

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE CIENCIAS MEDICAS

**FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR EN DEPORTISTAS JOVENES**

MONOGRAFIA

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Ciencias Médicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Alan Rodrigo Cancino Sancé

Dennis Roberto Oliva Chacón

Médico y Cirujano

Guatemala octubre 2021

El infrascrito Decano y la Coordinadora de la Coordinación de Trabajos de Graduación -COTRAG-, de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hacen constar que los estudiantes:

1. DENNIS ROBERTO OLIVA CHACON 201512429 3017283050101
2. ALAN RODRIGO CANCINO SANCE 201500496 3010084690101

Cumplieron con los requisitos solicitados por esta Facultad, previo a optar al título de Médico y Cirujano en el grado de licenciatura, habiendo presentado el trabajo de graduación, en modalidad de monografía titulado:

**FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LA LESIÓN DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JOVENES**

Trabajo asesorado por el Dr. Christian Alexander Sundfeld Dahinten y revisado por la Dra. Claudia Milagro Wong Taracena de Liu, quienes avalan y firman conformes. Por lo anterior, se emite, firma y sella la presente:

ORDEN DE IMPRESIÓN

En la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre de dos mil veintiuno


Dra. Magda Francisca Velásquez Tohón
Coordinadora




Dr. Jorge Fernando Orellana Oliva, PhD
Decano



Vo.Bo.
DECANO

La infrascrita Coordinadora de la COTRAG de la Facultad de Ciencias Médicas, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, HACE CONSTAR que los estudiantes:

1. DENNIS ROBERTO OLIVA CHACÓN 201512429 3017283050101
2. ALAN RODRIGO CANCINO SANCÉ 201500496 3010084690101

Presentaron el trabajo de graduación en la modalidad de Monografía, titulado:

**FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LA LESIÓN DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JOVENES**

El cual ha sido revisado y aprobado por la Dra. María Estela del Rosario Vásquez Alfaro, profesora de esta Coordinación, al establecer que cumplen con los requisitos solicitados, se les **AUTORIZA** continuar con los trámites correspondientes para someterse al Examen General Público. Dado en la Ciudad de Guatemala, el veintiuno de octubre del año dos mil veintiuno.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Dra. Magda Francisca Velásquez Tohom
Coordinadora





COORDINACIÓN DE TRABAJOS DE
GRADUACIÓN
COTRAG 2021



Guatemala, 19 de octubre del 2021

Doctora
Magda Francisca Velásquez ~~Tobom~~
Coordinadora de la COTRAG
Presente

Dra. Velásquez:

Le informamos que nosotros:

DENNIS ROBERTO OLIVA CHACÓN

ALAN RODRIGO CANCINO SANCÉ

Presentamos el trabajo de graduación en la modalidad de MONOGRAFÍA titulada:

**FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LA LESIÓN DE LIGAMENTO
CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JOVENES**

Del cual el asesor y la revisora se responsabilizan de la metodología, confiabilidad y validez de los datos, así como de los resultados obtenidos y de la pertinencia de las conclusiones y recomendaciones propuestas.

FIRMAS Y SELLOS PROFESIONALES

Asesor: Dr. Christian Alexander ~~Sundfeld Dahinten~~

Revisora: Dra. Claudia Milagro Wong ~~Taracena de Liu~~
Reg. de personal 20030265

DEDICATORIAS

- Rodrigo Cancino Sancé

A Dios

Por su providencia en cada momento de mi carrera, por manifestar su amor en cada día de mi vida, por su misericordia y amor eterno y por ser responsable máximo de cada logro en mi vida.

A mi abuelita y mi madre

Marina Sancé y Ana Cecilia Sancé, por su apoyo y amor interminable, por enseñarme a luchar por mis sueños y a trabajar arduamente y no rendirme, les dedico este logro que es resultado de su amor, esto es para ti madre que me cuidas desde el cielo.

A mi padre

Arturo Cancino por su apoyo y enseñarme de la vida más que nadie en el mundo, por su amor incondicional, y por también ser madre y maestro de vida a la vez, por ser un gran padre.

A mi hermano

Edson Cancino por ser mi héroe y mi ejemplo profesional, por ser el mejor amigo que puedo tener y ser ese hombro en el que siempre me podré apoyar.

A mi familia

Letty Cancino y Rosita Cancino por estar presentes y apoyarme en cada etapa de mi vida, a mis tíos Miguel y Jorge Sancé por su apoyo y ejemplo como hombres de bien. A toda mi familia por creer en mi y por aquellos que no están con nosotros, este logro también es para ustedes.

A mi prometida

Diana Cano, por su amor verdadero, por acompañarme y ser paciente, por siempre creer en mi y darme ánimos cuando lo necesitaba, por impulsarme a ser mejor y ser la mujer de mis sueños.

DEDICATORIAS

- Dennis Oliva

A Dios

Por darme la sabiduría de poder superar cada una de las pruebas en esta carrera y darme la fuerza de seguir adelante y acompañarme en cada momento en mi vida.

A mis padres

Graciela Esperanza Chacón Gómez y German Ovidio Oliva Frederich por el apoyo incondicional para poder seguir adelante en mis sueños y alcanzar una meta más.

A mi familia

A mis abuelos German, Roche, Alicia y Sonia que en paz descansen, a mis tíos Alexis, Giovanni, Antonio, Nery, Flory quienes siempre han estado en el trascurso de esta etapa académica apoyándome y motivándome cuando las cosas se ponen difíciles. A mis primos Alan, Gersson, Hans, María José, Olivia, y mis hermanos German y Emanuel por su apoyo constante y a cada miembro de mi familia que me han acompañado en los buenos y malos momentos durante estos años.

A mis catedráticos

Por el arduo trabajo que realizaron por transmitirme los conocimientos de sus distintas especialidades para mi formación durante la carrera de Medicina y guiarme por el camino correcto con vocación y esmero.

