lesiones del ligamento cruzado anterior, se puede producir por contacto o sin contacto.

Según Renstrom p. et al y Yasuharu Nagano et al., las lesiones sin contacto son las más estudiadas ya que casi el 80% de las lesiones de LCA son de naturaleza sin contacto (3) (8), indirectas e involucran biomecánica no controlada.(9)El mecanismo de lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto se puede producir tras la caída de un salto, por hiperextensión, por una flexión forzada de la rodilla y por giros repentinos.(7)

2.1.1. Morfología, función y biomecánica.

El ligamento cruzado anterior según Kapandji JA. Et al., es uno de los cuatro ligamentos principales de la rodilla (*Figura 1 y 2*), el cual cumple en particular con la función de estabilizar la articulación, evitando que la tibia se deslice hacia delante con relación al fémur.(7)

El ligamento intraarticular cruzado anterior o anteroexterno tiene dos inserciones: la inserción tibial se localiza en la superficie preespinal, a lo largo de la glenoide interna, entre la inserción del cuerno anterior del menisco interno por delante, y la del menisco externo por detrás. Su trayecto es oblicuo hacia arriba, hacia atrás y hacia fuera. Por otro lado, su inserción femoral se efectúa en la cara axial del cóndilo externo. Se denomina anteroexterno debido a que es el más anterior en la tibia y el más externo en el fémur. (7)

El LCA presenta una estructura multifibrilar con diferentes fascículos que mantienen tensiones distintas según el grado de flexo-extensión de la articulación de la rodilla .(7) Los ligamentos son bandas de tejido conectivo fibroso que unen superficies articulares óseas, son flexibles y resistentes. Según Bencke J., el examen histológico muestra una cantidad considerable de tejido conjuntivo denso regular compuesto principalmente por fibroblastos y colágeno I, V, VI, XVI con poca matriz extracelular. (10)

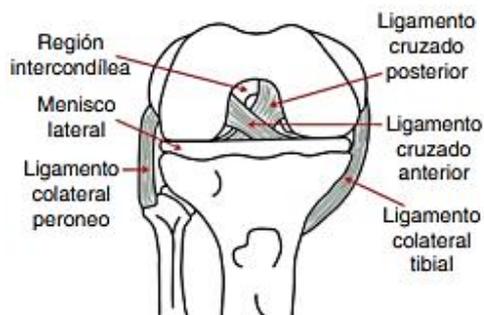


Figura 1. Anatomía del ligamento cruzado anterior.

De acuerdo con la disposición anatómica de sus fibras, los ligamentos de la rodilla estabilizan la articulación mediolateralmente (resistiendo las fuerzas de valgo y varo) y anteroposteriormente (resistiendo a la hiperextensión). Existen tres haces en el LCA, esto son: el haz anteromedial (AM), el haz posterolateral (PL) y el haz intermedio.(11) Los fascículos anteriores de todos los ligamentos contienen más colágeno por unidad de volumen que los fascículos posteriores y, además, en los ligamentos cruzados, la porción central contiene más colágeno que la distal o proximal y su densidad es menor en el LCA que en el resto de los ligamentos.(7)

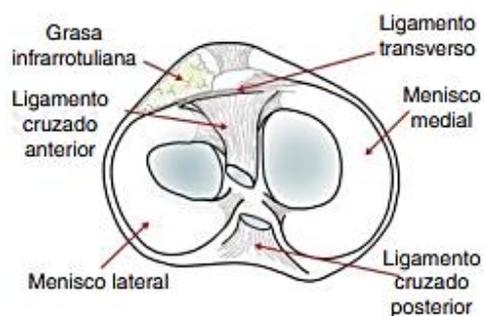


Figura 2. Ligamento cruzado anterior y posterior.

Las mediciones anatómicas del LCA, en rodillas normales, analizadas con RNM confirman los resultados obtenidos en cadáveres por, M. Odensten y J Gillquist; vieron que el LCA no es un ligamento uniforme en su diámetro. La longitud del LCA presenta valores entre 22 y 41mm y el ancho de 7 a 12 mm. (12) A su vez Forriol F. et al, explican que el ángulo de flexión de la rodilla no afecta sobre el área de sección de los ligamentos pero altera su forma. La deformación del LCA varía a lo largo de su longitud o de su sección.(11)

Se identificaron por ML Zimny et al., dos tipos distintos de mecanorreceptores en el LCA: terminaciones de Ruffini y corpúsculos de Pacini.(13) Schutte MJ. et al., definieron que los elementos nerviosos constituyen un 1% del ligamento (14) .Además Halata Z. et al., explicaron que aparte de las dos terminaciones anteriores, también existen terminaciones libres para ofrecer una información exacta de la posición relativa de los

huesos en relación a la articulación y a la interacción entre la articulación y los músculos .(15) Los axones, receptores especializados y las terminaciones nerviosas libres constituyen, aproximadamente el 3% del área del tejido sinovial y subsinovial que rodea al LCA. Este porcentaje aumenta en pacientes afectados de gonaartrosis lo que establece una relación desconocida entre las terminaciones nerviosas y la función mecánica del ligamento. (11)

Como dice Forriol F. et al, el LCA es el responsable durante el movimiento de flexo-extensión de la articulación de la rodilla, actúa como una estructura que limita la hiperextensión de la rodilla y previene el deslizamiento hacia atrás del fémur sobre el platillo tibial. Además, evita la rotación axial excesiva de la tibia sobre el fémur y mantiene la estabilidad en valgo-varo(11). Sin embargo,

hay que recordar que este movimiento está influido por muchos factores como son la morfología de las superficies óseas de la articulación, las fuerzas musculares que ayudan al movimiento y por la rotación tibial. Según Panesso et al., debemos tener en cuenta los músculos que actúan sobre la articulación, ya que tienen el potencial de generar fuerzas tensiles sobre el LCA, o, por el contrario, minimizar la carga mecánica sobre el mismo.(16) (Tabla 1).

