



ORIGINAL

Frequency of anterior cruciate ligament injuries and their risk factors in young athletes attended at the Orthopedics and Traumatology Center of the city of Rosario (Argentina) in the year 2023

Frecuencia de lesiones del ligamento cruzado anterior y sus factores de riesgo en deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de la ciudad de Rosario (Argentina) en el año 2023

Pablo Antuña¹, Elisabeth Andrea Vaieretti¹, Sebastian Albano¹

¹Universidad Abierta Interamericana, Sede Rosario. Santa Fe, Argentina.

Citar como: Antuña P, Vaieretti EA, Albano S. Frequency of anterior cruciate ligament injuries and their risk factors in young athletes attended at the Orthopedics and Traumatology Center of the city of Rosario (Argentina) in the year 2023. Interdisciplinary Rehabilitation / Rehabilitación Interdisciplinaria. 2024; 4:.39. <https://doi.org/10.56294/ri2024.39>

Enviado: 15-03-2024

Revisado: 05-06-2024

Aceptado: 26-09-2024

Publicado: 27-09-2024

Editor: Prof. Dr. Javier González Argote 

ABSTRACT

Introduction: the anterior cruciate ligament (ACL) is one of the most important stabilizers of the knee that prevents anterior translation of the tibia over the femur. ACL injuries commonly occur during sports and are usually caused by sudden stops or changes in direction during running, jumping and landing.

Objective: to describe the frequency of anterior cruciate ligament injuries and their risk factors in young athletes attended at the Orthopedics and Traumatology Center of the city of Rosario (Argentina) in the year 2023.

Method: quantitative, descriptive, observational, cross-sectional and retrospective study, carried out at the Orthopedics and Traumatology Center (COT) from April to September 2023. The population consisted of all patients aged between 18 and 25 years, regardless of sex, who practice high-impact sports on the knee and who consulted for knee injury. The collection instrument was the medical records. The variables were summarized through central position measures (mean) and dispersion measures (range and standard deviation) and expressed in absolute and relative frequency.

Results: thirty medical records were analyzed, of which 100 % presented some ACL injury. The mean age was $21,57 \pm 2,30$ years, 67 % were male and 33 % female. Regarding the type of injury, 63 % presented sprain and 37 % tear. Twenty-seven percent played field hockey and rugby respectively, 20 % played soccer, 13 % basketball, 10 % tennis and 3 % volleyball. The risk factors associated with ACL injuries found in the studied population were among the intrinsic (50 %) the neuromuscular deficit (37 %) and genetic risk (13 %); while among the extrinsic (23 %) were the type of footwear (13 %) used and the surface of the field (10 %).

Conclusions: patients with ACL injuries evaluated were on average $21,57 \pm 2,30$ years old with a male: female ratio of 2:1. The most common symptoms were walking instability, edema, swelling, and pain. The most common sports associated with anterior cruciate ligament injuries were field hockey, rugby and soccer. Neuromuscular deficit, genetic risk, improper footwear and unstable field surface were found to be risk factors.

Keywords: Anterior Cruciate Ligament Injuries; Young Athletes; High Impact Sports; Risk Factors.

RESUMEN

Introducción: el ligamento cruzado anterior (LCA) es uno de los estabilizadores más importantes de la rodilla que impide la traslación anterior de la tibia sobre el fémur. Las lesiones del LCA ocurren comúnmente durante los deportes y generalmente son causadas por paradas repentinas o cambios de dirección al correr, saltar y aterrizar.

Objetivo: describir la frecuencia de las lesiones del ligamento cruzado anterior y sus factores de riesgo en deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de la ciudad de Rosario (Argentina) en el año 2023.

Método: estudio cuantitativo, descriptivo, observacional, de corte transversal y retrospectivo, llevado a cabo en el Centro de Ortopedia y Traumatología (COT) durante los meses abril a septiembre del 2023. La población estuvo conformada por la totalidad de pacientes con edades entre los 18 y 25 años, sin distinción de sexo, que practican deportes de alto impacto sobre la rodilla y que consultan por lesión en rodilla. El instrumento de recolección las historias clínicas. Las variables se resumieron a través de medidas de posición centrales (media) y medidas de dispersión (rango y desvío estándar) y se expresaron en frecuencia absoluta y relativa.

Resultados: se analizaron 30 historias clínicas, de estas el 100 % presentaba alguna lesión del LCA. La edad promedio fue de $21,57 \pm 2,30$ años, el 67 % eran del sexo masculino y 33 % femenino. En cuanto al tipo de lesión el 63 % presentó esguince y 37 % desgarre. El 27 % practicaban hockey y el rugby respectivamente, 20 % jugaba fútbol, 13 % básquet, 10 % tenis y 3 % voleibol. Los factores de riesgo asociados a las lesiones del LCA encontrados en la población estudiada fueron entre los intrínsecos (50 %) el déficit neuromuscular (37 %) y el riesgo genético (13 %); mientras que entre los extrínsecos (23 %) se tuvo el tipo de calzado (13 %) empleado y la superficie del campo (10 %)

Conclusiones: los pacientes con lesiones de LCA evaluados tenían en promedio $21,57 \pm 2,30$ años con una proporción hombre: mujer de 2:1. Los síntomas más frecuentes fueron inestabilidad al caminar, edema, hinchazón y dolor. Los deportes más comunes asociados con lesiones del ligamento cruzado anterior fueron el hockey, el rugby y el fútbol. Como factores de riesgo se encontraron el déficit neuromuscular, el riesgo genético, el uso de calzado inadecuado y la superficie del campo inestable.

Palabras clave: Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior; Deportistas Jóvenes; Deportes de Alto Impacto; Factores de Riesgo.

INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) es uno de los estabilizadores más importantes de la rodilla que impide la traslación anterior de la tibia sobre el fémur (Waldén et al., 2015). Las lesiones del LCA ocurren comúnmente durante los deportes y generalmente son causadas por paradas repentinas o cambios de dirección al correr, saltar y aterrizar (Kobayash et al., 2010). Suelen causar incapacidad inmediata y requieren una cantidad significativa de tiempo para rehabilitarse, a menudo se asocian con otras lesiones articulares concomitantes y dan como resultado un mayor riesgo de osteoartritis postraumática de aparición temprana, independientemente del tratamiento administrado (Lohmande et al., 2004).

Los pacientes a menudo presentan hiperextensión de la rodilla o falla articular con reducción espontánea, suelen oír crujido y en ocasiones caen al suelo sin poder levantarse ni reanudar las actividades que se encontraban realizando, resultándoles difícil caminar con normalidad. En las horas siguientes pueden presentar reacción articular, y es previo a este acontecimiento el momento más oportuno para realizar una exploración semiológica que permita identificar posibles lesiones. Luego, cuando aparece dolor y defensa muscular, el rédito del examen físico suele ser bastante menor y es aquí cuando la evacuación de la hemartrosis permite realizar una mejor evaluación semiológica. El examen físico sigue siendo el principal método para diagnosticarlas, a su vez la resonancia nuclear magnética (RNM) es el estudio complementario de elección para acompañarlo (D'Elia, 2015).

Las lesiones de LCA pueden ocurrir tanto por mecanismos de contacto como sin contacto y tienen una incidencia relativamente alta en deportes que involucran contacto deliberado. La relación entre la cantidad de contacto inherente en un deporte y el riesgo de lesión del LCA no está clara, especialmente cuando se incluye el sexo como variable. En los Estados Unidos, los deportes de colisión, como el fútbol, el rugby y la lucha, están dominados por los hombres. Las mujeres practican deportes de colisión como el hockey sobre hielo y el rugby, pero los deportes de contacto como el fútbol y el baloncesto se citan con más frecuencia al comparar el riesgo de lesión del LCA por sexo. Mientras que la tasa de lesión del LCA en mujeres que jugaban fútbol estaba entre las más altas, también era alta en deportes de contacto limitado y sin contacto, incluidos el esquí alpino y la gimnasia, respectivamente (Caplan et al., 2013; Hootman et al., 2007; Webster y Hewett, 2018).

Hootman et al. (2007) muestran tasas más altas de lesión del LCA entre los hombres que practican deportes de colisión (fútbol americano y lucha libre). Por el contrario, en las mujeres, la gimnasia (sin contacto), seguida del fútbol y el baloncesto, dieron como resultado las tasas más altas de lesión del LCA. Una revisión de las lesiones del LCA de la Asociación Atlética Colegial Nacional de Estados Unidos (NCAA, 2012) reveló que la tasa más alta de lesiones en los hombres ocurrió en el fútbol americano (0,17 por cada 1000 atletas expuestos [AE]), mientras que para las mujeres, el baloncesto y el lacrosse muestran la tasa más alta de lesiones (0,23 por cada 1000 AE) (Agel y Klossn, 2014; Dragoo et al., 2012; Lubowitz y Appleby, 2011).

Las atletas femeninas tienen de tres a seis veces más probabilidades de sufrir una lesión del LCA sin contacto relacionada con el deporte que los atletas masculinos en deportes comparables de alto riesgo. En algunos estudios, se ha informado que el riesgo de lesión del LCA es mayor en contextos deportivos de élite que en contextos deportivos de no élite. Según un informe anterior sobre la distribución por edades de las lesiones de rodilla, ocurren en una media de edad de $17,0 \pm 2,0$ años (Bayer et al., 2020).

En Canadá, se ha informado tasas de lesiones de hasta 2,8 y 3,2 lesiones por cada 10 000 atletas expuestos en el baloncesto y el fútbol universitario femenino. Se cree que el contacto deliberado durante el deporte contribuye a aumentar las tasas de lesión del LCA. Sin embargo, dado que muchas lesiones del LCA resultan de mecanismos sin contacto, el papel del tipo de deporte en la lesión del LCA es incierto. Además, no está claro si existe una diferencia de sexo en la incidencia de lesiones del LCA cuando se estratifica por tipo de deporte (colisión, contacto total, contacto limitado y sin contacto) (Comeau et al., 2023).

Las lesiones del LCA han sido cada vez más comunes en atletas de que tienen ramificaciones en términos de obligaciones contractuales/académicas, patrocinios y potencial de generación de ingresos. Aunque la cantidad de personas que regresan a los deportes después de la reconstrucción del LCA ha aumentado, la mayoría de los deportistas profesionales enfrentan desafíos para volver al nivel previo a la lesión y al rendimiento que se espera de ellos. Como la mayoría de ellos no regresan a un alto nivel de rendimiento, muchas carreras han terminado o se han acortado debido a una lesión del LCA en comparación con aquellos sin lesión. En consecuencia, es importante identificar los factores de riesgo que pueden conducir a una mayor probabilidad de lesión del LCA para poder tomar medidas preventivas (Buerba et al., 2021).