AGRADECIMIENTOS

- Rodrigo Cancino Sancé

A Dios	Por brindarme la oportunidad de cumplir mis metas profesionales, por la vida, la salud y la bendición de completar un logro más, por la inteligencia y la sabiduría.
A mi familia	Cancino y Sancé, por su apoyo de diferentes formas a lo largo de mi carrera y tener fe en mí.
A la Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y permitirme prepararme como profesional desde el primer día, en la mejor universidad de Guatemala.
A la Facultad de Ciencias Médicas	Por el aprendizaje obtenido dentro de sus instalaciones, y permitirme desarrollarme como profesional en la carrera de Médico y Cirujano.
A nuestro asesor Dr. Christian Sundfeld	Por su tiempo, experiencia, buena disposición en todo momento, y su orientación en el desarrollo de la monografía.
A nuestra revisora Dra. Claudia Wong	Por su paciencia y tiempo brindado en la dirección de este trabajo, su motivación, dedicación y el honor de ser su estudiante y ahora colega.
A nuestra profesora de COTRAG Dra. Maria Estela Vásquez	Por su objetividad, tiempo y paciencia en la realización de este trabajo de graduación, además de su comprensión y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

- Dennis Oliva

A Dios

Por la oportunidad que me da de vivir, la sabiduría que me ha dado a lo largo de este camino y la fortaleza de seguir adelante a pesar de los obstáculos.

A mis padres

Graciela Chacón y German Oliva, por su amor y apoyo incondicional y por guiar mis pasos en cada etapa de mi vida.

A la Universidad San Carlos de Guatemala

Por ser mi casa de estudios durante estos años y por permitirme alcanzar una meta más en mi vida.

A la Facultad de Ciencias Médicas

Por permitirme formarme como profesional en la carrera de Médico y Cirujano y por enseñarme a amar esta noble profesión.

A nuestro asesor Dr. Christian Sundfeld

Por su compromiso y dedicación durante la elaboración de esta monografía y guiarnos con sus conocimientos y recomendaciones para llegar a cabo esta última etapa de graduación.

A nuestra revisora, Dra. Claudia Wong

Por su apoyo y experiencia profesional para la revisión durante cada etapa para la elaboración de la monografía.

A nuestra revisora, Dra. María Estela Vásquez

Por su excelente orientación y vocación para la revisión de cada proceso de la elaboración de la monografía.

INDICE

INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	iv
MÉTODOS Y TÉCNICAS	v
CAPITULO 1. PRESENTACIÓN CLÍNICA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES	1
CAPITULO 2. FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES.	12
CAPITULO 3. DISCIPLINAS DEPORTIVAS Y LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES	19
CAPITULO 4. ANÁLISIS	29
CONCLUSIONES	33
RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	50

De la responsabilidad del trabajo de graduación

El autor o autores es o son los únicos responsables de la originalidad, validez científica, de los conceptos y de las opiniones expresados en el contenido del trabajo de graduación. Su aprobación en manera alguna implica responsabilidad para la Coordinación de Trabajos de Graduación, la Facultad de Ciencias Médicas y la Universidad de San Carlos de Guatemala. Si se llegara a determinar y comprobar que se incurrió en el delito de plagio u otro tipo de fraude, el trabajo de graduación será anulado y el autor o autores deberá o deberán someterse a las medidas legales y disciplinarias correspondientes, tanto de la Facultad de Ciencias Médicas, Universidad de San Carlos de Guatemala y, de las otras instancias competentes, que así lo requieran.

PRÓLOGO

La lesión del ligamento cruzado anterior en las personas que realizan algún tipo de actividad física, sea profesional o recreativa, acarrea consecuencias y pronósticos inciertos para el individuo. Existe literatura que evidencia que, de los deportistas profesionales que sufren esta lesión, solo el 55-65% regresa al deporte y muchos de ellos no al nivel que lo realizaban previo a la lesión. En los deportistas o atletas recreativos se ha evidenciado una tasa de retorno a actividad similar con porcentajes levemente mayores. Es curioso que a pesar de la baja tasa de retorno a la actividad deportiva, este subgrupo de pacientes, califica en la mayoría de publicaciones que utilizan desenlaces reportados por paciente como métrica, niveles altos de satisfacción con el desempeño de su rodilla luego de una reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

Se ha estudiado extensamente los factores predisponentes a una ruptura de ligamento cruzado anterior y la literatura es bastante clara en este aspecto; mujeres, con alteraciones en la alineación de las rodillas, hiperlaxitud generalizada, deportes de contacto o que realicen pivoteos o cortes de dirección, edad temprana, alteraciones en el balance muscular, son entre otros de los más estudiados. Si adicional a la ruptura del ligamento cruzado anterior, se encuentra una lesión en meniscos o superficies articulares (cartílago), el pronóstico de la rodilla cambia dramáticamente con tasas de artrosis tempranas elevadas. Es importante en nuestra sociedad, crear la conciencia de prevención y detección temprana de anormalidades anatómicas, fisiológicas y de balance muscular que pueden predisponer a este tipo de lesiones.

La consejería con un especialista en cirugía de rodilla previo al inicio del desarrollo de las actividades antes mencionadas puede ser la diferencia entre un atleta con adecuado desarrollo profesional a uno que ve truncada sus expectativas deportivas y profesionales por no ser apto para desarrollar dicha actividad. Es por esto, que trabajos como éste, son importantes ya que ayudan a difundir el conocimiento sobre los aspectos a tener en cuenta en la evaluación integral de una persona que desea desarrollar actividad física o deportiva antes del inicio de la misma. Esto puede ayudar a prevenir lesiones y mejorar la calidad de vida de las personas involucradas.

En el presente trabajo se abordará el tema de Factores epidemiológicos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes. A lo largo del trabajo se presenta la introducción, objetivos que guían el contenido del trabajo, el método utilizado y cuatro capítulos; el primero presenta la presentación clínica de la lesión del ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes, en el segundo se presenta los factores intrínsecos y extrínsecos para la lesión de este ligamento en estos deportistas; el tercero presenta la contribución de las distintas disciplinas deportivas en esta lesión en los deportistas a estudio; el cuarto y último capítulo

presenta el desarrollo de un análisis sobre los capítulos previamente mencionados, con la finalidad de cumplir el objetivo general, el cual consiste en describir los factores epidemiológicos de la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes. Posteriormente el trabajo presenta conclusiones, recomendaciones y finaliza con la enumeración de las referencias bibliográficas utilizadas.