MÚSCULO	FUNCIÓN	ACCIÓN
Cuadriceps	Genera una fuerza cizallante anterior de la tibia sobre el fémur durante la extensión completa y una gran tensión sobre el LCA entre 20°-60° de flexión de rodilla.	Acción antagónica al LCA
Gastrocnemios	Produce un empuje anterior de la tibia durante la contracción activa del músculo o durante el estiramiento pasivo por la relación del tendón con el aspecto posterior de la tibia.	Acción antagónica al LCA
Isquiotibiales	Durante la flexión, generan una fuerza cizallante posterior de la tibia sobre el fémur. A mayor flexión, mayor es la fuerza generada. Disminuye las fuerzas sobre el LCA entre 15°-60° de flexión de rodilla.	Acción sinergista al LCA
Soleo	Durante una cadena cinética cerrada con el pie apoyado en el suelo, puede provocar una traslación posterior de la tibia.	Acción sinergista al LCA

Tabla 1. Relación acción muscular con la función del LCA (Panesso, 2009).

2.2. Factores de riesgo de lesión de ligamento cruzado anterior en mujeres.

Según Renstrom P. et al, las lesiones no son eventos aleatorios, comprender las causas subyacentes, o los factores de riesgo, de una de las lesiones de rodilla más graves relacionadas con el deporte, es importante para el desarrollo de estrategias de intervención y para identificar a las personas con mayor riesgo de lesión.(3)

En este trabajo se intenta exponer cuales son esos los factores de riesgo que van inherentes a el sexo femenino.

2.2.1. Factores intrínsecos

2.2.1.1. Factores modificables

2.2.1.1.1 Factores neuromusculares y biomecánicos.

Para Pfeifer CE et al, la mayoría de los factores de riesgo neuromuscular y biomecánicos se presentan como modificables.(1)

Existen dos desequilibrios neuromusculares que afectan en mayor proporción a las mujeres, estos son:

- Aumento de la laxitud ligamentaria. Existen claras diferencias de laxitud entre hombres y mujeres, y las mujeres a menudo muestran mayor recurvatum genuino, laxitud anterior de la rodilla y laxitud articular general. Shultz et al, informan que las mujeres tienen un 25% a 30% más de laxitud del plano frontal y del plano transversal y menos rigidez torsional que los hombres.(17) Cuando la deportista aterriza de un salto se visualiza un aumento en el movimiento medial de la rodilla, el cual resulta en un excesivo ángulo valgo (valgo dinámico). (7)(6)
- Dominancia del cuádriceps. Existe un desequilibrio entre los patrones de activación del cuádriceps y los isquiotibiales. En este caso, las mujeres generalmente, activan preferentemente el cuádriceps que los isquiotibiales para realizar los movimientos deportivos, ésta preferencia genera mayor fuerza sobre la articulación provocando mayores momentos de flexión y valgo en las rodillas, incrementando el estrés del LCA.(7) (3) (18) Smith HC et al, habla de que la comparación con los atletas masculinos, las atletas femeninas muestran diferentes patrones de movimiento y activación muscular. (6)

Estos dos puntos anteriores propician que exista un desequilibrio entre la fuerza muscular, la flexibilidad y la coordinación de las extremidades inferiores en las mujeres. Generalmente, se exhibe mayor fuerza y coordinación en el miembro dominante. Según Hewett et al. el miembro dominante demuestra mayor ángulo valgo que el no dominante, éste desequilibrio es un indicativo que puede predisponer a la lesión de LCA.(19)

Según otros autores, la posición de la cadera, la rigidez, mecánica del tronco, núcleo y parte superior del cuerpo influyen en los factores biomecánicos de las extremidades inferiores, pero no son factores exclusivos el género femenino. (17) A su vez, Bencke J. et al. corroboran lo antes descrito, hablan sobre que una combinación de todos estos momentos articulares potencialmente estresantes del LCA aumenta el riesgo de sufrir una lesión de LCA sin contacto.(18)

2.2.1.1.2. Índice de masa corporal

Smith et. al, mencionaron en su trabajo que existe un estudio que relaciona el índice de masa corporal superior al promedio como factor de riesgo de lesión del LCA para las mujeres en la población de cadetes de la Academia Militar de los Estados Unidos, ya que este hallazgo no se observó entre los cadetes varones.(20) Sin embargo, no se ha encontrado en la literatura más diferencias significativas entre sexos en cuanto a este factor de riesgo.

2.2.1.2 Factores no modificables.

2.2.1.2.1. Factores de riesgo anatómico

Existen diferencias en cuanto al propio LCA entre hombres y mujeres. Según el trabajo de algunos autores, el LCA femenino es más pequeño en longitud, área de sección transversal y volumen que el LCA masculino, incluso después de ajustar la antropometría corporal. El LCA femenino es menos rígido (módulo de elasticidad más bajo) y falla a un nivel de carga más bajo (menor fuerza de falla), incluso después de ajustar por edad, antropometría corporal y tamaño del LCA. Incluso el análisis ultraestructural de la LCA muestra que el porcentaje de área ocupada por fibra de colágeno (área de fibras de colágeno / área total de la micrografía) es menor en las mujeres cuando se ajusta por edad y antropometría corporal. (17)