Los factores de riesgo de lesión del LCA se pueden dividir en dos categorías principales, como intrínsecos y extrínsecos. Los factores intrínsecos incluyen aquellos que son innatos al individuo y generalmente no modificables. Estos incluyen factores tales como anatómicos (parámetros Notch, pendiente tibial posterior, alineación de las extremidades inferiores, entre otros), neuromusculares, genéticos, hormonales y función cognitiva. Los factores extrínsecos son aquellos que rodean al atleta y pueden incluir el nivel y la intensidad de los juegos, la superficie de juego y las condiciones ambientales, así como el equipo utilizado (Suárez, 2022; Viñao, 2016).

El tratamiento de la lesión es costoso y no siempre logran que los pacientes vuelvan a su nivel de actividad previo a la lesión. La reconstrucción quirúrgica es la opción de tratamiento más común para la ruptura completa del LCA. El costo de la lesión del LCA viene en forma de tiempo de participación perdido, así como el costo monetario de la cirugía reconstructiva. Anualmente se gasta millones de dólares en reconstrucciones del LCA (cálculo hecho sobre la base de 50 000 reconstrucciones a 17 000 dólares cada una). El fútbol, el béisbol, el baloncesto y esquiar originan el 78 % de las lesiones del LCA en deportistas (D'Elia, 2015).

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 ser una preocupación principal para los deportistas. Por otra parte, los factores extrínsecos e intrínsecos no modificables, siempre generan riesgo de lesión del LCA, por lo que la oportunidad de reducir la frecuencia de la lesión del LCA puede lograrse mediante el empleo de medidas preventivas derivadas del conocimiento de los factores de riesgo modificables.

Por ello, investigar las lesiones del LCA resulta de gran importancia, ya que es necesario comprender mejor los mecanismos de lesión para así poder plantear estrategias de prevención que puedan aplicar los deportista jóvenes tales como usar el calzado adecuado, evitar los movimientos brusco repentinos, regular el nivel de competición, la edad de los jugadores, el tipo de superficie de juego, entre otros que puedan ayudar a disminuir la incidencia de estas lesiones. Además, la forma en que se diagnostican y registran las lesiones del LCA también puede afectar las estimaciones de su prevalencia.

Por lo tanto, el propósito de este trabajo de investigación es describir las lesiones del LCA en los deportistas jóvenes, incluyendo su epidemiología, mecanismos de lesión, factores de riesgo y estrategias de prevención. Se parte del supuesto de que las lesiones del ligamento cruzado anterior son muy frecuentes en deportistas jóvenes, fundamentalmente varones, estando asociadas a factores de riesgo tales como uso de calzado inapropiado, movimientos repetitivos, mala superficie de juego, entre otros. Para esto se formulan las siguientes interrogantes: ¿Cuál es la frecuencia de lesiones del ligamento cruzado anterior en los deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de Rosario en el año 2023?

¿Cuáles son los factores de riesgo asociados a las lesiones del ligamento cruzado anterior entre los deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de Rosario en el año 2023?

¿Cuál es la frecuencia de presentación de las lesiones del ligamento cruzado anterior según el sexo de los deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de Rosario en el año 2023?

MARCO TEÓRICO

Lesiones del ligamento cruzado anterior

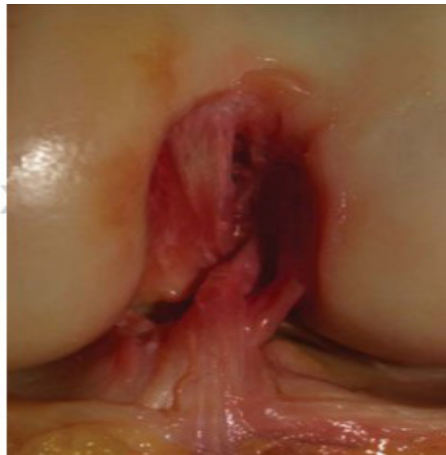
El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura intraarticular y extrasinovial. Su inserción proximal está en la cara posterior de la cara medial del cóndilo femoral; está alineado en dirección distal-anterior-medial, moviéndose hacia la inserción distal desde la región antero-medial de la meseta tibial entre las espinas

tibiales (figura 1). Estructuralmente, consiste en fibras de colágeno rodeadas por tejido conectivo laxo y tejido sinovial (Zappia et al., 2017).



Fuente: Zappia et al., 2017
Figura 1. Recorrido e inserciones del LCA

El LCA está poco vascularizado y depende esencialmente de la arteria media geniculada. Su inervación depende de las ramas del nervio tibial; su capacidad para curarse después de una lesión o reparación quirúrgica es baja por lo que se requieren técnicas reconstructivas de reemplazo de ligamentos. Comenzando en el tercio medio, el LCA tiene una longitud promedio de 31 a 38 mm y un ancho promedio de 11 mm. El LCA es una estructura fibrosa dividida en varios haces o bandas. El número y función de estas bandas sigue siendo un tema de debate, ya que a veces es difícil distinguirlas tanto macroscópicamente como microscópicamente. En general, se describen dos fascículos (figura 2) (Zhou et al., 2022):



Fuente: Zhou et al., 2022
Figura 2. Visión de los fascículos anteromedial y posterolateral del LCA

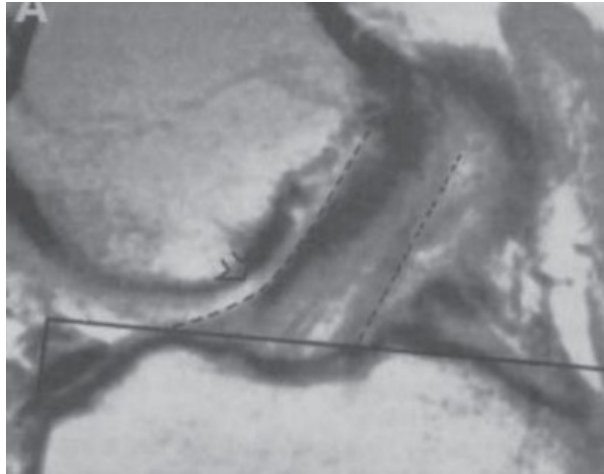
- El fascículo posterolateral (PL) se refiere al más posterior y externo en la tibia y al más posterior y distal en el fémur.
- El fascículo anteromedial (AM) es el más anterior e interno en la tibia y el más proximal y anterior en el fémur.

El tracto AM es la estructura más común y la más vulnerable a las lesiones. Doblada, la propia rodilla tira del fascículo AM desgarrado y del ligamento en 90°. Cuando se extiende la rodilla, el ligamento PL se estira y el ligamento se aplana y ensancha. En cualquier caso, aunque la anatomía de las dos ramas no está clara, parece haber estructuras fibrosas a 90° de flexión de la rodilla que se contraen cuando la rodilla se flexiona. Por ello, algunos autores hablan de las áreas funcionales del LCA más que de la anatomía (Odensten y Gillquist, 1985).

La inserción femoral del LCA comienza en la parte superior de la muesca en el área de transición entre la parte superior de la muesca y la pared medial del cóndilo femoral lateral. Luego se extiende hasta ocupar

toda la altura de la escotadura lateral y termina en la cara inferior del borde óseo-cartílago, generalmente coincidiendo con el borde medial del cóndilo lateral (figura 1). Esto significa que la inserción más alta se encuentra entre las 11 y las 10 horas y la más baja entre las siete y las ocho horas (Arnold *et al.*, 2001).

La inserción tibial de un LCA normal es muy ancha, casi el doble que su origen femoral. Se cree que la pendiente medial de la espina intercondílea medial representa el origen del borde medial del LCA nativo (figuras 1 y 3). Estos hechos anatómicos pueden explicar la incapacidad de los injertos tubulares o rectangulares para reproducir el aplanamiento anterior de las inserciones nativas del LCA (Zhou *et al.*, 2022).



Fuente: Zhou *et al.*, 2022

Figura 3. Adaptación anterior del LCA en su inserción tibial

Lesiones de la rotura del LCA

La mayor incidencia de lesiones del LCA se debe a lesiones indirectas en la articulación de la rodilla durante el entrenamiento deportivo en pacientes más jóvenes, que a menudo no se diagnostican inicialmente. Los síntomas más comunes después de una lesión del LCA son dolor, una leve inflamación de las articulaciones y una sensación de inestabilidad en la rodilla, especialmente al girar y realizar actividades lentas (Sharifi y Shirazi-Adl, 2022).

Durante el examen físico se mide la laxitud articular anteroposterior y anterolateral, siendo las maniobras más importantes el test de Lachman y la maniobra de reemplazo de pivot- shift o desplazamiento del pivote. Estudios recientes han demostrado que la inestabilidad rotacional no siempre se restaura con la ligamentoplastia del LCA, por lo que la prueba de cambio de pivote se puede utilizar para evaluar la inestabilidad sindesmótica anterior-posterior y rotacional. A medida que progresa, experimentará episodios repetidos de insuficiencia articular, subluxación tibiofemoral, principalmente en maniobras de giro, salto y desaceleración. Bajo la influencia del peso corporal, estas subluxaciones causan daño articular secundario (daño de menisco, cartílago y ligamento capsular), aumento de la laxitud articular y degeneración articular progresiva que se puede ver en las radiografías (mutación condilar plana, esclerosis subcondral, daño articular y formación de osteofitos), aunque los cambios radiológicos a menudo se retrasan debido a los síntomas y hallazgos artroscópicos (Mejías *et al.*, 2015).

En general se acepta la llamada regla de los tercios, según la cual un tercio de los pacientes (36 %) son capaces de participar en actividad física en un nivel de reposo con pocos o ocasionales síntomas después de una lesión del LCA; un tercio de los pacientes (32 %) tendrá que abandonar la práctica deportiva a nivel recreativo, pero no habrá problemas con las actividades diarias. Finalmente, un tercio de los pacientes (32 %) experimentan síntomas durante las actividades diarias (Mejías *et al.*, 2015).

Los objetivos del tratamiento después de una lesión del LCA son restaurar la función articular (estabilidad y cinemática) a corto plazo y prevenir el desarrollo de enfermedades articulares degenerativas a largo plazo. El tratamiento más adecuado dependerá de la edad del paciente, grado de inestabilidad, relación con otras lesiones (ligamentos, meniscos, cartílagos), nivel de actividad del paciente y expectativas funcionales, laborales y deportivas. Se necesitan estudios a largo plazo para determinar las indicaciones de tratamiento. La base del tratamiento conservador es la adopción de una cierta restricción en el nivel de actividad (evitando saltar, girar, girar) incluso antes de la aparición de los síntomas. El programa de rehabilitación también muestra que es posible restaurar la fuerza-resistencia-coordinación de diferentes grupos musculares prestando atención al fortalecimiento de los isquiotibiales (Mayer *et al.*, 2015).