Dr. Christian Alexander Sundfeld Dahinten

Traumatólogo y ortopedista con especialidad en Artroscopía

INTRODUCCIÓN

La lesión de LCA es una de las lesiones problemáticas en el mundo del deporte, como se menciona en el estudio sobre *Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista* es la segunda lesión deportiva más frecuente seguida del esguince de tobillo, y la más común de las lesiones de rodilla como lo indica la Asociación nacionales de entrenadores de atletismo (NATS) el 50% de las lesiones de esta articulación se da por actividades deportivas; las lesiones del LCA a menudo requiere de intervención quirúrgica y rehabilitación a largo plazo; según el diario de entrenamiento atlético (JAT) se informó de 617 lesiones de LCA en 9 452 180 atletas expuestos con una tasa de lesión de 6.5 por 100 000 de 9 deportes distintos siendo el resultado de mayor interés las lesiones de LCA.^{1,2}

En la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA), se encuentran factores epidemiológicos ya sea intrínsecos (inherentes al sujeto) como extrínsecos (independientes al sujeto) los cuales con su interacción en la actividad física aumentan la probabilidad de sufrir una lesión durante la práctica deportiva, así es como se describe en el estudio sobre *Factores de riesgo asociados con la lesión del ligamento cruzado anterior*, para el cual se distribuyó aleatoriamente un cuestionario entre la población general registrada con un proveedor de cuestionarios basado en la web, para reclutar a 900 participantes que estaban al tanto de la lesión del LCA, cuyo objetivo era sintetizar y evaluar la literatura existente para los factores de riesgo asociados con la lesión del LCA; en este estudio reafirmaron que esta lesión resulta de una variedad de factores epidemiológicos subyacentes y que la incapacidad de controlar o modificar uno o varios condiciona a una lesión de LCA.³

El deportista, que se define para este estudio como toda aquella persona que se dedica al deporte, en cualquiera de sus disciplinas, y que practica cualquier actividad física, bien sea como aficionado o profesional, según la *Caracterización del perfil del deportista de atletismo de alto nivel*; en quienes ocurre con mayor frecuencia la lesión de LCA son aquellos que practican deportes que implican pivotar, correr, aterrizajes de saltos con giro asociado, desaceleración rápida combinada con giros o cambios bruscos de dirección, sobre todo, si estas acciones ocurren con el tobillo o el pie fijo, de acuerdo al estudio: *A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school in sports*, cuya población provenía de los deportistas una escuela secundaria, cuyo objetivo era investigar la epidemiología de las lesiones del LCA entre los deportistas de una escuela secundaria por deporte y sexo, evidenciaron la lesión en fútbol, baloncesto, lucha, voleibol, beisbol y softbol como lo menciona NATS donde se concluyó que existe 4 veces más probabilidades de sufrir una lesión del LCA mientras jugaban al fútbol que

cualquier otro deporte, que las atletas femeninas tienen de 4 a 6 veces más probabilidades de sufrir una lesión importante de rodilla y mayor probabilidad de ser intervenidas quirúrgicamente del LCA, y que los deportistas tardan en regresar a competir en promedio de 10 meses hasta un tiempo indefinido en ambos sexos.^{2,4-8}

El abordaje ideal de esta lesión es evitar la aparición de esta, para que el deportista no interrumpa sus actividades, por lo que es necesario realizar una compilación de los factores epidemiológicos ya documentados, tanto aquellos inherentes al deportista (intrínsecos como son los anatómicos, genéticos, hormonales, neuromusculares y biomecánicos) e independientes al deportista (extrínsecos como los ambientales)⁹⁻¹¹; al describir a profundidad cada factor epidemiológico los deportistas que están implicados en la lesión de LCA puedan obtener el conocimiento de los distintos factores que están relacionados a esta lesión.^{5,11,12}

En relación a la información anterior se presenta una monografía de compilación con diseño descriptivo, que se realiza por medio de la recopilación de fuentes de información, utilizando descriptores sugeridos por las bases de datos encontradas en los Descriptores en Ciencias de la Salud y Encabezados de Materias Médicas, y luego colocando estos descriptores en bases de datos como HINARI, Cochrane, Pubmed, EBSCO, BVS, y SciELO, por medio de motores de búsqueda como Google Académico, además del gestor bibliográfico Mendeley, para la organización de la información; luego de este proceso, el material bibliográfico encontrado, cuya unidad de estudio se articuló a partir de casos y controles, revisiones sistemáticas, reporte de casos, meta-análisis y cohortes, fue sometido al método de subrayado en cada una de las fuentes bibliográficas, para posteriormente plasmar la información más importante en los capítulos de la monografía.

El trabajo consta de cuatro capítulos, en el primero se detalla la presentación clínica de la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes, el segundo expone información sobre los factores epidemiológicos inherentes como factores extrínsecos presentes en la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes, el tercero argumenta la contribución de las diferentes disciplinas deportivas en la lesión del ligamento cruzado anterior y por último, el cuarto capítulo de análisis.

Esta monografía se realiza para resolver la pregunta de investigación: ¿cuáles son los factores epidemiológicos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes? A lo que se concluye que los factores epidemiológicos, para su comprensión y abordaje se pueden dividir en extrínsecos los cuales incluyen factores de riesgo externos al individuo, es decir, ambientales como el clima, terreno de juego y en este grupo se incluye el calzado del deportista,

por lo tanto, pueden modificarse en cierto grado, de manera que disminuya el riesgo de lesión en los deportistas durante la práctica deportiva; por otro lado, los factores intrínsecos los cuales comprenden factores anatómicos, neuromusculares, hormonales y genéticos, que se consideran a aquellos factores de riesgo inherentes al individuo, lo cual condiciona dificultad para el manejo y prevención de los mismos.

OBJETIVOS

General:

- Describir los factores epidemiológicos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes.

Específicos:

1. Detallar la presentación clínica de la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes.
2. Exponer los factores extrínsecos e intrínsecos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes.
3. Argumentar la contribución de las diferentes disciplinas deportivas a la lesión de ligamento cruzado anterior en los deportistas a estudio.