Según Smith et al, geometría de la articulación tibiofemoral tiene un papel importante en el control de la transmisión de las grandes fuerzas de compresión y cizalladura intersegmentarias a través de la rodilla, específicamente la ubicación y orientación de las fuerzas de contacto sobre los aspectos medial y lateral de la meseta tibial, y la tensión ejercida sobre el LCA durante la actividad de carga de peso. En cuanto al fémur, un NWI¹ disminuido, una muesca estenótica o más angosta, aumento de grosor de la cresta de la muesca anterior, disminución de la apertura de muesca, ancho de la muesca disminuido o una muesca “en forma de A” son factores de riesgo significativos. Se ha demostrado que la muesca intercondilar es más pequeña en las mujeres en comparación con los hombres y está relacionada con el volumen del LCA, a su vez, se ha demostrado que existen más mujeres que tienen una mayor proporción de muescas en forma de A que hombres. En cuanto a la geometría tibial se ha demostrado que un aumento de las pendientes de la meseta tibial posterior lateral y medial y una disminución de la profundidad de la meseta tibial son factores de riesgo significativos de lesión de LCA.(20) (5) Pero no llegarían a ser de relevancia para este trabajo ya que no

¹ Índice de ancho de muesca

se ha encontrado literatura donde se puedan demostrar que sean factores exclusivos el género femenino.

Maduración del individuo

Shultz et al, ha demostrado que la maduración factor no modificable influye en factores biomecánicos y neuromusculares, por lo tanto, debemos de recordar que las mujeres lo harán antes que los hombres, y por lo tanto adquirirán antes este factor de riesgo. (17)

2.2.1.2.2. Factores hormonales

Hasta la fecha, no se ha identificado ningún mecanismo específico por el cual las hormonas influyan en la biología y la fisiología del LCA, pero existe evidencia suficiente para sugerir que las hormonas son factores importantes en la biología y fisiología normales del colágeno, los músculos y los huesos.

En el trabajo de Shultz et. Al., hablan sobre los trabajos de Dragoo J.L. y Lovering R.M. en los cuales se ha demostrado que existen receptores de hormonas sexuales (p. Ej., Estrógenos, testosterona, relaxina) en el LCA humano y en el músculo esquelético(17). Esto ha introducido la hipótesis de que las hormonas sexuales femeninas tienen un efecto sobre el metabolismo (síntesis y escisión de los componentes de la matriz), composición y propiedades biomecánicas del LCA. Debemos recordar que las propiedades mecánicas y moleculares del LCA probablemente estén influenciadas no solo por el estrógeno sino también por la interacción de varias hormonas sexuales, mensajeros secundarios, proteínas de remodelación y tensiones mecánicas.(17)

Cruz.C. en su trabajo refiere que existen estudios en los que investigadores reportaron un mayor número de lesiones de LCA durante la fase folicular u ovulatoria del ciclo menstrual, y concluyeron que las fluctuaciones hormonales deben ser consideradas como un posible factor que incrementa la incidencia de lesiones de LCA en las mujeres.(7) . A su vez, en su trabajo Smith HC et al, reafirman que los artículos de revisión y las declaraciones de consenso continúan informando un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA durante la fase preovulatoria del ciclo menstrual.(6)

Para Pfeifer durante la fase preovulatoria, los niveles hormonales cambian dramáticamente, "cayendo a sus nadires" (1) con el inicio de la menstruación y aumentando rápidamente cerca de la ovulación. De acuerdo con las variaciones individuales en los perfiles hormonales, para algunos autores, existen variaciones sustanciales en la magnitud del cambio en la laxitud (es decir, laxitud anterior de la rodilla, genu recurvatum, laxitud articular general) que las mujeres experimentan a lo largo del ciclo menstrual. (17)

Según Smith HC et al., las concentraciones de hormonas sexuales femeninas cambian a lo largo del ciclo menstrual y el patrón de cambio puede no ser consistente de ciclo a ciclo. Por lo tanto, este factor de riesgo es dependiente del tiempo. (6)

Se ha documentado en el trabajo de Shultz et. Al., que los ACO pueden mejorar el rendimiento de la mujer en el deporte. En general, los beneficios anticonceptivos de los ACO parecen superar las desventajas potenciales, especialmente con las píldoras de dosis bajas actualmente disponibles. Las reducciones en los síntomas premenstruales, la menor pérdida de sangre menstrual, la capacidad de manipular el momento del ciclo, el riesgo reducido de lesiones musculoesqueléticas y los aumentos en la densidad ósea en las personas con trastornos menstruales son beneficios potenciales de los ACO. (17) Todo esto podría incluso plantear cambiar en un posible cercano futuro este factor de riesgo no modificable a un grupo modificable.

2.2.1.2.3. Factores de riesgo genético

Posthumus M, et al., han demostrado que existen diversos genes relacionados con las cadenas de proteínas (gen COL1A1, gen COL5A1 y gen COL12A1) que forman las fibras de colágeno que se encuentran subrepresentados o sobre expresados en pacientes con lesiones de LCA. También existe una asociación entre la región cromosómica 11q22 y el riesgo de desgarramiento del LCA. (21) Sin embargo en las mujeres únicamente se ha demostrado como posible factor de riesgo los siguientes:

- El gen COL5A1 codifica una cadena de proteína en colágeno tipo V. La representación excesiva de variantes de secuencia COL5A1 se ha identificado en mujeres lesionadas de LCA. (21).
- El gen COL12A1 codifica las cadenas de proteínas de colágeno tipo XII, que se cree que regula el diámetro de la fibrilla en los ligamentos. Se ha demostrado que el polimorfismo AluCOL12A1 está sobre expresado en mujeres con lesión del LCA. (21).

2.2.2. Factores extrínsecos

La mayoría de los factores extrínsecos identificados están relacionados con:

- ✓ Condiciones climáticas.
- ✓ Condición de superficie de juego deportivo.
- ✓ Equipación del juego deportivo (sobre todo el calzado).
- ✓ Factores específicos del deporte a practicar.