Los resultados obtenidos con el tratamiento conservador varían mucho según el tipo de lesión (subtotal, aislada o lesión del ligamento capsular), la edad del paciente, el nivel de actividad antes de la lesión y el tiempo de evolución. La cantidad de horas de actividad física por año se considera consistentemente el factor

más importante para determinar la necesidad de cirugía para reconstruir el LCA. Por lo general, se recomienda para pacientes más jóvenes que desean retomar un estilo de vida activo, incluida la actividad física (Márquez y Márquez, 2009; Mayer et al., 2015).

Actualmente, la tendencia es realizar artroplastias utilizando diferentes tipos de injertos y diferentes sistemas de fijación que reproducen el punto de referencia anatómico y el trayecto intraarticular del LCA original: cóndilo a nivel del fémur en la región femoral posterior del fémur lateral, dejando 1-2 mm de corteza posterior, aproximadamente a las 10 horas en la rodilla derecha y a las 14 horas en la rodilla izquierda; a nivel de la tibia posterior a la impresión del LCA y a nivel del borde posterior del cuerno anterior del menisco lateral y ligeramente anterior al LCP, lo que permite radiografiar posteriormente el borde anterior del túnel tibial. Línea de Blumensaat en el costado con la rodilla extendida (Mejías et al., 2015).

Por otro lado, el mantenimiento de la integridad del menisco se considera fundamental, dado su papel en la estabilidad articular y la prevención del daño articular. Se recomienda la sutura meniscal porque se obtienen buenos resultados cuando el menisco está asociado a una rotura del LCA e incluso cuando se repara solo (Mejías et al., 2015).

Factores de riesgo asociados a las lesiones del LCA

Consideramos la lesión del LCA como una lesión multifactorial, ya que en su producción intervienen numerosos factores, de los que puede hacer una diferenciación entre factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los extrínsecos se encuentran la edad y sexo del deportista, ambos influyen en gran medida en la incidencia de esta lesión, mientras que los intrínsecos incluyen los factores ambientales, anatómicos, hormonales, y neuromusculares (Viñao, 2016).

Factores intrínsecos

Factores anatómicos

Los factores anatómicos se han estudiado a fondo en estos días, ya que estos factores podrían detectarse fácilmente mediante investigaciones relacionadas con el diagnóstico de lesiones del LCA, como radiografías de rodilla y resonancias magnéticas. Establecer una correlación con estos factores anatómicos podría ayudarnos a establecer una herramienta confiable para evaluar a las personas con riesgo de lesión del LCA. Las variaciones en estas características anatómicas están bien documentadas en individuos, especialmente entre hombres y mujeres, lo que puede explicar por qué las mujeres corren un mayor riesgo de lesión del LCA que los hombres. Varios factores anatómicos comúnmente estudiados incluyen aquellos relacionados con la geometría de la rodilla, la alineación de la extremidad inferior, la laxitud de la rodilla y el índice de masa corporal (Shultz et al., 2012).

Los factores relacionados con la geometría de la rodilla se pueden dividir en a) parámetros tibiales como pendiente tibial posterior, profundidad de la meseta tibial medial b) parámetros femorales/de muesca como ancho de muesca, ancho bicondíleo, índice de ancho de muesca (Griffin et al., 2000).

Parámetros de muesca

Los parámetros de muesca han sido uno de los factores de riesgo ampliamente investigados relacionados con una lesión del LCA, pero existen grandes diferencias en la forma en que se miden estos parámetros. La unión femoral del LCA se encuentra en la cara medial del cóndilo femoral lateral sobre la cresta intercondílea lateral (Sasaki et al., 2012). Se observa que el impacto del LCA en varias posiciones de la rodilla está bien documentado, especialmente en aquellas con un ancho de muesca estrecho. Pero existe controversia sobre si se debe a la geometría y el tamaño de la muesca en sí, o al volumen del LCA o a la combinación de estas características (Mattu et al., 2022).

Está comprobado que las mujeres tienen muescas más pequeñas en comparación con los hombres y que las personas con muescas más pequeñas tienden a tener un LCA más delgado y débil en comparación con las que tienen una muesca más ancha. Las muescas estenóticas provocan pinzamiento del LCA sobre el cóndilo femoral lateral y, si la rodilla se somete a cualquier fuerza de cizallamiento anterior o fuerzas de rotación tibial, provocan la rotura del ligamento del LCA (Fahim et al., 2021; Olsen et al., 2004; Romero et al., 2014).

Babalola et al. (2021) demostraron que existe un mayor riesgo de lesión del LCA en personas con una muesca intercondílea estrecha. Por otra parte, encontraron que el ancho de la muesca estaba asociado, pero usaron solo las radiografías simples para calcular el ancho de la muesca. El principal inconveniente de este estudio es que se realizaron en radiografías simples donde los errores debidos a la magnificación eran comunes. Por lo tanto, se utilizó un índice de ancho de muesca para superar estos problemas. El índice de ancho de muesca (NWI) se puede medir usando radiografías de vista de túnel o resonancia magnética de sección coronal. El NWI se identificó como la relación entre el ancho de la escotadura intercondílea y el ancho del fémur distal al nivel del surco poplíteo.

Babalola et al. (2021) usa una vista de túnel de radiografías y comparó pacientes con lesiones de LCA unilaterales y bilaterales y encontró que los pacientes con rupturas de LCA bilaterales tienen una muesca y

NWI significativamente más pequeños en comparación con aquellos con rupturas de LCA unilaterales. Además, no encontraron diferencias en NWI de rupturas unilaterales de LCA en comparación con aquellos con rodillas normales. Además, realizaron un estudio de cohorte e informaron que los atletas masculinos tenían un NWI más alto en comparación con las atletas femeninas que sufrieron lesiones del LCA en comparación con las que no estaban lesionadas.

Fahim et al. (2021) en su estudio de control aleatorizado, utilizan resonancia magnética (RNM) para el cálculo de NWI, informaron que no hubo diferencias en NWI en ninguno de los sexos y que el NWI fue significativamente más bajo en aquellos con lesión de LCA. Ashwini y Aditi (2018) en su estudio comparativo basado en RNM, demostraron que las personas con lesión del LCA tenían un NWI de $0,29 \pm 0,02$ o menos en comparación con aquellas sin lesión del LCA, mientras que Bhasukala et al. (2020), postularon que el límite del NWI era de $0,28 \pm 0,06$. Fahim et al. (2021) informaron un valor de corte de 0,29 con una sensibilidad del 90 % y una especificidad del 86,7 %.

Sin embargo, Görmeli et al. (2015) en su estudio sobre rodillas bilaterales con lesión del LCA demostraron valores de corte de NWI de $0,22 \pm 0,008$ en rodillas lesionadas bilaterales y $0,24 \pm 0,01$ en rodilla lesionada unilateral. Por lo tanto, el corte varía según el origen étnico y los valores de corte exactos aún son controvertidos, pero la mayoría de los autores han concluido que el valor crítico NWI oscila entre 0,19 y 0,26.

La forma de la muesca intercondílea es otro parámetro frecuentemente estudiado con respecto a la forma de la muesca más asociada con una lesión del LCA. Podríamos usar un enfoque semicuantitativo para clasificar las diversas formas de muescas intercondíleas. Se clasifica en tres formas, es decir, A, U inversa y Omega (U). Se calculan dos parámetros para determinar la forma de la muesca, a saber (Ashwini y Aditi, 2018; Bhasukala et al., 2020).

- Ancho de muesca a nivel del surco poplíteo (NWP)
- Ancho de muesca en la línea articular (NWJ).

Si NWP es igual o casi igual a NWJ, entonces la muesca tiene forma de “U”. Si $NWP < NWJ$, la muesca tiene forma de “A”. Si $NWP > NWJ$, la muesca tiene forma de Omega. La muesca femoral en forma de ‘A’ se asocia comúnmente con lesión del LCA, mientras que una muesca en forma de U invertida es más favorable para prevenir la lesión del LCA. En general, la mayoría de los autores encontraron una relación positiva con una lesión del LCA y una muesca estrecha y un NWI más pequeño aumentó el riesgo de lesión del LCA, es decir, a medida que disminuye el ancho de la muesca intercondilar, se observa un aumento en el riesgo de lesión del LCA (Ashwini y Aditi, 2018; Bhasukala et al., 2020).

Inclinación tibial posterior

Varios estudios relacionados demostraron varias veces que la pendiente tibial posterior podría ser el principal factor que contribuye a la estabilidad de la articulación de la rodilla. Los estudios cadavéricos han demostrado que una pendiente tibial posterior aumentada ha resultado en una traslación anterior aumentada de la tibia sobre el fémur, aumentando así las tensiones en el ligamento del LCA, especialmente durante la marcha activa (Lucidi et al., 2021).

La pendiente tibial posterior se mide tradicionalmente en la radiografía lateral de la rodilla, el eje tibial debe dibujarse conectando los puntos medios de las líneas que conectan la corteza anterior y posterior con una separación de 4-5 cm lo más caudalmente posible desde la línea articular. El ángulo entre la tangente que conecta la corteza anterior y posterior en la articulación y la línea perpendicular al eje tibial corresponde a la pendiente tibial posterior en la radiografía lateral de rodilla. Pero, de nuevo, las controversias con respecto a los errores debido a la ampliación o la falta de radiografías laterales verdaderas y la incapacidad de medir la pendiente tibial posterior lateral (LPTS) y la pendiente tibial posterior medial (MPTS) han resultado en el cálculo de estos parámetros en una resonancia magnética (Lucidi et al., 2021).

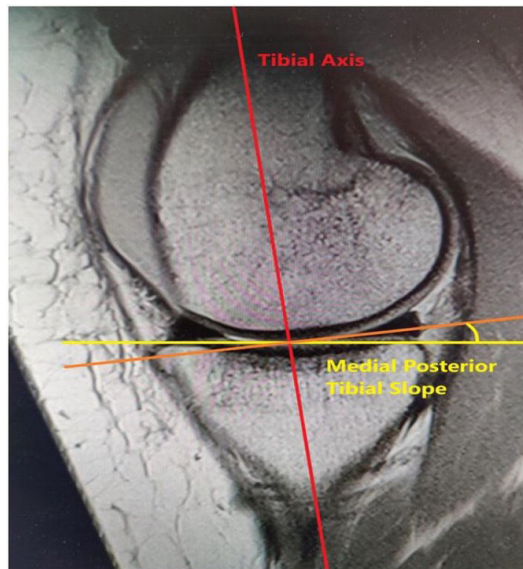
Para medir la pendiente tibial posterior medial y lateral en la resonancia magnética, primero se debe determinar el eje tibial. Para esto, Se selecciona una sección sagital en el centro de la rodilla que contiene una eminencia intercondílea y una inserción del PCL. Se dibujaron dos líneas que unen las cortezas anterior y posterior con una separación de aproximadamente 4-5 cm lo más caudalmente posible desde la línea articular, la línea que une el punto medio de las dos líneas anteriores corresponde al eje tibial (figura 4) (Lucidi et al., 2021).