MÉTODOS Y TÉCNICAS

Este trabajo investigativo se presentó como una monografía de compilación con diseño descriptivo, en el que se recopiló información de distintas fuentes de información como: artículos en línea de todo tipo, revistas médicas, tesis y libros de texto, se consideran fuentes de información primaria y secundaria a través del catálogo en Línea de la biblioteca Dr. Julio de León Méndez de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos, artículos de las diferentes bases de datos como HINARI, Cochrane, Pubmed, EBSCO, BVS, y SciELO y algunos motores de búsqueda como Google Académico, además se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley, para la organización y recopilación de las fuentes de información.

Los criterios de inclusión que se aplicaron fueron: artículos publicados en idioma inglés y español, cuya unidad de estudio la construyeron: casos y controles, revisión sistemática, reporte de casos, meta-análisis y cohorte, que hayan sido publicados en los últimos 5 años, realizadas en humanos, se tomaron en cuenta publicaciones y libros de texto que proporcionaran información relevante, estandarizada y, finalmente, que contribuyeran a responder las preguntas y objetivos formulados de la investigación.

Para identificar la terminología médica y sus calificadores se utilizaron los Descriptores en Ciencias de la Salud -DeCS- “Factores epidemiológicos”, “Lesión ligamento cruzado anterior”, “Deportistas jóvenes” para términos en español y los encabezados de temas médicos -MeSH- “Epidemiologic factors”, “Anterior cruciate ligament injury”, “Young athlete” para términos en inglés, que permitieron delimitar la cantidad y mejorar la calidad de los documentos desplegados en las herramientas de búsqueda, y así guiar la búsqueda a datos acordes al tema. (Anexo 1 y 2)

Con respecto al plan de análisis que se aplicó en esta monografía, se basó en recopilar toda la información sobre los factores epidemiológicos presentes en la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes globalmente, se detalló la presentación clínica de la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes, se identificaron los factores más relevantes incluyendo factores inherentes al paciente como factores extrínsecos y se argumentó la contribución que tiene la práctica deportiva en la lesión del ligamento cruzado anterior en los deportistas a estudio, dicha información se organizó, comparó, analizó e interpretó para finalmente emitir una serie de conclusiones fundamentadas en la crítica constructiva sobre la base sólida científica sometida a revisión, para lo cual se utilizó una técnica de subrayado, resumen y comentarios en aquellos documentos que contuvieran información distinguida para incluirla en la monografía.

CAPITULO 1. PRESENTACIÓN CLÍNICA DE LA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES

SUMARIO

- **Anatomía del ligamento cruzado anterior**
- **Biomecánica del ligamento cruzado anterior**
- **Mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior**
- **Manifestaciones clínicas de la lesión de ligamento cruzado anterior**
- **Métodos diagnósticos para la lesión de ligamento cruzado anterior**
- **Tratamiento para la lesión de ligamento cruzado anterior**

El presente trabajo abordara la presentación clínica de la lesión de ligamento cruzado anterior (LCA), por lo que inicialmente se describe la anatomía del LCA, macro y microscópicamente, además de la biomecánica y función en la articulación de la rodilla y lo mecanismo de lesión asociados a este ligamento, también se exponen las manifestaciones clínicas de una lesión de LCA y lo métodos diagnóstico, tanto clínicos como estudios de imagen, y finalmente las opciones terapéuticas para la ruptura del LCA.

1.1 Anatomía del ligamento cruzado anterior

1.1.1 Macro anatomía del ligamento cruzado anterior

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura en forma de banda de tejido conectivo denso que se encuentra dentro del espacio articular de la rodilla y extra sinovial lateral a la línea media, cuya unión ósea superior se encuentra en la parte posterior de la superficie interna del cóndilo femoral lateral; a partir de su unión femoral, el LCA se dirige hacia anterior medialmente, y distalmente hacia la tibia adoptando una disposición helicoidal característica que proporciona una tensión adecuada del ligamento a través de todo su rango de movimiento; la longitud del LCA oscila entre 22 y 41 mm (media, 32 mm) y su anchura de 7 a 12 mm, con una forma transversal irregular, aumentando el área transversal desde el fémur a la tibia, de manera que las fibras se abanicen a medida que se acercan a su unión tibial; en su unión ósea inferior tibial, más ancha y fuerte que la femoral, se adhiere a una fosa localizada anterior y lateral al cóndilo tibial medial, donde el LCA envía una cantidad variable de fibras anteriormente debajo del ligamento intermeniscal transversal y algunas extensiones pueden mezclarse tanto con la unión anterior o posterior del cuerno del menisco lateral. ¹⁴⁻¹⁶

Funcionalmente, el LCA se divide en dos fascículos: el fascículo anteromedial (FAM) y el fascículo posterolateral (FPL); las fibras del FAM surgen del sitio más posterior y proximal de la

unión femoral y se unen a la porción anteromedial de la unión tibial. Las fibras del FPL surgen de la porción distal de la unión femoral y se adhieren a la porción posterolateral de la unión tibial; en extensión, ambos fascículos del LCA discurren de forma paralela en una vista sagital, sin embargo, durante la flexión hay una ligera rotación lateral del ligamento alrededor de su eje longitudinal, y el FAM va girando alrededor de todo el ligamento a medida que la rodilla se flexiona, lo que produce que los dos haces o fascículos no sean isométricos en flexión/extensión; el FAM se alarga y tensa en flexión, mientras que el FPL se acorta y se relaja, aumentando la longitud del FAM en 1,9 mm (5%) a 30 grados de flexión de rodilla, y 4mm (12%) en 90 grados, por el contrario, el FPL disminuye en 3,2 mm (14%) cuando la rodilla se flexiona pasivamente de 0 a 30 grados, y por 7,1 mm (32%) a 90 grados de flexión de rodilla. ¹⁶⁻¹⁹

1.1.2 Micro anatomía del ligamento cruzado anterior

El LCA está compuesto predominantemente de fibras de colágeno, que constituyen el 70% de su peso seco. Principalmente colágeno tipo I (90%) y una pequeña cantidad de colágeno tipo III (10%). Los fibroblastos constituyen los componentes celulares incrustados en una matriz de elastina (<5%) y proteoglicanos; microscópicamente, se pueden distinguir tres zonas en el LCA: ^{18,20}