Los factores de riesgo extrínsecos incluyen el clima, el tipo y la condición de la superficie de juego y el calzado. Las condiciones climáticas se han relacionado con un mayor riesgo de lesión del LCA. Por ejemplo, en el trabajo de Shultz et al., se describe que el clima húmedo y lluvioso puede reducir la fricción entre el zapato del atleta y la superficie de juego. Estos factores influyen en la interacción de la superficie del zapato, que probablemente sea un factor de riesgo relevante. Por lo tanto, los factores de riesgo extrínsecos asociados con las lesiones sugieren que puede haber cierta interacción entre el calzado y la superficie de juego para actividades que tienen lugar en interiores y que los mismos factores extrínsecos en combinación con el clima interactúan para actividades al aire libre. (17)

Renstrom P et al., hablan sobre el desconocimiento del efecto de factores específicos del deporte (p. Ej., Reglas, árbitros, entrenamiento), condiciones meteorológicas (p. Ej., Tracción en la interfaz de la superficie del zapato), superficies de juego y equipo de protección sobre el riesgo de sufrir una lesión de LCA. Estos posibles factores de riesgo merecen una mayor investigación. (3)

Ambos sexos pueden verse afectados por los factores externos anteriormente citados. Sin embargo, los factores externos relacionados exclusivamente con las mujeres no han sido encontrados.

Pfeifer et al., ha documentado un trabajo que relaciona las condiciones climáticas relacionadas con un aumento en las probabilidades de lesiones sobre todo para las mujeres durante el esquí recreativo (condiciones de hielo y nevadas) en comparación con los varones. (1)

Podemos afirmar que uno de los pocos factores externos específico del sexo femenino es el aumento de la participación de la mujer en el mundo del deporte, y en el mundo de la alta competición y deportes de riesgo de la mujer; incrementado de forma extraordinaria en los últimos años.

2.3. Importancia económica y social de las lesiones de LCA.

El costo de la lesión del LCA se presenta en forma de tiempo perdido de participación, así como el costo monetario de la cirugía reconstructiva. Pfeifer et al., documentaron que el costo de una cirugía reconstructiva de LCA promedia en EEUU. es de aproximadamente 12,740 \$, con costos sociales de por vida (por ejemplo, discapacidad, disminución de la productividad, baja laboral...) reflejando en documentos revisados que en EEUU ascienden a más de 38,000 \$. (22) A su vez, Darin A. Padua et al. También definieron los costos asociados con las lesiones de LCA en EE.UU., que varían entre

5000\$ a 17000\$ por paciente; además, de costes sociales estimados a largo plazo pueden ser tan altos como 38000\$ por paciente.(9) Debido a los altos costos individuales y sociales asociados con la lesión del LCA, y el impacto catastrófico en la calidad de vida de un individuo, la prevención de esta afección debe seguir siendo una preocupación principal. (1)

La prevención comienza con la comprensión de los factores de riesgo asociados con la lesión del LCA. Según Padua et al., programas de entrenamiento preventivo multicomponente de al menos tres de las siguientes categorías: fuerza, pliometría, agilidad, flexibilidad y equilibrio; realizándose de dos a tres veces por semana durante aproximadamente 15-20 minutos.(9) Estos programas han mostrado cierto éxito definiendo en su trabajo que, el 75% de las atletas que utilizan de forma correcta estos programas reducen sustancialmente las tasas de lesiones de LCA. (9) Para Renstrom P. et al., los programas exitosos comparten una serie de elementos comunes. La mayoría incluye uno o más de los siguientes: estiramientos tradicionales, fortalecimiento, conciencia de posiciones de alto riesgo, modificación de técnicas, acondicionamiento aeróbico, agilidad deportiva específica, entrenamiento propioceptivo y equilibrio y ejercicios pliométricos.(3) Sin embargo, para Shultz et al y Bencke J, , el programa ideal de prevención de lesiones de LCA aún no se ha identificado ya que se ha visto que los efectos protectores de estos programas parecen ser transitorios, programa ideal seguramente no se realizará hasta que comprendamos mejor este complejo problema multifactorial.(17) (18)

Otros autores, consideran que el mejor momento para identificar y contrarrestar el riesgo es durante los años de la adolescencia, pero aún sabemos muy poco sobre cuándo surgen exactamente los factores de riesgo relevantes, cuándo se debe iniciar la intervención y cómo podemos mejorar la participación, el cumplimiento y la eficacia de Programas de prevención de lesiones de LCA en esta población objetivo crítica. (17).

Según Renstrom P. et al., estudios a largo plazo han demostrado que aproximadamente el 50% de los pacientes tendrán osteoartritis radiográfica 15 años después de una lesión de LCA, independientemente del tratamiento. Hay datos disponibles que indican que es posible reducir notablemente el riesgo de osteoartritis. No hay evidencia de que el método para esta reducción pueda ser quirúrgico, excepto el hecho de que la estabilización puede reducir el riesgo de un desgarramiento del menisco secundario. No está claro si esto es compatible con el regreso a actividades deportivas altamente exigentes.(3)

Shultz et al. Afirman que ya existe un modelo de prevención de lesiones para la ACL de Translating Research into Injury Prevention Practice (TRIPP). Pero se debe crear conciencia colectiva e intentar desarrollar asociaciones y enfoques de sistemas con organizaciones para comprender mejor las barreras a la implementación y mejorar el cumplimiento y la efectividad del programa (mediante organismos rectores deportivos, entrenadores y organizaciones escolares; organizaciones profesionales (17) y el sistema nacional de Salud pública).