Ahora que se identifica la sección sagital del centro de la meseta tibial lateral, se dibuja una tangente que conecta la corteza anterosuperior con la corteza posteroinferior. El ángulo entre la tangente anterior y la línea perpendicular al eje tibial corresponde a la pendiente tibial posterior medial. Se utilizará una técnica similar para medir la pendiente tibial posterior lateral dibujando la tangente en el centro de la meseta tibial lateral (figuras 5 y 6) (Lucidi et al., 2021).



Fuente: Lucidi et al., 2021

Figura 4. Imagen de resonancia magn3tica que representa el c3lculo del eje tibial



Fuente: Lucidi et al., 2021

Figura 5. Imagen de resonancia magn3tica que representa el c3lculo de la pendiente tibial posterior medial (MPTS)



Fuente: Lucidi et al., 2021

Figura 6. Imagen de resonancia magn3tica que representa el c3lculo de la pendiente tibial posterior lateral (MPTS)

Una vista detallada de la resonancia magnética ha encontrado que la LPTS está más involucrada con la lesión del LCA que la MPTS pero un metanálisis ha demostrado que la lesión del LCA se asoció con PTS medial y lateral. Hashemi y todos, en su estudio de 104 pacientes, tanto MPTS como LPTS estaban aumentados, grupo lesionado. Aunque las mujeres tenían un LPTS más alto que los hombres, concluyeron que el aumento de la pendiente de la meseta tibial en dirección posterior lateral es uno de los principales factores de riesgo, independientemente del sexo (Hashemi et al., 2008; Waiwaiole et al., 2016; Wang et al., 2017).

Mientras que MPTS aumentó significativamente solo en hombres. Stijak et al, (2008), utilizaron radiografías de rodilla y resonancias magnéticas para determinar la correlación entre el MPTS y la meseta lateral y concluyeron que se observó un aumento del PTS lateral entre la cohorte con lesiones del LCA en comparación con la cohorte con el LCA intacto, pero encontraron un aumento del MPTS en los no lesionados. Grupos en comparación con la cohorte lesionada. Sugirieron que un aumento en LPTS influiría en la rotación de la articulación de la rodilla y provocaría el giro de la rodilla. Tanto MPTS como LPTS tuvieron una correlación positiva con la lesión del LCA; aumentaron significativamente en el grupo con desgarro del LCA en comparación con el grupo sin lesión, independientemente del género. Las mujeres tenían MPTS y LPTS más altos en comparación con los hombres en ambos grupos, pero la diferencia fue estadísticamente significativa en ambos sexos.

Profundidad de la meseta tibial medial

Otros parámetros tibiales mediales evaluados son la correlación de la profundidad de la meseta tibial medial y lateral con una lesión del LCA, pero la evidencia a este respecto es muy limitada. Se mide con dos líneas paralelas trazada una línea que conecta el punto más alto de los puntos anterior y posterior de la meseta tibial medial y la otra línea es tangente trazada en el punto más profundo de la meseta tibial medial, la distancia entre estas dos líneas corresponde a Profundidad de la meseta tibial medial (Blanke et al., 2016). Hashemi et al. (2008), sugirió que la profundización de la superficie de la meseta tibial medial conduce a una mejor congruencia articular y previene la traslación anterior de la tibia. En su estudio, concluyeron que la disminución del MTD se asocia con un mayor riesgo de lesión del LCA. Se requiere más investigación en esta área para llegar a un consenso adecuado sobre la influencia de MTPD en la lesión del LCA.

Factores de riesgo neuromuscular

A diferencia de los factores de riesgo anatómicos que no son modificables sin intervención quirúrgica, el déficit neuromuscular suele ser un factor de riesgo modificable. La intervención podría reducir el riesgo de lesiones del LCA. Se ha dicho que un mejor control sobre el núcleo del cuerpo y un mejor control propioceptivo sobre la extremidad inferior están asociados con un menor riesgo de lesión del LCA. El rendimiento propioceptivo se puede mejorar mediante ejercicios que mejoran la fuerza muscular, la coordinación sinérgica, etc., lo que a su vez ayuda a reducir el riesgo de lesión del LCA. El mecanismo de la lesión del LCA se produce cuando el atleta despega de la rodilla en posición de valgo, durante el cual la rodilla está típicamente en 10-30° de flexión e intenta rotar internamente el pie rotado externamente con el objetivo de cambiar repentinamente la dirección (Blanke et al., 2016; Hashemi et al., 2008).

Existe un mayor riesgo de lesión del LCA cuando la rodilla está en abducción, hay movimientos de abducción intersegmentarios y una mayor fuerza de reacción del suelo con una disminución del tiempo de apoyo. Un estudio de Hewett et al. (2005), mostró que al aterrizar desde un salto en una posición de doble pierna, el aumento del ángulo de abducción de la rodilla y las fuerzas intersegmentarias, una mayor fuerza de reacción del suelo y un tiempo de apoyo más corto causaron un aumento de las lesiones del LCA.

Un pequeño ángulo de flexión de la rodilla junto con una fuerte contracción del cuádriceps durante la actividad deportiva provocará un aumento de la carga posterior sobre la rodilla. Como resultado, esto aumenta el riesgo de lesión del LCA. En las mujeres atletas, mientras aterrizan desde la altura durante un salto, realizan maniobras de corte y giro con menos flexión de rodilla y flexión de cadera, mayor valgo en la rodilla, mayor rotación interna de la cadera junto con mayor rotación externa de la tibia y mayor músculo cuádriceps. La activación provocó un aumento de la lesión del LCA debido al aumento de la tensión en la rodilla (Blanke et al., 2016; Hashemi et al., 2008).

Las mujeres tienen un control neuromuscular deficiente de los isquiotibiales y una fuerza del glúteo medio más débil, abductores de la cadera más débiles que, junto con un mecanismo de aterrizaje deficiente, aumentan el riesgo de lesión del LCA. El entrenamiento del equilibrio, el fortalecimiento del núcleo, el entrenamiento de salto, la estabilidad articular dinámica y el entrenamiento con ejercicios pliométricos aumentaron la estabilidad del núcleo y mejoraron la propiocepción, lo que redujo el riesgo de lesión del LCA (Blanke et al., 2016; Hashemi et al., 2008).

Cuando la rodilla está cargada en valgo, el ligamento colateral medial se tensa y se produce una compresión lateral. Esto, junto con el vector de fuerza anterior causado por la contracción del cuádriceps, hace que el cóndilo femoral lateral se desplace hacia atrás y la tibia se desplace hacia adelante y gire internamente, lo que resulta en la ruptura del LCA (Blanke et al., 2016; Hashemi et al., 2008).

Diferencias de sexo

Los desgarros del ligamento cruzado anterior varían en incidencia según el género, siendo más comunes entre las mujeres. De hecho, los estudios han demostrado que la tasa de desgarros del LCA podría ser 9 veces más común en mujeres que en hombres. Muchos estudios han tratado de estudiar la razón exacta de esta discrepancia basada en el sexo en las lesiones del LCA. Aunque la razón exacta aún no está clara, parece que hay varios factores intrínsecos intercalados que conducen a esto. Los posibles factores podrían deberse a los efectos únicos de las hormonas sexuales, las diferencias anatómicas en los LCA femeninos y/o las variaciones del control neuromuscular entre los sexos (Parsons et al., 2021).

Se ha encontrado que las atletas femeninas tienen diferentes patrones de movimiento y activación muscular. Las mujeres mientras saltan, debido a la mayor activación de los cuádriceps junto con la disminución de la flexión de la cadera y la rodilla, aumentan la carga en el LCA y, por lo tanto, lo lesiona (Barnett et al., 2021). Un estudio realizado por Anderson et al. (2001), han descubierto que la falta de rigidez y fuerza en los cuádriceps y los isquiotibiales en las mujeres, junto con los LCA anatómicamente más pequeños, las predisponen a las lesiones. Además, las atletas femeninas mostraron mayores valores de laxitud de la rodilla en comparación con sus contrapartes masculinas.

Los estudios antropométricos sobre el LCA han demostrado que la muesca intercondílea es un factor anatómico relacionado con el riesgo de lesiones del LCA. Los sujetos con una escotadura intercondílea estrecha/estenótica tienen una mayor incidencia de lesión del LCA. Por lo tanto, las mujeres, en virtud de tener una muesca intercondílea y un índice de ancho de muesca más pequeños, tienen una mayor probabilidad de sufrir una lesión del LCA (Parsons et al., 2021).

Factores de riesgo hormonales

Hay amplias variaciones en el entorno hormonal durante el curso de la menstruación en las mujeres. Se ha encontrado que la aparición de lesiones del LCA tiene una asociación con la fase del ciclo menstrual. La razón de esto puede deberse a la presencia de sitios receptores de progesterona y estrógeno en el LCA (Faryniarz et al., 2006; Herzberg et al., 2017).

Sin embargo, todos los estudios al respecto han sido *in vitro* o en modelos animales y no se ha demostrado la presencia de estos receptores en LCA humanas. La hipótesis es que el estrógeno tiene un efecto sobre la síntesis y descomposición de los componentes de la matriz de LCA. La tasa de aparición de lesiones del LCA es mayor durante la fase ovulatoria del ciclo menstrual, que se caracteriza por las altas concentraciones de estrógeno sérico. Lo desconcertante de estas lesiones en las mujeres es que se ha descubierto que ocurren durante un evento sin contacto, generalmente debido a la desaceleración o una maniobra de cambio de dirección en lugar de una lesión por impacto directo (Boden et al., 2010).

El estrógeno disminuye la tasa de proliferación de fibroblastos y la síntesis de procolágeno de tipo I, mientras que la progesterona promueve lo mismo (Leblanc et al., 2017). Por lo tanto, esta variación en la concentración de estrógeno y progesterona en las diversas fases de la menstruación influye en las propiedades materialistas de LCA. Por lo tanto, las lesiones del LCA en las mujeres son más comunes durante la fase preovulatoria de la menstruación, cuando los niveles séricos de estrógeno son altos (Dos' Santos et al., 2023).