- La parte proximal, que es menos sólida, es muy celular, rica en células redondas y ovoides, que contienen algunos fibroblastos fusiformes, colágeno tipo II y glucoproteínas como fibronectina y laminina. ^{18,20}
- La parte media, que contiene fibroblastos fusiformes, tiene una alta densidad de fibras de colágeno, una zona especial de cartílago y fibrocartílago (especialmente en la parte anterior donde el ligamento se enfrenta al borde anterior de la muesca intercondílea), fibras elásticas y oxitalánicas, estas últimas, soportan tensiones modestas multidireccionales, mientras que las fibras elásticas absorben la tensión máxima recurrente. ^{18,20}
- La parte distal, que es la más sólida, es rica en condroblastos y fibroblastos ovoides, y con una baja densidad de haces de colágeno, se encuentran fibroblastos ubicados a ambos lados del colágeno, redondos a ovoides, de 5-8 μm de diámetro y 12-15 μm de longitud y se asemejan a las células del cartílago articular, además, tienen abundantes orgánulos celulares lo que indica un alto nivel de actividad celular. ^{18,20}

El LCA tiene una microestructura similar a otros tejidos conectivos blandos, compuesto por múltiples fascículos, cuya unidad básica es el colágeno y la matriz extracelular que consta de cuatro diferentes componentes: ^{18,20-23}

- I. Colágeno: se encuentran diferentes tipos, el colágeno tipo I responsable de la resistencia a la tracción del ligamento; el colágeno tipo II típico del cartílago, que normalmente no se encuentra en los ligamentos, sin embargo, este se encuentra en las regiones fibrocartilaginosas del LCA, específicamente el sitios de unión tibial y femoral, el colágeno tipo II está ubicado en la matriz pericelular de los condrocitos, lo que indica que esta parte del ligamento está expuesto a presión o fuerza de cizallamiento; el colágeno tipo III es importante para la flexibilidad del ligamento, y también para anclar los vasos a la matriz adyacente; el colágeno tipo IV se encuentra en todo el entramado vascular, principalmente en las partes proximales y distales del LCA, a excepción del tercio medio, que está menos vascularizado; el colágeno tipo VI sirve como componente deslizante entre unidades fibrilares funcionales, presente en mayor cantidad en los tercios proximal y distal que en la parte media del LCA, ésta distribución se debe a tensiones significativamente más altas en las regiones de unión ósea en comparación con la región media. ²⁰⁻²⁴
- II. Glucosaminoglicanos: el agua comprende del 60 al 80% del peso húmedo total del LCA, fuertemente asociado a la sustancia fundamental considerada como esa porción de tejido conjuntivo formado por proteoglicanos y glucosaminoglicanos (GAG); los GAG tienen cargas negativas y poseen una gran cantidad de grupos hidroxilo que atraen agua a través de su unión a los iones hidrógeno, lo altera las propiedades viscoelásticas del LCA y representa una característica adicional de amortiguación en el ligamento.
- III. Glucoconjugados: estos incluyen laminina, entactina, tenascina y fibronectina, esta última, juega un papel importante en la matriz intra y extracelular, morfología, adhesión celular y migración celular, ya que funcionan para atraer y acoplar elementos clave en tejidos normales, en cicatrización y en crecimiento. ²⁰⁻²⁴
- IV. Componentes elásticos: este grupo incluye oxitalan, elaunina, fibras elásticas maduras y membranas elásticas; estos permiten los cambios extremos de distancia durante el movimiento; los fascículos ubicados en el centro del LCA son rectos u ondulados en un patrón de onda plana, mientras que aquellos ubicados en la periferia están dispuestos en un patrón de onda helicoidal; el propósito del patrón ondulado no lineal de las fibrillas es proporcionar una especie de búfer en el que puede producirse un ligero alargamiento longitudinal sin que las fibras del ligamento se dañen y, también proporciona un mecanismo para el control de la tensión; en resumen, la compleja organización ultraestructural, la variada orientación de los haces en el LCA y el abundante sistema elástico lo hacen muy diferente de otros ligamentos y tendones, por lo que el LCA es una estructura única y compleja capaz de soportar tensiones multiaxiales y tensiones de

tracción variables, esta especificidad y complejidad pueden explicar la dificultad en reconstruir el LCA original lesionado.²⁰⁻²⁴

1.1.3 Vascularización del ligamento cruzado anterior

El LCA está irrigado por la arteria genicular media (AGM), la cual se origina de la cara anterior de la arteria poplítea, comúnmente a nivel de los contornos proximales de los cóndilos femorales, inmediatamente por debajo del origen de la arteria genicular superior y justo por encima de la arteria sural; en su curso extracapsular la AGM se sumerge en la grasa del espacio poplíteo y es acompañada de venas satélites y del nervio articular posterior, luego perfora la cápsula posteriormente y pasa a través de una de las aberturas existentes en el ligamento oblicuo poplíteo, cruza en la parte posterior de la cápsula en dirección descendente casi vertical y una vez dentro de la articulación, la arteria se ramifica, proporcionando ramas al LCA empobreciéndose de proximal a distal.^{14,31,32}

La distribución de los vasos sanguíneos dentro de la sustancia del ligamento no es homogéneo; la parte proximal del LCA está mejor dotado de vasos sanguíneos, su suministro depende de múltiples ramas de la AGM y pequeñas ramas colaterales de las arterias dirigidas al techo de la escotadura intercondílea y al cóndilo lateral del fémur, lo que proporciona una adecuada irrigación sanguínea; medialmente la almohadilla grasa poplíteo está muy vascularizada pero sólo las pequeñas arteriolas penetran en el ligamento, por lo que el suministro sanguíneo es menor que en la parte superior; en la porción distal las ramas infrapatelares de las arterias geniculares inferiores suministran una pequeña cantidad de sangre, mientras que el pliegue periligamentoso de los vasos sanguíneos está ausente aproximadamente a 5-10 mm proximal a la inserción tibial del LCA, por lo que en esta parte fibrocartilaginosa el tejido es avascular; esto explica por qué la atrofia se produce ágilmente al lesionarse el LCA en su inserción femoral; por ello es necesario repararlo lo más rápido posible.³²⁻³⁴