Es importante una mejor comprensión de lo cognitivo, conductual, y factores socioeconómicos que influyen en la implementación exitosa de los programas de concientización y prevención de lesiones de LCA en los participantes deportivos jóvenes. Para ello Yasuharu Nagano et. Al., demostró que la fuente de información más frecuente sobre las lesiones de LCA es la televisión, pero no contribuyó a la comprensión de los factores de riesgo. Una conferencia del entrenador, la sesión de salud en el aula y los periódicos contribuyeron a la comprensión de los factores de riesgo. Se recomienda proporcionar información mejorada a través de la televisión o aumentar la oportunidad para que las personas asistan una conferencia de un entrenador, una sesión de clase sobre salud y accedan a los periódicos, para aumentar la conciencia y la buena comprensión de las lesiones de LCA en la población general.(8) Otro ejemplo es el caso de un estudio hecho por Ettliger et al., utilizó un enfoque relativamente simple para la prevención de lesiones de LCA en esquiadores de descenso, intentando modificar el comportamiento de alto riesgo a través de la educación y una mayor conciencia. Las dos temporadas antes de la temporada de intervención sirvieron como controles históricos, durante los cuales los empleados del área habían sufrido un promedio de 31 esguinces graves de LCA por temporada. Durante la temporada de intervención, los empleados sufrieron 16 esguinces graves de LCA (6 en el grupo no entrenado y 10 en el grupo entrenado), una reducción del 62% en comparación con el número normalizado esperado de lesiones de LCA en las personas entrenadas de 26.6 ($p < 0.005$). (23)

Es importante y debe considerarse el alto riesgo de lesiones secundarias después de la lesión inicial e, independientemente del sexo y de la elección del tratamiento, estos pacientes deben ser seguidos cuidadosamente. Renstrom et al., en su trabajo explican que tampoco existe evidencia en la literatura de que la rehabilitación deba ser diferente para hombres y mujeres después de la reconstrucción del LCA. (3)

Hipótesis y objetivos del trabajo

Describir los factores de riesgo en mujeres documentados para la lesión del LCA, y así explicar y entender el porqué es una lesión relativamente más frecuente en el sexo femenino. También se estudió acerca de la importancia económica y social de este tipo de lesiones.

Material y métodos

El criterio inicial para la inclusión es esta revisión bibliográfica fueron libros y documentos, Reportes del caso, Artículo clásico, Conferencia clínica, Estudio clínico, Ensayo clínico, Ensayo clínico, Fase I; Ensayo clínico, fase II; Ensayo clínico, fase III; Ensayo clínico, fase IV; Protocolo de ensayo clínico, Comentario, Estudio comparativo, Congreso, Conferencia de desarrollo de consenso, Conferencia de Desarrollo de Consenso, NIH; Ensayo clínico controlado, Artículo corregido y republicado, Conjunto de datos ,Estudio de evaluación, Artículo de revista, Metaanálisis, Artículo de periódico, Estudio observacional, Ensayo clínico pragmático, Ensayo controlado aleatorizado, revisión, revisiones sistemáticas y estudio de validación.

Los factores de riesgo de lesión de LCA, también se incluyeron estudios que identificaban factores secundarios o terciarios relacionados con la lesión del LCA, estudios diagnósticos y terapéuticos; es decir estudios que investigan los roles de las intervenciones preventivas y que investigan la reducción del riesgo potencial. Los criterios de inclusión adicionales incluyeron aquellos escritos en cualquier idioma, estudios en humanos, textos completos gratuitos, publicaciones publicadas desde el año 2010 hasta marzo de 2020 y con un nivel de evidencia entre I y IV.

Se excluyeron los estudios que no utilizaron una lesión de LCA, estudios que no presentaron hallazgos significativos de asociación de riesgo de factores potenciales en mujeres, estudios que no aportaban información del género femenino o de ambos géneros, estudios de reconstrucción de LCA, estudios de segunda lesión de LCA, estudios exclusivamente en hombres y población infantil.

Se resumieron los resultados para proporcionar una comprensión de la información obtenida de la literatura actual. Se realizaron varias búsquedas. Las búsquedas se realizaron en la base de datos electrónica de Pubmed. Se realizaron búsquedas utilizando los términos “Anterior Cruciate Ligament”, “Risk factors”, identificando 330 resultados en la búsqueda. La búsqueda bibliográfica se realizó utilizando estrategias de búsqueda (inclusión y exclusión) y palabras clave. Se afinó la búsqueda añadiendo “AND (INJURY)” y los resultados se redujeron a 311. De todos esos se seleccionaron 88, que cumplían los criterios de inclusión y exclusión.

La segunda búsqueda se utilizaron los términos “Anterior Cruciate Ligament”, “Differences between men and women”, y se encontraron 57 resultados. Se afinó la búsqueda añadiendo “NOT(Reconstruction)” y se encontraron 27 artículos para la posterior revisión. También se realizó una tercera búsqueda para poder definir bien los objetivos secundarios del trabajo. Se utilizaron los términos “Anterior Cruciate Ligament”, “Prevention” y se encontraron 321, se afinó la búsqueda añadiendo “women” y se redujeron los resultados en 36. Posteriormente se afinó la búsqueda una vez más añadiendo “Men” y los resultados se redujeron a 20. La decisión de añadir ambos sexos a los objetivos secundarios, es que la prevención de la rotura del LCA no es exclusiva del sexo femenino. Si que es verdad que existen diferencias en el acondicionamiento, pero no existe mucha investigación al respecto.

Es importante recalcar que se realizó a su vez una búsqueda manual de listas de referencias y nombres de autores para encontrar estudios elegibles adicionales.