Predisposición familiar

Existe cierta evidencia que demuestra que las lesiones del LCA tienen una predisposición familiar. Un estudio realizado por Hasani et al. (2022), mostró que las personas con desgarro del ligamento cruzado anterior tenían el doble de probabilidades de tener un pariente con desgarro del ligamento cruzado anterior en comparación con los controles. Concluyeron a partir de este estudio que existe una predisposición familiar a un desgarro del ligamento cruzado anterior. Otro estudio de Magnusson et al. (2021), encontró que la incidencia de desgarro del ligamento cruzado anterior era mayor en los pacientes que tenían antecedentes familiares de lesión del LCA. Sin embargo, estos estudios no han investigado las similitudes entre los pacientes y su familia. Un estudio de Goshima et al. (2011), investigó el mecanismo, la situación y los tipos de deportes practicados entre los pacientes y sus familiares para evitar sesgos. Descubrieron que había una fuerte predisposición familiar a las lesiones del LCA. Además, las personas con HF de lesión del LCA tenían un mayor riesgo de lesiones repetidas del LCA y, por lo tanto, requieren programas de prevención.

Factores de riesgo genéticos

Se encuentra que la mutación en la secuencia genética específica de los genes que codifican la matriz extracelular del LCA predispone a tales individuos a la lesión del LCA.

Estos genes incluyen COL1A1, COL5A1 y COL12A1. El gen COL1A1 codifica la subunidad principal del colágeno tipo 1, que es el constituyente principal de la matriz del LCA. Se encontró que el genotipo TT del gen COL1A1 estaba subrepresentado en pacientes con rupturas de LCA en comparación con aquellos con control. Estos estudios concluyeron que las personas con el genotipo TT del gen COL1A1 son menos propensas a sufrir desgarros del LCA (Perini et al., 2022).

El gen COL5A1 codifica una subunidad principal del colágeno tipo V que es un constituyente menor del LCA. Un estudio reciente mostró que la mutación de este gen se asoció con rupturas de LCA en estos individuos (Alvarez-Romero et al., 2023). El gen COL12A1 codifica el colágeno XII que está involucrado en la fibrillogénesis del LCA. En un estudio reciente realizado por Posthumus et al., se encontró que COL12A1 AluI RFLP estaba asociado con rupturas de LCA (O'Connell et al., 2015).

Las metaloproteínas de la matriz que son mediadores fisiológicos de la escisión y eliminación del colágeno se encuentran en el cromosoma 11q22. Un estudio realizado por Lulińska et al. (2020), encontró que la subrepresentación de los genotipos AG y GG causó una mayor incidencia de lesiones del LCA. Sin embargo, estos factores suelen estar asociados con otros factores intrínsecos y extrínsecos y su asociación independiente es difícil de determinar. Es importante que se determinen las variantes genéticas en varias poblaciones de riesgo y se identifiquen sus fenotipos.

Factor de riesgo de la función cognitiva

El rendimiento neurocognitivo es un factor de riesgo que ha sido poco estudiado, aunque es un factor de riesgo potencialmente modificable. Los investigadores han estado investigando la asociación entre la pérdida del control neuromuscular y las lesiones del LCA sin contacto. Formularon la hipótesis de que las funciones neurocognitivas de referencia reducidas predisponen a un individuo a lesiones del LCA. Los atletas que habían sufrido lesiones del LCA demostraron un tiempo de reacción y una velocidad de procesamiento significativamente más lentos. Además, se desempeñaron mal en las puntuaciones compuestas de memoria visual y verbal en comparación con los controles. El rendimiento neurocognitivo deficiente se asocia con un control neuromuscular reducido y problemas de coordinación que causan lesiones del LCA (Swanik et al., 2007).

Lesión anterior

La lesión y reconstrucción previas del LCA es en sí misma un factor de riesgo de lesión del LCA contralateral y también de nueva lesión del LCA reconstruido (Smith et al., 2012). Se descubrió que los jugadores de fútbol americano con una lesión anterior del LCA y/o una reconstrucción estaban predispuestos a una lesión del LCA en el LCA de la rodilla contralateral o en el injerto del LCA reconstruido (Fältström et al., 2021).

Los pacientes que se han sometido a una reconstrucción del LCA en los últimos 12 meses tienen un riesgo 11 veces mayor de sufrir una nueva o nueva lesión del LCA. Algunos investigadores han analizado la incidencia de lesiones del LCA en pacientes que han tenido otras lesiones musculoesqueléticas. Se vio que las lesiones previas de tobillo tenían una correlación con la probabilidad de sufrir una lesión de LCA. Sin embargo, el sitio de la lesión previa y la recuperación de la misma dictan el riesgo de sufrir una lesión del LCA. Por ejemplo, los pacientes con lesiones del miembro inferior y del tronco tienen una mayor predilección por sufrir una lesión del LCA que los del miembro superior. La rehabilitación de la lesión a los niveles previos a la lesión también reduce el riesgo de sufrir una lesión del LCA en el futuro (Pfeifer et al., 2018).

Factores de riesgo extrínsecos

Los factores de riesgo extrínsecos son los factores ambientales que predisponen a una persona a una lesión del LCA. En primer lugar, el clima juega un papel importante. Los días húmedos y lluviosos tienen un mayor riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior, ya que disminuyen la fricción entre los zapatos y el campo. Como resultado, existe un mayor riesgo de lesión del LCA. Además, existe un mayor riesgo de lesión del LCA en climas cálidos, ya que el calor aumenta la extensibilidad del ligamento, lo que predispone al paciente a la lesión del LCA (Olsen et al., 2003). Orchard y Powell (2003), mostró un mayor riesgo de lesión del LCA con clima cálido.

En segundo lugar, el tipo de tacos en los zapatos juega un papel en la lesión del LCA. Los tacos que tienen una mayor torsión, como los tacos de borde, tienen una mayor resistencia y aumentarán el riesgo de lesiones en el cruzado anterior. Un estudio mostró que los tacos con mayor resistencia a la torsión tienen un riesgo significativo de lesión del LCA. Su estudio se llevó a cabo en 3119 atletas y mostró que 42 atletas con tacos Edge tenían lesiones del LCA, lo que mostró una mayor predisposición a sufrir lesiones del LCA con los tacos Edge. El diseño de tacos, como tacos planos, tacos pequeños y menos tacos, tuvo menos lesiones del LCA (Olsen et al., 2003).

Otro factor que puede contribuir al riesgo de lesión del LCA es la superficie del campo. El campo que tiene pasto Bermuda tiene un mayor riesgo de lesión del LCA en comparación con el campo con Ryegrass debido a que los tacos quedan atrapados en el pasto Bermuda. Orchard et al. (2005), muestra un mayor riesgo de atrapamiento en la hierba Bermuda en comparación con el campo con Ryegrass, pero este estudio no tuvo en cuenta los diferentes tacos utilizados por los jugadores.

Olsen et al. (2003), comparó las lesiones del LCA en jugadores de balonmano en canchas sintéticas y de madera. Encontraron que la incidencia de lesiones del LCA era 2,35 veces mayor en las canchas sintéticas en comparación con las canchas de madera. Por lo general, existe una interacción entre el calzado y la superficie en la que se realizan los juegos de interior, lo que aumenta el riesgo de lesiones del LCA y una interacción similar también podría ocurrir en actividades al aire libre en combinación con las condiciones climáticas.

Objetivos

Objetivo general

- Describir la frecuencia de las lesiones del ligamento cruzado anterior y sus factores de riesgo en deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de la ciudad de Rosario (Argentina) en el año 2023.

Objetivos específicos

- Identificar los tipos de lesiones del ligamento cruzado anterior en los deportistas jóvenes.
- Describir la frecuencia de lesiones del ligamento cruzado anterior según el sexo de los deportistas jóvenes.
- Caracterizar los factores de riesgo asociados a las lesiones del ligamento cruzado anterior que se presentan con mayor frecuencia en los deportistas jóvenes.

MÉTODO

Diseño

El estudio fue de tipo cuantitativo, descriptivo, observacional, de corte transversal y retrospectivo. El periodo de estudio estuvo comprendido entre el 1 de abril hasta el 30 de septiembre del 2023.

Ámbito

El estudio tuvo lugar en el Centro de Ortopedia y Traumatología (COT) ubicado en la avenida 9 de Julio 2845, Rosario, Santa Fe, Argentina. El COT fue fundado en 1952 por el Dr. Luis Alejandro Martínez con el objetivo de atender, investigar y perfeccionar en el ámbito particular de la medicina deportiva, dentro del contexto global de la Ortopedia y Traumatología.

En este centro se brinda atención especializada a pacientes con problemas de ortopedia y traumatologías asociados con cadera, columna, medicina del deporte, miembro superior, ortopedia infantil, pie, tobillo, reconstrucción ósea, rodilla y tumores óseos.

Población y selección de muestra

La población de estudio estuvo conformada por la totalidad de pacientes con edades entre los 18 y 25 años, sin distinción de sexo, que practicaban deportes de alto impacto sobre la rodilla y que consultaron por lesión en rodilla durante el 1er semestre de 2023. Para los fines del presente estudio se aplicaron los siguientes criterios de selección:

Criterios de inclusión

- Pacientes de la población definida a los cuales tras la revisión física se les diagnosticó lesión del ligamento cruzado anterior.

Criterios de exclusión

- Pacientes que no dieron su consentimiento de participar en el estudio.
- Pacientes que hayan sido tratados o diagnosticados con lesiones del ligamento cruzado anterior antes de la consulta en el COT.

Muestreo y tamaño muestral

La muestra fue no probabilística por conveniencia, con la incorporación consecutiva de todos los casos.

Instrumentos o procedimientos

Se realizó identificación de los sujetos a través de la base de datos de la institución y con sus historias clínicas se obtuvo la información correspondiente según las variables de interés.

Definiciones

- Lesión del ligamento cruzado anterior: una lesión de LCA se produce cuando el ligamento se estira o desgarrar. Para los fines del presente estudio se consideraron como lesiones los desgarros o esguinces del ligamento, producida durante la práctica de deportes que implican detenerse o cambiar de dirección en forma repentina, saltar y aterrizar, como el básquetbol, el fútbol, el fútbol americano, y el esquí alpino.
- Deporte de alto impacto: actividades físicas que requieren de mucha fuerza y movimientos bruscos, como saltos, giros y correr. Para los fines del presente estudio se tomarán en cuenta los pacientes que practiquen tenis, fútbol, baloncesto, rugby, voleibol, crossfit, saltar o correr.
- Factores de riesgo: factores que se asocian a la lesión del LCA se agrupan en relación a patrones de movimientos alterados, patrones de activación muscular alterados y una fuerza muscular inadecuada.

Variables

Edad: variable cuantitativa discreta. Operacionalización: en años cumplidos.

Sexo: variable cualitativa dicotómica. Operacionalización: sexo del paciente especificado en la historia clínica.

- Femenino
- Masculino

Lesiones del ligamento cruzado anterior: variables cualitativa nominal. Operacionalización: lesión diagnosticada durante la revisión física.