1.1.3 Inervación del ligamento cruzado anterior

El LCA está inervado por el nervio articular posterior (NAP), rama del nervio tibial, que a su vez se origina en el nervio ciático poplíteo interno; las fibras nerviosas del NAP penetran la cápsula articular posteriormente acompañando a los vasos sinoviales y periligamentosos que rodean el ligamento para llegar hacia anterior como la almohadilla adiposa infrapatelar; la mayoría de estas fibras se asocian con la vasculatura endoligamentosa y tienen una función vasomotora, mientras que las fibras nerviosas mielinizadas más pequeñas (de 2 a 10 μm de diámetro) y amielínicas (1 μm de diámetro) se encuentran independientes de los vasos y entre los fascículos del ligamento; los receptores de las fibras nerviosas mencionadas son los siguientes:^{14, 25-28}

- Receptores de Ruffini que son sensibles al estiramiento y se encuentran en la superficie del ligamento, predominantemente en la porción femoral donde las deformaciones son los más grandes.
- Receptores de Vater-Pacini que son sensibles a movimientos rápidos y se encuentran en los extremos femoral y tibial de la LCA.
- Receptores de tensión tipo Golgi que se encuentran cerca de las inserciones del LCA, así como en su superficie, y debajo de la membrana sinovial.
- Terminaciones nerviosas libres que funcionan como nociceptores, pero también pueden actuar como efectores locales al liberar neuropéptidos con función vasoactiva, por lo tanto, pueden tener un efecto modulador en la homeostasis del tejido normal o en la remodelación tardía de los injertos.

Los mecanorreceptores mencionados anteriormente (Ruffini, Pacini y Receptores tipo Golgi) tienen una función propioceptiva y proporcionan el arco aferente para señalar los cambios posturales de la rodilla; las deformaciones dentro del ligamento influyen en las señales nerviosas enviadas a los husos musculares, por lo tanto, la activación de las fibras nerviosas aferentes en la parte proximal del LCA influye en la actividad motora de los músculos que rodean la rodilla; un fenómeno llamado reflejo de LCA, el cual es parte esencial en la función normal de la rodilla y está involucrado en la actualización de los movimientos musculares, es por esto que en pacientes con ruptura de ligamento cruzado anterior, pierden esta retroalimentación de mecanorreceptores en el LCA y conduce a debilidad del cuádriceps femoral, y la disminución de la capacidad de propiocepción, ya que está directamente relacionado al número de mecano receptores; conservar los restos del LCA durante la reconstrucción del LCA podría ayudar a mantener la propiocepción después de la reconstrucción. ²⁷⁻³⁰

1.2 Biomecánica del ligamento cruzado anterior

El LCA tiene un papel crucial en la estabilidad de la articulación de la rodilla al restringir, principalmente, el deslizamiento anterior de la tibia sobre el fémur, para evitar así, la hiperextensión de la articulación de la rodilla; funciona como una restricción secundaria importante a la rotación interna, particularmente cuando la articulación está casi en extensión completa; produce una restricción secundaria menor a la rotación externa y a la angulación en varo-valgo, especialmente en condiciones de soporte de peso. ^{35, 36}

Los fascículos, anteromedial (FAM) y posterolateral (FPL), que conforman al LCA, brindan individualmente estabilidad a la articulación de la rodilla durante todo el rango de movimiento de flexión-extensión; el FAM, casi isométrico, con mayor tendencia a la tensión durante la flexión

que en la extensión, se considera el centro de rotación del LCA, mientras que el FPL es laxo en flexión y se tensiona durante el rango final de extensión; lo cual permite que el FAM proporcione estabilidad rotacional y traslacional, y por otro lado el FPL proporciona más estabilidad rotacional.

35, 37

1.3 Mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior

Los mecanismos de lesión del LCA se clasifican como: lesiones de contacto y sin contacto; las lesiones de contacto son aquellas que ocurren cuando una carga externa precede a la lesión del LCA, y a su vez se subdividen en contacto directo e indirecto dependiendo si la carga externa es aplicada a la rodilla o a otra parte del cuerpo al momento de la lesión, respectivamente, mientras que las lesiones sin contacto se definen como aquellas lesiones del LCA que ocurren cuando no existe contacto físico entre dos o más deportistas.³⁸⁻⁴⁰

1.3.1 Lesiones sin contacto

La mayoría de las rupturas del LCA ocurren a través de un mecanismo de lesión sin contacto; el artículo llamado: *Factores de riesgo asociados a la lesión de ligamento cruzado anterior sin contacto: una revisión sistemática*, cuyo objetivo fue sintetizar y evaluar la literatura existente para los factores de riesgo asociados con de LCA sin contacto en ambos sexos, determinaron que más del 70% de (LCA) ocurren sin un mecanismo de contacto, con un estimado de 100 000 lesiones por año solo dentro de la Asociación Nacional de Atletismo Colegiado (NCAA- *National Collegiate Athletic Association* por sus siglas en inglés); las lesiones del LCA sin contacto, también se dividen en aterrizaje, que incluye movimientos de salto-aterrizaje sobre, recortes de dirección e interrupción del sprint, que involucran movimientos con cambio de dirección y desaceleración abrupta, sobre todo cuando se produce con la cadera en aducción, aumento del valgo de la rodilla y rotación interna de la pierna; de acuerdo al estudio: *A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school in sports*, el número de lesiones de LCA por saltos-aterrizajes es significativamente más alto que el número de lesiones producidas por movimientos como desaceleración o recortes de dirección.^{9, 10, 40-43}

1.3.2 Lesiones con contacto

Las lesiones con contacto que incluyen las lesiones que se producen en el LCA por un contacto cuerpo a cuerpo, según la NCAA, representan menos del 30% de todas las lesiones de LCA, sin embargo, como se menciona en el artículo: *Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification*, cuyo objetivo era evaluar la diferencia de las tasas de incidencia en ambos sexos en la lesión de

LCA por deporte y mecanismo de lesión; las lesiones con contacto aparecen con mayor frecuencia en aquellos deportes como boxeo, *lacrosse* masculino, fútbol americano, *rugby*, *hockey* sobre hielo, entre otros, por su naturaleza agresiva y de colisión durante la práctica deportiva.^{36-38,41}