Se incluyó bibliografía en cualquier idioma diseñada para identificar los factores asociados con un mayor riesgo de lesión del LCA, dejando al final 135 artículos. Después de las tres búsquedas fueron seleccionados 41 artículos centrados en factores de riesgo y en las diferencias de entre hombres y mujeres y el LCA; y 11 en la prevención de la lesión del LCA. Posteriormente se realizaron referencias cruzadas de estos artículos, así como las revisiones actuales y las declaraciones de consenso; quedando referenciados un total de 23 trabajos.

Se incluyeron cualquier tipo de artículo en la búsqueda bibliográfica. Sin embargo, debemos de recalcar que en la búsqueda de información para nuestro trabajo los estudios que nos aportan mayor fiabilidad de certeza, son los estudios de cohortes prospectivos y casos y controles. Los estudios de cohorte prospectivo y de casos y controles se incluyeron en el trabajo porque pueden evaluar las asociaciones entre los posibles factores de riesgo y el riesgo de sufrir una lesión del LCA. Es importante apreciar que cada diseño tiene fortalezas y debilidades únicas. Los estudios de casos y controles son un método eficiente para estudiar eventos relativamente raros, como las lesiones de LCA (en comparación con las lesiones musculoesqueléticas más comunes asociadas con los deportes, como los esguinces de tobillo) porque permiten a los investigadores acumular un gran tamaño de muestra en un periodo relativamente corto. Una debilidad del enfoque de casos y controles es que puede no permitir que se estudien los factores de riesgo potenciales si la lesión del LCA los modifica. Por el contrario, los diseños de cohorte prospectivos se pueden usar para obtener datos de factores de riesgo antes de que ocurra la lesión del LCA y, en consecuencia, los datos no son

modificados por la lesión de LCA; sin embargo, una debilidad de este enfoque es que las mediciones deben realizarse en cohortes extremadamente grandes para obtener un número suficiente de lesiones para permitir un análisis estadístico significativo y, por lo tanto, pueden no ser prácticas.

Sin embargo, debido a la poca literatura sobre el tema elegido, se ha decidido incluir todos los tipos de literatura anteriormente citados. No se realizó una evaluación del riesgo de sesgo para los estudios incluidos.

Resultados

Varios factores de riesgo están asociados con la lesión del LCA. Las mujeres corren un mayor riesgo de sufrir una lesión de LCA en comparación con los hombres cuando participan en los mismos deportes a niveles similares de exposición. Existen factores Intrínsecos modificables biomecánicos y neuromusculares como son aumento de la laxitud articular, dominancia muscular del cuádriceps, el IMC. Factores intrínsecos no modificables como son diferencias en cuanto a la anatomía del LCA y en la geometría de la rodilla, el adelanto fisiológico de la maduración sexual en la mujer, factores genéticos asociados con gen COL5A1 y COL12A1; y factores hormonales como son la fase preovulatoria u ovulatoria. Éste último factor de riesgo no modificable se está investigando ya que seguramente podría pasar a ser un riesgo potencialmente modificable debido al uso de ACOs.

Los factores extrínsecos identificados eran comunes en ambos sexos que son las condiciones climáticas, la condición de superficie de juego deportivo, la equipación de juego deportivo (sobre todo el calzado) y los factores específicos del deporte a practicar. Los únicos factores extrínsecos que se encontraron únicamente exclusivos del género femenino fueron relacionados con las condiciones meteorológicas y deportes específicos de alto riesgo como son el esquí recreativo en comparación con el sexo masculino y el aumento de la participación de la mujer en el mundo del deporte. Esto último quiere decir que, el hecho de que aumenten los clubes femeninos y las competiciones femeninas, y a medida que en la sociedad se instaura el autocuidado en la mujer y la facilidad de que la mujer practique cualquier tipo de deporte, hace que aumenten el número de lesiones en ella. Gracias a esta nueva realidad se están evidenciando que el cuerpo del sexo femenino es diferente al del sexo masculino y esto propicia un nuevo campo a la investigación.

Sin embargo, las investigaciones revisadas utilizaron una variedad de técnicas de medición muy heterogénea, se centraron en diferentes grupos de riesgo, evaluaron

diferentes deportes y utilizaron diferentes diseños de estudio; todo esto hace que no sea posible realizar un consenso formal de todas ellas.

Para finalizar se ha demostrado que la lesión de LCA puede acarrear consigo no solo problemas sociales como absentismo laboral o minusvalías, también acarrear un costo sanitario en tratamiento y seguimiento. Es importante invertir en prevención de esta patología sobre todo en la población de riesgo en los que, como es el caso de las mujeres, muchos de ellos están inherentes con la persona por el simple hecho de ser mujer.

Según estos estudios, sabemos que puede haber una reducción cuantificable en el riesgo de LCA para los atletas, particularmente las mujeres, que completan un programa de prevención de lesiones bien diseñado. La implementación exitosa de estos programas requiere la colaboración de los órganos de gobierno, científicos del deporte, médicos, entrenadores, padres y atletas. Según Renstrom et al., todos pueden participar en la lucha para prevenir la lesión del LCA, especialmente en atletas jóvenes. Se requiere un apoyo mayor y sustancial de la comunidad de medicina deportiva, así como del mundo deportivo, para asegurar el éxito en esta batalla para que las lesiones de LCA se erradiquen, o al menos se reduzcan sustancialmente.(3)

Discusión

Los estudios futuros en esta área deben emplear un seguimiento mas largo de una muestra mas grande para generar un numero suficiente de lesiones de LCA y así poder tener un análisis estadístico significativo. Los factores de riesgo de este tipo de lesión y sus interacciones se deben de recolectar a partir de datos prospectivos. En los estudios observados las mediciones se expresaban con diferentes índices y con diferentes análisis estadísticos; en consecuencia, los hallazgos de estos estudios son difíciles de comparar y por lo tanto es difícil llegar a un consenso.