- Esquince
- Desgarro
- Ruptura

Síntomas: variables cualitativa nominal. Operacionalización: síntomas referidos al momento de la consulta.

- Chasquido en la rodilla.
- Dolor intenso e incapacidad para continuar una actividad.
- Hinchazón rápida.
- Pérdida de la amplitud de movimiento.
- Sensación de inestabilidad al soportar peso.

Deporte practicado: variables cualitativa nominal. Operacionalización: deportes de impacto practicados por los pacientes.

- Fútbol en todas sus disciplinas
- Basketball
- Tenis
- Rugby
- Hockey
- Salto
- Atletismo

Factores de riesgo: variables cualitativa nominal. Operacionalización: circunstancias que promueven la incidencia de las lesiones del LCA.

- Anatómicos
- Neuromusculares
- Sexo
- Hormonales
- Familiares
- Genéticos
- Función cognitiva
- Clima
- Calzado
- Superficie del suelo

Análisis de datos

Los datos obtenidos en las historias clínicas fueron volcados en una base de datos de Microsoft Excel. Para su presentación se confeccionaron tablas y/o gráficos correspondientes. Las variables cuantitativas se analizaron a través de frecuencias absolutas y relativas porcentuales y se resumieron a través de medidas de posición centrales: media, mediana y modo; y medidas de dispersión: rango y desvío estándar. Mientras que las variables cualitativas se presentaron a través de frecuencias absolutas y relativas porcentuales.

Consideraciones éticas

Se respetaron los principios éticos para la investigación con humanos indicados por la Asociación Americana de Psicología (2022), la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2019) y la Ley Nacional 25.326 de Protección de Datos Personales, de aplicación en todo territorio nacional, reservado la identidad de los pacientes y los datos obtenidos. Se obtuvo la autorización por parte del Centro de Ortopedia y Traumatología para la realización del estudio.

RESULTADOS

Se analizaron 30 historias clínicas, la edad promedio fue de $21,57 \pm 2,30$ años (min. 18; máx. 25), el 67 % eran del sexo masculino y 33 % femenino. En cuanto al tipo de lesión el 63 % presentó esguince y 37 % desgarro,

no se encontraron casos de ruptura del ligamento. La tabla 1 presenta frecuencia de lesiones del LCA según el sexo de los deportistas.

Tabla 1. Distribución población según el tipo de lesión y el sexo de los deportistas

Sexo	Femenino		Masculino		Total	
	n	%	n	%	n	%
Esguince	7	23	12	40	19	63
Desgarre	3	10	8	27	11	37
Total	10	33	20	67		

Se identificó la inestabilidad para caminar como el síntoma más frecuentes, seguido de la presencia de edema, hinchazón y dolor (figura 7).

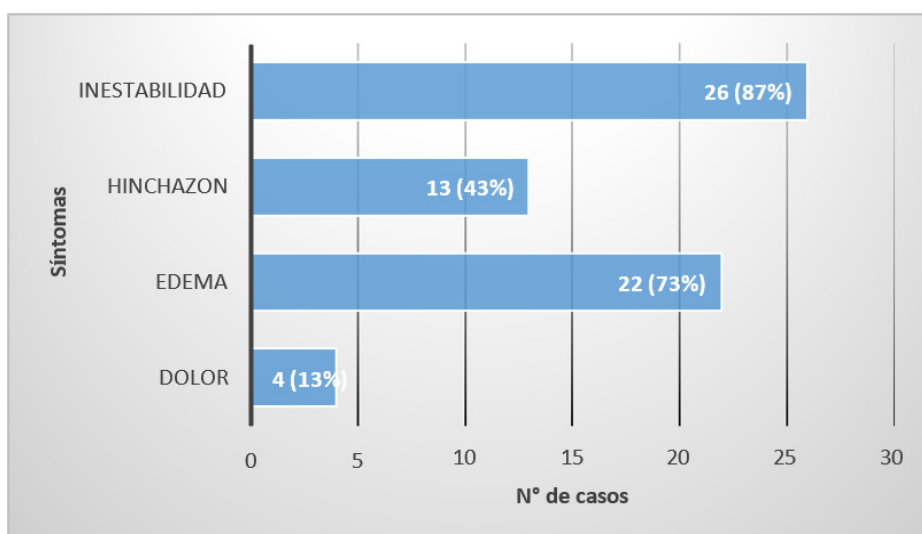


Figura 7. Síntomas asociados a las lesiones del LCA en los deportistas

En cuanto al tipo de deporte practicado se tuvo que el 27 % practicaban hockey y el rugby respectivamente, 20 % jugaba futbol, 13 % básquet, 10 % tenis y 3 % voleibol. Los deportistas que practicaban futbol, hockey y rugby presentaron una mayor frecuencia de esguinces, mientras que los desgarros fueron más frecuentes en el rugby y el hockey (figura 8).

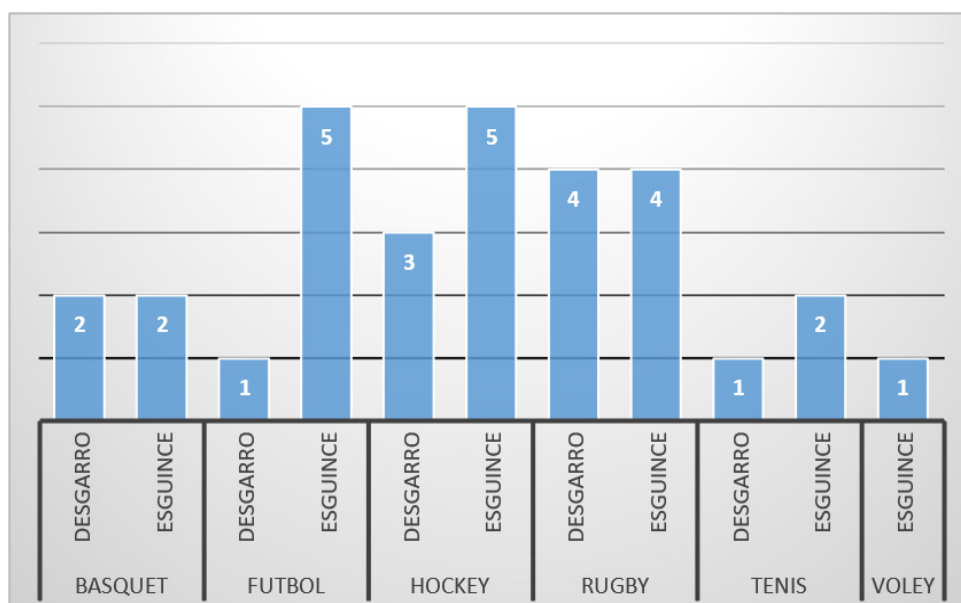


Figura 8. Distribución población según el tipo de lesión y deporte practicado

Los factores de riesgo asociados a las lesiones del LCA encontrados en la población estudiada fueron los intrínsecos (50 %) como el déficit neuromuscular (37 %) y el riesgo genético (13 %); mientras que entre los extrínsecos (23 %) se tuvo el tipo de calzado (13 %) empleado y la superficie del campo (10 %) (figura 9).

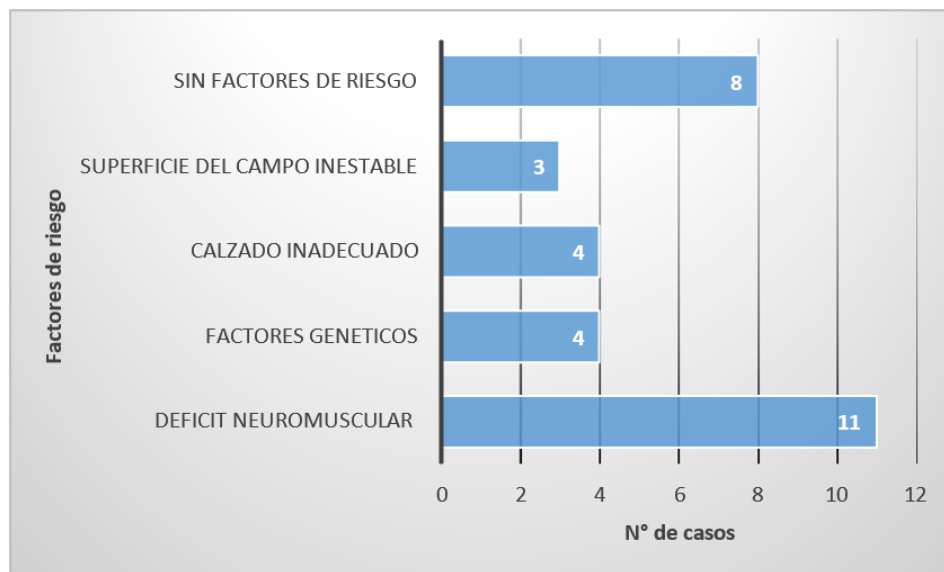


Figura 9. Factores de riesgo asociados a las lesiones del LCA

DISCUSIÓN

El objetivo de este trabajo fue describir la frecuencia de las lesiones del ligamento cruzado anterior y sus factores de riesgo en deportistas jóvenes atendidos en el Centro de Ortopedia y Traumatología de la ciudad de Rosario (Argentina) en el año 2023. De acuerdo a diversos autores (Agel y Klossner, 2022; Ashwin y Aditi, 2018), las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) son una de las lesiones de rodilla más frecuentes en deportistas jóvenes. Algunos factores de riesgo asociados con estas lesiones incluyen el cambio de dirección al correr, el salto, el aterrizaje y la rotación de la rodilla. Algunas herramientas y estrategias que pueden ayudar a prevenir estas lesiones incluyen programas de calentamiento específicos para prevenir lesiones, entrenamiento de fuerza para mejorar la estabilidad de la rodilla, uso de calzado y equipo adecuado, adaptación de las cargas de entrenamiento en fases específicas del ciclo menstrual y cirugía para reconstruir el LCA en casos de lesiones graves (Caplan y Kader, 2013).

La distribución poblacional fue de 2 hombres por cada 1 mujeres. Algunos autores reporten que la incidencia porcentual puede ser mayor en mujeres, por efecto de una debilidad o laxitud en los ligamentos (Faryniarz et al., 2006; Jones et al., 2023). Otros estudios muestran que los hombres, dependiendo del deporte que practican, poseen un elevado riesgo de sufrir este tipo de lesiones (Webster y Hewett, 2018).

Para explicar la mayor incidencia de lesiones del LCA en las mujeres, se han discutido las diferencias de sexo como factores contribuyentes en la cinética, la cinemática y los parámetros de control neuromuscular. También se informan diferencias de sexo en la hiper movilidad articular, y las atletas adolescentes tienden a tener una mayor hiper movilidad articular que los hombres (Jones et al., 2023).