1.4 Manifestaciones clínicas de la lesión de ligamento cruzado anterior

La presentación clínica de una lesión de LCA suele ir acompañado de otras estructuras de la rodilla como otros ligamentos, cartílago articular o meniscos, por lo que su presentación clínica dependerá de estas lesiones concomitantes al LCA, además, dependerá del alargamiento y rotura de fibras que sufre el ligamento, lo cual se conoce como esguince y sus diferentes grados; el esguince grado 1 es un ligamento levemente dañado, el cual se ha estirado ligeramente pero aún tiene la capacidad de mantener estable la articulación de la rodilla; el grado 2 es un esguince donde el ligamento sufre estiramiento y rotura parcial de sus fibras y por ende el dolor e inestabilidad es mayor, mientras que el esguince grado 3 se define como un desgarro completo del ligamento, en dos partes y la articulación de la rodilla es totalmente inestable, lo que se traduce en una clínica con mayor dolor e inflamación.^{7,32,44}

Habitualmente el deportista describe uno de los mecanismos de lesión, asociado a dolor de inicio súbito posterior al trauma, en ocasiones se describe un sonido característico como un chasquido, acompañado de una sensación de rodilla inestable y la incapacidad para continuar con la práctica deportiva; a la inspección, en el transcurso de las primeras horas, la rodilla afectada se observa edematizada debido a la hemartrosis secundaria a la aparición de derrame intraarticular de instauración rápida y un rango de movilidad reducido asociado al dolor; a la palpación se puede confirmar el derrame por medio del signo de tempango (rebote de la rótula posterior a la compresión de la misma contra la articulación femorotibial), además de puntos dolorosos a nivel de la línea articular.^{44,45}

1.5 Métodos diagnósticos para la lesión de ligamento cruzado anterior

1.5.1 Maniobras de exploración física específicas

- Cajón anterior: el examinador se sienta sobre el pie del enfermo para mantener 80° de flexión de la rodilla, se colocan ambas manos alrededor de la rodilla a examinar, y se colocan ambos pulgares sobre la línea interarticular femorotibial para realizar una tracción

hacia anterior de la tibia; la traslación pronunciada hacia anterior de la tibia respecto al fémur, indica una prueba positiva; esta maniobra debe realizarse con el paciente relajado y debe compararse con la rodilla contralateral para evitar equivocaciones en casos de hiperlaxitud. ⁴⁴

- Prueba de Lachman: El paciente se coloca en decúbito supino con la rodilla lesionada flexionada de 20-30°, mientras que también gira ligeramente externamente la pierna lesionada para relajar la banda iliotibial, luego, el examinador usa una mano para estabilizar el fémur distal mientras usa la otra mano para agarrar la tibia proximal; el examinador usa una mano para estabilizar el fémur distal mientras usa la otra mano para agarrar la tibia proximal, a continuación, se aplica una fuerza anterior a la tibia proximal en un intento de subluxar la tibia hacia adelante mientras se mantiene fijo el fémur; se considera positiva si hay una traslación anterior excesiva de la tibia proximal, en comparación a la rodilla contralateral. ⁴⁶
- *Pivot shift*: esta prueba consiste en comprobar la inestabilidad anteroposterior, rotacional y medial asociada a una lesión de LCA; se coloca al paciente en decúbito supino, extremidad examinada extendida, luego se levanta la pierna y si existiera una lesión de LCA la tibia se subluxación hacia anterior en relación al fémur; luego con la rodilla aun extendida se ejerce una fuerza de valgo y rotación interna en la rodilla y, desde esta posición aumentaría la subluxación tibial; finalmente el examinador flexiona la rodilla y en ese momento disminuye la subluxación tibial anterior referido por el paciente, e incluso por el examinador, como un chasquido. ⁴⁷⁻⁴⁸

Se pueden utilizar distintas pruebas clínicas para detectar una ruptura del LCA, sin embargo, como se menciona en el artículo: *Evidence-based recommendations for the management ACL rupture*, publicado con la finalidad de proporcionar recomendaciones prácticas para informar y discutir las opciones de manejo con los pacientes, y describir los factores relacionados con el paciente asociados con un peor resultado de ruptura del LCA; la prueba de Lachman es la prueba de diagnóstico clínico más precisa, con una sensibilidad combinada informada del 85% y una especificidad del 94%; la prueba de cajón anterior tiene una alta sensibilidad y especificidad para las roturas crónicas del LCA (92% de sensibilidad y 91% de especificidad), pero menor precisión para los casos agudos; la prueba de pivot shift es una indicación muy clara de rotura del LCA cuando es positiva (98% de especificidad), sin embargo, una prueba negativa no es suficiente para descartar la lesión (24% de sensibilidad)

47-48

1.5.2 Métodos de imagen

En la actualidad, los métodos diagnósticos de imágenes pueden ser de gran ayuda, sin embargo, como se menciona en el estudio: *Clinical examination of anterior cruciate ligamento ruptura; a systematic review and meta-analysis*, realizado con el objetivo de valorar la sensibilidad y especificidad de tres test para diagnosticar ruptura de LCA, el examen físico que se realiza cuidadosamente puede proporcionar un diagnóstico igual o más asertivo de lesión de LCA, en comparación a una resonancia magnética (RM) de rodilla, no obstante, el dolor y el derrame en un entorno agudo pueden dificultar la detección de la lesión durante el examen clínico.^{45,47}

El diagnóstico erróneo es común, por lo tanto, puede ser necesario un examen clínico repetido o una RM en la fase subaguda que permitirá la evaluación de los tejidos blandos de la rodilla adecuadamente y descartar la lesión; la precisión diagnóstica de la resonancia magnética es comparable a la de la prueba de Lachman, pero en aquellos pacientes con sospecha de rotura del LCA, la RM tiene valor como un complemento cuando el diagnóstico clínico es incierto, además, este estudio permite la evaluación de lesiones concomitantes de rodilla que pueden ser más difíciles de diagnosticar clínicamente.^{45,47}

1.6 Tratamiento para la lesión de ligamento cruzado anterior

La rotura del LCA es una lesión grave en pacientes que suelen ser jóvenes y atléticamente activos, con posibles complicaciones a largo plazo que incluyen limitación funcional, osteoartritis postraumática de la rodilla y deterioro de la calidad de vida, por lo que los objetivos del tratamiento para un individuo con ruptura del LCA son: restaurar la función de la rodilla, abordar las barreras psicológicas para reanudar la participación en la actividad diaria y deportiva, prevenir una lesión mayor de rodilla para reducir el riesgo de osteoartritis de rodilla, y optimizar la calidad de vida a largo plazo; las opciones de tratamiento se dividen en tratamiento no quirúrgico o conservador y el tratamiento quirúrgico, de los cuales su aplicación dependerá de cada caso en particular.^{47,49}