En cuanto a los factores anatómicos, no se encontró que ningún estudio que haya examinado el efecto de la geometría de la superficie del cartílago articular en el riesgo de lesión del LCA. Esto puede ser importante a considerar ya que el estrés de contacto se transmite entre las superficies de cartílago de la articulación tibiofemoral, que tienen un perfil diferente al de la geometría ósea subyacente.

En cuanto a los factores hormonales son necesarios más estudios que usen diseños de investigación relevantes para la mujer sana y físicamente activa, las mujeres que usan anticonceptivos orales y aquellas con ciclos menstruales irregulares (amenorreica, oligomenorreica) también deben ser examinadas ; para examinar los efectos

hormonales sobre las propiedades estructurales, metabólicas y mecánicas del LCA. Estas diferencias en las categorizaciones de la fase del ciclo y las técnicas de medición hacen que las comparaciones entre los estudios sean muy difíciles. Por eso sería interesante más investigación para desarrollar una medida validada que pueda usarse para caracterizar la fase del ciclo en el momento del trauma.

Poco se sabe sobre el efecto de la edad, el atletismo, el nivel de habilidad, las características psicológicas y la lesión previa de rodilla como factores de riesgo para la lesión de LCA. Según Renstrom P et al., casi todo lo que se sabe sobre la tasa de incidencia de lesiones de LCA en deportes específicos proviene de estudios realizados en atletas universitarios. Hay muy pocos datos sobre la incidencia de las interrupciones del LCA en sujetos que son más jóvenes o mayores que este grupo de edad limitado y, en consecuencia, el efecto de la edad sobre la probabilidad de sufrir una rotura del LCA no se conoce bien.(3)

La evidencia con respecto al perfil completo de factores de riesgo externos e internos de un atleta para la lesión del LCA no está clara porque la mayoría de las investigaciones han estudiado variables aisladas. Solo la investigación de Uhorchack(24) utilizó un enfoque multivariado para establecer una selección de factores de riesgo que están asociados con el riesgo de un atleta de sufrir una rotura de LCA.

Por lo tanto, para definir aún más la epidemiología (causa y efecto) de la lesión del LCA, incluidos los factores de riesgo individuales, y evaluar las interacciones entre los factores de riesgo, es necesario establecer registros de lesiones de LCA basados en la población, fortalecer y expandir los sistemas de vigilancia de lesiones en curso para permitir el monitoreo de tendencias a largo plazo en la incidencia de LCA, incluidas las diferencias de sexo. Para así poder definir mejor los factores de riesgo de lesiones de LCA en diferentes poblaciones: edad, maduración, sexo, deporte y nivel de experiencia.

Conclusiones

- Las mujeres tienen factores intrínsecos y extrínsecos que, en su conjunto, actuando como un factor de riesgo multivariable, hace que la mujer sea relativamente más propensa a la lesión del LCA.
- La mayoría de los factores de riesgo intrínsecos caen en la categoría no modificable.
 - En relación con la anatomía: el LCA femenino es más pequeño en longitud, área de sección transversal y volumen, es menos rígido, tiene una falla a un nivel de carga más bajo, existe una disminución del porcentaje de área ocupada por fibra de colágeno, la muesca

intercondilar es más pequeña o estenótica, tienen un NWI disminuido y mayor proporción muescas “en forma de A”.

- En relación con factores hormonales, se ha visto una asociación con la fase preovulatoria u ovulatoria del ciclo menstrual.
- En relación con el riesgo genético, alteraciones en el gen COL5A1 y el gen COL12A1 con el polimorfismo AluCOL12A1.
- Los factores de riesgo intrínsecos en la mujer modificables serían el aumento de la laxitud ligamentosa, la dominancia del cuádriceps y el índice de masa corporal.
- Los únicos factores extrínsecos que se encontraron únicamente exclusivos del género femenino fueron relacionados con deportes específicos de alto riesgo como son el esquí recreativo en comparación con el sexo masculino y el aumento de la participación de la mujer en el mundo del deporte.
- A través de una comprensión integral de todos los posibles factores de riesgo, intrínsecos (modificables y no modificables) y extrínsecos en la mujer, podemos comenzar a identificar el riesgo de futuras lesiones y nuevas lesiones y proporcionar un nivel adecuado de asesoramiento y programas de prevención.

Anexo

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

LCA: Ligamento cruzado anterior

AM: anteromedial

PL: posterolateral

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Anatomía del ligamento cruzado anterior.

Figura 2. Ligamento cruzado anterior y posterior.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación acción muscular con la función del LCA (Parnesso, 2009).

Bibliografía

1. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther.* agosto de 2018;13(4):575-87.
2. Lin CY, Casey E, Herman DC, Katz N, Tenforde AS. Sex Differences in Common Sports Injuries. *PM&R.* octubre de 2018;10(10):1073-82.
3. 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.
4. Montalvo AM, Schneider DK, Yut L, Webster KE, Beynnon B, Kocher MS, et al. "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med.* agosto de 2019;53(16):1003-12.
5. Luetkemeyer CM, Marchi BC, Ashton-Miller JA, Arruda EM. Femoral enthesal shape and attachment angle as potential risk factors for anterior cruciate ligament injury. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* diciembre de 2018;88:313-21.
6. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, et al. Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Sports Health.* enero de 2012;4(1):69-78.
7. Cruz CP. LA LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN EL FÚTBOL FEMENINO. :125.
8. Nagano Y, Yako-Suketomo H, Natsui H. Anterior cruciate ligament injury: Identifying information sources and risk factor awareness among the general population. Burns JS, editor. *PLoS ONE.* 5 de enero de 2018;13(1):e0190397.
9. Padua DA, DiStefano LJ, Hewett TE, Garrett WE, Marshall SW, Golden GM, et al. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Prevention of Anterior Cruciate Ligament Injury. *Journal of Athletic Training.* enero de 2018;53(1):5-19.
10. Valderrama-Treviño AI, Granados-Romero JJ, Rodríguez CA, Barrera-Mera B, Contreras-Flores EH, Uriarte-Ruíz K, et al. Lesión del ligamento cruzado anterior. 2017;13(4):9.
11. Forriol. F. , Maestro A. , Vaquero Martín J. El ligamento cruzado anterior :morfología y función. *Trauma Fundación Mapfre.* 2008;19, Supl 1.
12. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* febrero de 1985;67(2):257-62.
13. Zimny ML. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.* mayo de 1988;182(1):16-32.
14. Schutte M, Dabezies E, Zimny M, Happel L. Neural anatomy of the human anterior cruciate ligament. *The Journal of Bone & Joint Surgery.* febrero de 1987;69(2):243-7.