Además de las diferencias de movimiento, su hiper movilidad articular puede explicar las tasas más altas de esguinces articulares en mujeres en comparación con hombres entre los corredores de vallas pediátricos. Además, se plantea la hipótesis de que los atletas que son esqueléticamente inmaduros son más propensos a sufrir lesiones óseas debido a las propiedades del hueso y a una mayor prevalencia de lesiones fisarias. Dado que las mujeres experimentan la maduración esquelética antes que sus homólogos masculinos, esto también podría explicar la prevalencia de lesiones de tejidos blandos sobre lesiones óseas en la población femenina. Además, otros trabajos han demostrado que los hombres tienen aproximadamente 1,5 veces más probabilidades de sufrir fracturas traumáticas en comparación con las mujeres (Zappia et al., 2017).

El 87 % de los pacientes presentan inestabilidad en sus accionar, lo cual es limitativo en su recuperación. La progresión de la rehabilitación del LCA no debe limitarse a factores físicos. Los factores cognitivos y psicológicos, incluida la kinesiofobia o el dolor catastrófico, se han evaluado en la literatura como limitaciones importantes durante la rehabilitación posoperatoria. La falta de preparación psicológica, específicamente el miedo a sufrir una nueva lesión o una lesión contralateral, se ha citado como un obstáculo importante que obstaculiza el regreso del atleta al deporte.

Este es un desafío válido, particularmente en atletas que participan en deportes de pivote, como baloncesto, fútbol americano y fútbol. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones en esta área identifican factores psicosociales asociados con resultados positivos, en lugar de estudiar su impacto tangible cuando se abordan en

el entorno de rehabilitaci3n. Adem3s, de la evidencia limitada sobre el abordaje de los factores psicosociales, hay inconsistencia en las t3cnicas utilizadas (imaginaci3n guiada, modelos de afrontamiento, di3logo interno positivo, establecimiento de metas), lo que dificulta la comparaci3n. Las investigaciones futuras que superen estas limitaciones pueden ayudar a educar a los pacientes sobre las expectativas posoperatorias y ayudarlos a regresar de manera segura a su rendimiento deportivo 3ptimo Badawy et al., 2022).

Limitaciones

Al ser un estudio unic3ntrico los resultados encontrados no pueden ser extrapolados a la totalidad de deportistas j3venes que presentan lesiones del LCA en la ciudad de Rosario.

CONCLUSIONES

Los pacientes con lesiones de LCA evaluados tenían en promedio $21,57 \pm 2,30$ ańos con una proporci3n hombre: mujer de 2:1. Los sntomas m3s frecuentes fueron inestabilidad al caminar, edema, hinchaz3n y dolor. Los deportes m3s comunes asociados con lesiones del ligamento cruzado anterior fueron el hockey, el rugby y el f3tbol. Como factores de riesgo frecuentes en esta experiencia se encontraron el d3ficit neuromuscular, el riesgo gen3tico, el uso de calzado inadecuado y la superficie del campo inestable.

REFERENCIAS BIBLIOGR3FICAS

1. Agel, J., & Klossner, D. (2014). Epidemiologic review of collegiate ACL injury rates across 14 sports: National collegiate athletic association injury surveillance system data 2004-05 through 2011-12. *British Journal of Sports Medicine*, 48(7), 560-560. <https://bjsm.bmj.com/content/48/7/560.2.short>
2. Alvarez-Romero, J., Laguette, M. N., Seale, K., Jacques, M., Voisin, S., Hiam, D., Feller, J. A., Tirosh, O., Miyamoto-Mikami, E., Kumagai, H., Kikuchi, N., Kamiya, N., Fuku, N., Collins, M., September, A. V., & Eynon, N. (2023). Genetic variants within the COL5A1 gene are associated with ligament injuries in physically active populations from Australia, South Africa, and Japan. *European Journal of Sport Science*, 23(2), 284-293. <https://doi.org/10.1080/017461391.2021.2011426>
3. Anderson, A. F., Dome, D. C., Gautam, S., Awh, M. H., & Rennirt, G. W. (2001). Correlation of anthropometric measurements, strength, anterior cruciate ligament size, and intercondylar notch characteristics to sex differences in anterior cruciate ligament tear rates. *The American Journal of Sports Medicine*, 29(1), 58-66. <https://doi.org/10.1177/03635465010290011501>
4. Arnold, M. P., Kooloos, J., & van Kampen, A. (2001). Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 9(4), 194-199. <https://doi.org/10.1007/s001670100198>
5. Ashwini, T., & Aditi, J. (2018). MRI correlation of anterior cruciate ligament injuries with femoral intercondylar notch, posterior tibial slopes and medial tibial plateau depth in the Indian population. *International Journal of Anatomy Radiology and Surgery*, 7(3).
6. Babalola, O. R., Oluwadiya, K. S., & Akinyemi, A. B. (2021). Association of femoral intercondylar notch geometry with risk of anterior cruciate ligament injury in a black patient population. *Scientific African*, 13, e00912.
7. Badawy, Charles, Kyleen Jan, Edward C. Beck, Niles Fleet, Jeffrey Taylor, Kevin Ford, Brian R. Waterman. (2022). Contemporary Principles for Postoperative Rehabilitation and Return to Sport for Athletes Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*. (4)1: 103-e113 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666061X21002236>
8. Barnett, S. C., Murray, M. M., Flannery, S. W., BEAR Trial Team, Menghini, D., Fleming, B. C., ... & Micheli, L. (2021). ACL size, but not signal intensity, is influenced by sex, body size, and knee anatomy. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(12), 23259671211063836.
9. Basukala, B., Joshi, A., & Pradhan, I. (2020). The Effect of the Intercondylar Notch Shape and Notch Width Index on Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Journal of Nepal Health Research Council*, 17(4), 532-536. <https://doi.org/10.33314/jnhrc.v17i4.1858>
10. Bayer, S., Meredith, S. J., Wilson, K. W., de Sa, D., Pauyo, T., Byrne, K., McDonough, C. M., & Musahl, V. (2020). Knee Morphological Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*, 102(8), 703-718. <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00535>

11. Blanke, F., Kiapour, A. M., Haenle, M., Fischer, J., Majewski, M., Vogt, S., & Camathias, C. (2016). Risk of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries Is Not Associated With Slope and Concavity of the Tibial Plateau in Recreational Alpine Skiers: A Magnetic Resonance Imaging-Based Case-Control Study of 121 Patients. *The American Journal of Sports medicine*, 44(6), 1508-1514. <https://doi.org/10.1177/0363546516632332>
12. Boden, B. P., Sheehan, F. T., Torg, J. S., & Hewett, T. E. (2010). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: mechanisms and risk factors. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 18(9), 520-527. <https://doi.org/10.5435/00124635-201009000-00003>
13. Buerba, R. A., Zaffagnini, S., Kuroda, R., & Musahl, V. (2021). ACL reconstruction in the professional or elite athlete: state of the art. *Journal of ISAKOS : Joint Disorders & Orthopaedic Sports Medicine*, 6(4), 226-236. <https://doi.org/10.1136/jisakos-2020-000456>
14. Caplan, N., & Kader, D. F. (2013). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *Classic Papers in Orthopaedics*, 153-155.
15. Comeau, A. K., Parent, E. C., & Kennedy, M. D. (2023). Do Female University Varsity Athletes Have a Greater Risk of Injury Within a Competitive Varsity Season?. *International Journal of Exercise Science*, 16(6), 129-147.
16. D'Elía, M. C. (2015). Prevalencia de Lesiones Asociadas a Rotura Aguda de Ligamento Cruzado Anterior (LCA). *Revista de la Asociación Argentina de Traumatología del Deporte*, 22(1). <https://g-se.com/prevalencia-de-lesiones-asociadas-a-rotura-aguda-de-ligamento-cruzado-anterior-lca-1899-sa-z57cfb27260018>
17. Dos' Santos, T., Stebbings, G. K., Morse, C., Shashidharan, M., Daniels, K. A., & Sanderson, (2023). Effects of the menstrual cycle phase on anterior cruciate ligament neuromuscular and biomechanical injury risk surrogates in eumenorrhic and naturally menstruating women: A systematic review. *Plos one*, 18(1), e0280800.
18. Dragoo, J. L., Braun, H. J., Durham, J. L., Chen, M. R., & Harris, A. H. (2012). Incidence and risk factors for injuries to the anterior cruciate ligament in National Collegiate Athletic Association football: data from the 2004-2005 through 2008-2009 National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System. *The American Journal Of Sports Medicine*, 40(5), 990-995. <https://doi.org/10.1177/0363546512442336>
19. Fahim, S. M., Dhawan, T., Jagadeesh, N., & Ashwathnarayan, Y. P. (2021). The relationship of anterior cruciate ligament injuries with MRI based calculation of femoral notch width, notch width index, notch shape-A randomized control study. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 17, 5-10.
20. Fältström, A., Kvist, J., & Hägglund, M. (2021). High risk of new knee injuries in female soccer players after primary anterior cruciate ligament reconstruction at 5-to 10-year follow- up. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(13), 3479-3487.
21. Faryniarz, D. A., Bhargava, M., Lajam, C., Attia, E. T., & Hannafin, J. A. (2006). Quantitation of estrogen receptors and relaxin binding in human anterior cruciate ligament fibroblasts. *In vitro cellular & developmental biology. Animal*, 42(7), 176-181. <https://doi.org/10.1290/0512089.1>
22. Görmeli, C. A., Görmeli, G., Öztürk, B. Y., Özdemir, Z., Kahraman, A. S., Yıldırım, O., & Gözükarab, H. (2015). The effect of the intercondylar notch width index on anterior cruciate ligament injuries: a study on groups with unilateral and bilateral ACL injury. *Acta orthopaedica Belgica*, 81(2), 240-244.
23. Goshima, K., Kitaoka, K., Nakase, J., Takahashi, R., & Tsuchiya, H. (2011). Clinical evidence of a familial predisposition to anterior cruciate ligament injury. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 350-351.
24. Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Ireland, M. L., Johnson, R. J., Kibler, W. B., Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., & Wojtys, E. M. (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8(3), 141-150. <https://doi.org/10.5435/00124635-200005000-00001>
25. Hasani, S., Feller, J. A., & Webster, K. E. (2022). Familial Predisposition to Anterior Cruciate Ligament Injury: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 52(11), 2657-2668. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01711-1>

26. Hashemi, J., Chandrashekar, N., Gill, B., Beynnon, B. D., Slauterbeck, J. R., Schutt, R. C., Jr, Mansouri, H., & Dabezies, E. (2008). The geometry of the tibial plateau and its influence on the biomechanics of the tibiofemoral joint. *The Journal of bone and joint surgery. American volume*, 90(12), 2724-2734. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01358>
27. Herzberg, S. D., Motu'apuaka, M. L., Lambert, W., Fu, R., Brady, J., & Guise, J. M. (2017). The Effect of Menstrual Cycle and Contraceptives on ACL Injuries and Laxity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 5(7), 2325967117718781. <https://doi.org/10.1177/2325967117718781>
28. Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Jr, Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. V., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 33(4), 492-501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>
29. Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *Journal of athletic training*, 42(2), 311-319.
30. Jones, J., Radel, L., Garcia, K., Soma, D., Miller, S., & Sugimoto, D. (2023). Age and Sex Comparisons in Pediatric Track and Field Hurdle Injuries Seen in Emergency Departments of the US. *Sports (Basel, Switzerland)*, 11(3), 65. <https://doi.org/10.3390/sports11030065>
31. Kobayashi, H., Kanamura, T., Koshida, S., Miyashita, K., Okado, T., Shimizu, T., & Yokoe, K. (2010). Mechanisms of the anterior cruciate ligament injury in sports activities: a twenty-year clinical research of 1,700 athletes. *Journal of sports science & medicine*, 9(4), 669-675.
32. Leblanc, D. R., Schneider, M., Angele, P., Vollmer, G., & Docheva, D. (2017). The effect of estrogen on tendon and ligament metabolism and function. *The Journal of steroid biochemistry and molecular biology*, 172, 106-116.
33. Viñao Auré, A. (2016). Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/20765/TFG-O%20904.pdf?sequence=1>
34. Lohmander, L. S., Ostenberg, A., Englund, M., & Roos, H. (2004). High prevalence of knee osteoarthritis, pain, and functional limitations in female soccer players twelve years after anterior cruciate ligament injury. *Arthritis and rheumatism*, 50(10), 3145-3152. <https://doi.org/10.1002/art.20589>
35. Lubowitz, J. H., & Appleby, D. (2011). Cost-effectiveness analysis of the most common orthopaedic surgery procedures: knee arthroscopy and knee anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 27(10), 1317-1322. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.06.001>
36. Lucidi, G. A., Grassi, A., Di Paolo, S., Agostinone, P., Neri, M. P., Macchiarola, L., ... & Zaffagnini, S. (2021). The lateral femoral notch sign is correlated with increased rotatory laxity after anterior cruciate ligament injury: pivot shift quantification with a surgical navigation system. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(3), 649-655.
37. Lulińska, E., Gibbon, A., Kaczmarczyk, M., Maciejewska-Skrendo, A., Ficek, K., Leońska-Duniec, A., Wilk, M., Leźnicka, K., Michałowska-Sawczyn, M., Humińska-Lisowska, K., Buryta, R., Cięszczyk, P., Maculewicz, E., Czarny, W., September, A. V., & Sawczuk, M. (2020). Matrix Metalloproteinase Genes (MMP1, MMP10, MMP12) on Chromosome 11q22 and the Risk of Non-Contact Anterior Cruciate Ligament Ruptures. *Genes*, 11(7), 766. <https://doi.org/10.3390/genes11070766>
38. Magnusson, K., Turkiewicz, A., Frobell, R., & Englund, M. (2021). High genetic contribution to anterior cruciate ligament rupture: Heritability- 69%. *British journal of sports medicine*, 55(7), 385-389.
39. Márquez Arabia, J. J., & Márquez Arabia, W. H. (2009). Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *Iatreia*, 22(3), 256-271.

40. Mattu, A. T., Ghali, B., Linton, V., Zheng, A., & Pike, I. (2022). Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries among youth female athletes: An umbrella review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4648.
41. Mayer, S. W., Queen, R. M., Taylor, D., Moorman, C. T., 3rd, Toth, A. P., Garrett, W. E., Jr, & Butler, R. J. (2015). Functional Testing Differences in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients Released Versus Not Released to Return to Sport. *The American journal of sports medicine*, 43(7), 1648-1655. <https://doi.org/10.1177/0363546515578249>
42. Mejías, J. D. A., García-Estrada, G. A., & Pérez-España, L. A. (2015). Actualización en las Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior. Análisis de los Resultados Mediante TAC y Escalas Clínicas. *Revista de Artroscopía [Internet]*, 22(11).
43. O'Connell, K., Knight, H., Ficek, K., Leonska-Duniec, A., Maciejewska-Karlowska, A., Sawczuk, M., Stepień-Słodkowska, M., O'Cuinneagain, D., van der Merwe, W., Posthumus, M., Cieszczyk, P., & Collins, M. (2015). Interactions between collagen gene variants and risk of anterior cruciate ligament rupture. *European journal of sport science*, 15(4), 341-350. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.936324>
44. Odensten, M., & Gillquist, J. (1985). Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *JBJS*, 67(2), 257-262.
45. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., & Bahr, R. (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball: a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*, 32(4), 1002-1012. <https://doi.org/10.1177/0363546503261724>
46. Olsen, O. E., Myklebust, G., Engebretsen, L., Holme, I., & Bahr, R. (2003). Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 13(5), 299-304. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.00329.x>
47. Orchard, J. W., & Powell, J. W. (2003). Risk of knee and ankle sprains under various weather conditions in American football. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(7), 1118-1123. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074563.61975.9B>
48. Orchard, J. W., Chivers, I., Aldous, D., Bennell, K., & Seward, H. (2005). Rye grass is associated with fewer non-contact anterior cruciate ligament injuries than bermuda grass. *British journal of sports medicine*, 39(10), 704-709.
49. Orchard, J., Seward, H., McGivern, J., & Hood, S. (2001). Intrinsic and extrinsic risk factors for anterior cruciate ligament injury in Australian footballers. *The American journal of sports medicine*, 29(2), 196-200.
50. Parsons, J. L., Coen, S. E., & Bekker, S. (2021). Anterior cruciate ligament injury: towards a gendered environmental approach. *British journal of sports medicine*, 55(17), 984-990.
51. Perini, J. A., Lopes, L. R., Guimarães, J. A. M., Goes, R. A., Pereira, L. F. A., Pereira, C. G.,... & Cossich, V. R. A. (2022). Influence of type I collagen polymorphisms and risk of anterior cruciate ligament rupture in athletes: a case-control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 154.
52. Pfeifer, C. E., Beattie, P. F., Sacko, R. S., & Hand, A. (2018). Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *International journal of sports physical therapy*, 13(4), 575-587.
53. Romero, E., Gorodner, A., & Nuñez, M. (2014). Contribution to the Vascularization of Cruciate Knee Ligaments and its Relevance in Trauma Surgery. *International Journal of Medical and Surgical Sciences*, 1(4), 293-300.
54. Sasaki, N., Ishibashi, Y., Tsuda, E., Yamamoto, Y., Maeda, S., Mizukami, H., Toh, S., Yagihashi, S., & Tonosaki, Y. (2012). The femoral insertion of the anterior cruciate ligament: discrepancy between macroscopic and histological observations. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 28(8), 1135-1146. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2011.12.021>

55. Sharifi, M., & Shirazi-Adl, A. (2021). Changes in gastrocnemii activation at mid-to-late stance markedly affects the intact and anterior cruciate ligament deficient knee biomechanics and stability in gait. *The Knee*, 29, 530-540.

56. Shultz, S. J., Schmitz, R. J., Benjaminse, A., Chaudhari, A. M., Collins, M., & Padua, D. A. (2012). ACL Research Retreat VI: an update on ACL injury risk and prevention. *Journal of athletic training*, 47(5), 591-603. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.5.13>

57. Smith, H. C., Vacek, P., Johnson, R. J., Slauterbeck, J. R., Hashemi, J., Shultz, S., & Beynon, B. D. (2012). Risk factors for anterior cruciate ligament injury: a review of the literature-part 2: hormonal, genetic, cognitive function, previous injury, and extrinsic risk factors. *Sports health*, 4(2), 155-161. <https://doi.org/10.1177/1941738111428282>

58. Stijak, L., Herzog, R. F., & Schai, P. (2008). Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 16(2), 112-117. <https://doi.org/10.1007/s00167-007-0438-1>

59. Suárez Suárez, P. G. (2022). Investigación bibliográfica sobre los factores de riesgo que involucran en la lesión del ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes (Bachelor's thesis, Quito: UCE). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/27367/1/FCDAPD-DCTF-SUAREZ%20PAOLA.pdf>

60. Swanik, C. B., Covassin, T., Stearne, D. J., & Schatz, P. (2007). The relationship between neurocognitive function and noncontact anterior cruciate ligament injuries. *The American journal of sports medicine*, 35(6), 943-948. <https://doi.org/10.1177/0363546507299532>

61. Viñao Auré, A. (2016). Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/20765/TFG-O%20904.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

62. Waiwaiole, A., Gurbani, A., Motamedi, K., Seeger, L., Sim, M. S., Nwajuaku, P., & Hame, S. L. (2016). Relationship of ACL Injury and Posterior Tibial Slope With Patient Age, Sex, and Race. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 4(11), 2325967116672852. <https://doi.org/10.1177/2325967116672852>

63. Waldén, M., Krosshaug, T., Bjørneboe, J., Andersen, TE, Faul, O. y Hägglund, M. (2015). Predominan tres mecanismos distintos en las lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto en jugadores de fútbol profesionales masculinos: un análisis sistemático de video de 39 casos. *Revista británica de medicina deportiva*, 49 (22), 1452-1460. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094573>

64. Wang, Y. L., Yang, T., Zeng, C., Wei, J., Xie, D. X., Yang, Y. H., Long, H. Z., Xu, B., Qian, Y. X., Jiang, S. D., & Lei, G. H. (2017). Association Between Tibial Plateau Slopes and Anterior Cruciate Ligament Injury: A Meta-analysis. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 33(6), 1248-1259.e4. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.01.015>

65. Webster, K. E., & Hewett, T. E. (2018). Meta-analysis of meta-analyses of anterior cruciate ligament injury reduction training programs. *Journal of Orthopaedic Research®*, 36(10), 2696-2708.

66. Zappia, M., Capasso, R., Berritto, D., Maggialezzi, N., Varelli, C., D'Agosto, G., Martino, M. T., Carbone, M., & Brunese, L. (2017). Anterior cruciate ligament reconstruction: MR imaging findings. *Musculoskeletal surgery*, 101(Suppl 1), 23-35. <https://doi.org/10.1007/s12306-017-0460-5>

67. Zhou, Y., Li, L., Chen, R., & Gong, M. (2022). Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction in preventing the progression of osteoarthritis: A protocol for systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine*, 101(49), e31101. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031101>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.

Curación de datos: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.

Análisis formal: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.

Investigación: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.

Redacción - borrador original: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.

Redacción - revisión y edición: Pablo Antuña, Elisabeth Andrea Vaieretti, Sebastian Albano.