15. Halata Z, Rettig T, Schulze W. The ultrastructure of sensory nerve endings in the human knee joint capsule. *Anat Embryol.* 1985;172(3):265-75.
16. Panesso, M.C., Constanza, M. y Tolosa, I. "Biomecánica de la rodilla". Facultad de Rehabilitación y Desarrollo Humano.; 2009.
17. Shultz SJ, Schmitz RJ, Nguyen A-D, Chaudhari AM, Padua DA, McLean SG, et al. ACL Research Retreat V: An Update on ACL Injury Risk and Prevention, March 25–27, 2010, Greensboro, NC. *J Athl Train.* 2010;45(5):499-508.
18. Bencke J, Aagaard P, Zebis MK. Muscle Activation During ACL Injury Risk Movements in Young Female Athletes: A Narrative Review. *Front Physiol.* 15 de mayo de 2018;9:445.
19. Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. El efecto del entrenamiento neuromuscular sobre la incidencia de lesión de rodilla en atletas femeninas. *Am J Sports Med.* 1 de noviembre de 1999;27(6):699-706.
20. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, et al. Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Review of the Literature — Part 1: Neuromuscular and Anatomic Risk. *Sports Health.* enero de 2012;4(1):69-78.
21. Posthumus M, September AV, O’Cuinneagain D, Merwe W van der, Schwellnus MP, Collins M. The association between the COL12A1 gene and anterior cruciate ligament ruptures. *British Journal of Sports Medicine.* 1 de diciembre de 2010;44(16):1160-5.
22. Pfeifer CE, Beattie PF, Sacko RS, Hand A. RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NON-CONTACT ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY: A SYSTEMATIC REVIEW. *Int J Sports Phys Ther.* agosto de 2018;13(4):575-87.
23. A Method to Help Reduce the Risk of Serious Knee Sprains Incurred in Alpine Skiing - Carl F. Ettlenger, Robert J. Johnson, Jasper E. Shealy, 1995 [Internet]. [citado 30 de abril de 2020]. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/036354659502300503>
24. Risk Factors Associated with Noncontact Injury of the Anterior Cruciate Ligament - John M. Uhorchak, Charles R. Scoville, Glenn N. Williams, Robert A. Arciero, Patrick St. Pierre, Dean C. Taylor, 2003 [Internet]. [citado 30 de abril de 2020]. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/03635465030310061801?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%200pubmed

Esta revisión bibliográfica describe los factores de riesgo documentados en mujeres para la lesión del LCA, y así explicar y entender el porqué es una lesión relativamente más frecuente en mujeres; junto con la repercusión económica y social de la lesión independientemente del sexo.



NO MODIFICABLES

- En relación con la **anatomía**:
 - LCA femenino es más pequeño en longitud, área de sección transversal y volumen.
 - Menos rígido.
 - Falla a un nivel de carga más bajo.
 - Menor porcentaje de área ocupada por fibra de colágeno.
 - Muesca intercondilar es más pequeña o estenótica.
 - NWI disminuido .
 - Mayor proporción muescas “en forma de A”.
- En relación con **factores hormonales**: Asociación con la fase preovulatoria u ovulatoria del ciclo menstrual.
- En relación con la **genética**:
 - Alteraciones en los genes COL5A1, COL12A1 .



Existen factores de riesgo exclusivos de la mujer que hacen que esta solamente por su naturaleza genética sea más propensa a la rotura de LCA.

MODIFICABLES

- **Aumento de la laxitud ligamentosa.**
- **Dominancia del cuádriceps.**
- **IMC**

REPERCUSIÓN SOCIO-ECONÓMICA

Se ha demostrado que la rotura de LCA independientemente del sexo acarrea consigo unos costes elevados para la sanidad y la sociedad en general. En este trabajo se ha reafirmado que, a través de una comprensión integral de todos los posibles factores de riesgo en la mujer, podemos comenzar a identificar el riesgo de futuras y nuevas lesiones, y así, poder aplicar unos adecuados **programas de prevención**.

- Relacionados con el clima en deportes de alto riesgo como son el **esquí recreativo** en comparación con el sexo masculino.
- **El aumento de la participación de la mujer en el mundo del deporte.**

METODOLOGÍA

- ✓ Bases de datos online disponibles (Pubmed) y búsquedas manuales de listas de referencias y nombres de autores.
- ✓ Se incluyeron en la búsqueda libros y documentos, ensayos clínicos, metaanálisis, artículo de periódico, artículo clásico, conferencia clínica, estudio clínico, estudio comparativo, congreso, artículo corregido y republicado, estudio observacional, revisiones y revisiones sistemáticas; donde incluyan el texto completo.
- ✓ Toda la literatura fechada desde el año 2010 hasta marzo de 2020.