1.6.1 Tratamiento no quirúrgico

Este tratamiento no invasivo consiste principalmente en terapia física, que depende del pronóstico y de las capacidades de recuperación del paciente; a pesar que la reconstrucción del LCA se considera el estándar de oro del tratamiento para recuperar la estabilidad y mejorar la función de la rodilla, el tratamiento conservador es una alternativa importante cuando el deportista no presenta inestabilidad de la articulación de la rodilla y las manifestaciones clínicas son leves: según se menciona en el artículo: *Operative Versus Conservative Treatment of Anterior*

Cruciate Ligament Rupture, cuya finalidad consistía en comparar el tratamiento quirúrgico y el conservador, para lo que se hizo una revisión sistemática de la mejora funcional en adultos, indica que los buenos resultados para el tratamiento conservador se correlacionan principalmente con una reducción en el nivel de actividad y la motivación individual, sin embargo, la evidencia de que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior conduce a una mejor calidad de vida, mayores niveles de actividad deportiva y menor inestabilidad subjetiva que el tratamiento conservador. ⁵⁰⁻
52

1.6.2 Tratamiento quirúrgico

El tratamiento quirúrgico por medio de cirugía artroscopia, se considera como primera elección para la lesión de LCA, sobre todo en aquellos casos en los que el tratamiento conservador se considera fallido o la presentación clínica es grave; aunque existen múltiples técnicas quirúrgicas, las dos principales son la plastia hueso-tendón-hueso y plastia con tendón de semitendinosos, sin embargo, no es motivo de este trabajo posicionarse por ninguna de ellas por lo que en términos generales, la elección de la técnica dependerá del cirujano y la individualización de cada caso; el estudio: *Early Operative Versus Delayed or Nonoperative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Pediatric Patients*, cuyo objetivo era determinar si el tratamiento quirúrgico temprano de una lesión de LCA en pacientes pediátricos, resulta en una disminución de la inestabilidad de la rodilla en comparación con el tratamiento tardío o no quirúrgico, sugiere que la reconstrucción temprana del LCA dará como resultado una menor inestabilidad de la rodilla y un retorno más probable al nivel de actividad previa a la lesión sin afectar las placas de crecimiento ni causar alteraciones del crecimiento. ⁵¹⁻⁵³

Además, el estudio: *Early Operative Versus Delayed or Nonoperative Treatment of ACL*, revela que existe una tendencia en los estudios observacionales hacia mejores resultados funcionales después de la reconstrucción del LCA, y, a pesar de la investigación intensiva sobre la ruptura del ligamento cruzado anterior, hay una falta de estudios de alta calidad para determinar estrategias de tratamiento claras para los adultos con deficiencia del ligamento cruzado anterior, sin embargo, la mayoría de los estudios revisados en este metaanálisis, proponen que la estabilidad postoperatoria de la articulación de la rodilla fue óptima y encontraron una mejor función de la rodilla después de la reconstrucción del LCA, que después del tratamiento conservador. ⁵²⁻⁵³

Por lo tanto, el LCA es una estructura importante en la articulación de la rodilla, cuya anatomía y biomecánica lo predispone a esguinces de grado variable durante la práctica deportiva; las manifestaciones clínicas dependerán del grado de esguince presente, y la clínica

orientará al diagnóstico el cual puede confirmarse por medio de una resonancia magnética cuando exista duda con la presentación clínica el individuo; el tratamiento quirúrgico, a pesar de considerarse el ideal para este tipo de lesiones, también dependerá del grado de esguince del LCA, siendo el tratamiento conservador una alternativa para lesiones leves del ligamento, por lo que cada caso debe individualizarse según las características de la lesión y el deportista.

CAPITULO 2. FACTORES EPIDEMIOLÓGICOS PARA LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES.

Sumario

- Factores extrínsecos
 - Factores ambientales
- Factores intrínsecos
 - Anatómicos
 - Genéticos
 - Hormonales
 - Neuromusculares

Este capítulo tratara de los factores epidemiológicos en la lesión de LCA se clasifican en factores intrínsecos los cuales no son modificables por ser alteraciones ortopédicas y los factores extrínsecos que son susceptibles a ser modificables los cuales en conjunto se puede manifestar con la aparición de lesión de LCA; a continuación, se describen las distintas categorías de factores extrínsecos ambientales que guardan relación directa entre la superficie que se practica y la fricción, la fricción entre el material de práctica, el diseño de la suela deportiva que se utiliza y cambios climáticos; entre los factores intrínsecos se menciona los factores anatómicos, hormonales, genéticos y neuromusculares.

2.1 Factores extrínsecos

2.1.1 Factores epidemiológicos ambientales

Según la Asociación Médica Centro Médico ABC, los factores epidemiológicos extrínsecos son aquellos que son modificables por el individuo, los cuales tienen relación directa entre la fricción que se genera en la superficie de práctica y las lesiones de LCA sin contacto; la fricción entre los materiales, la temperatura de las superficies y la superficie de la suela son factores epidemiológicos que ponen en riesgo al deportista con una ruptura de LCA catalogada como lesión sin contacto. ^{2,11,54,55}

2.1.1.1 Superficie de Juego

La superficie del campo de juego puede ser muy variable ya que los materiales de mayor predominio son el césped natural, césped artificial, tierra y materiales sintéticos compactos; los campos de tierra cada vez van siendo menos, actualmente el más utilizado en la práctica deportiva es el césped con mayor predominio artificial; según *Influencia de la superficie de juego, botas y otras variables en la producción de lesiones por mecanismo indirecto de la extremidad inferior en el fútbol* hace mención que los campos de tierras abarcan solo el 11.73%, los campos

de césped natural 40.74% y los campos de césped artificial que son de mayor predominio con 47.53% y en aumento debido a que el césped artificial demostró ser un elemento protector en las últimas generaciones en relación a las lesiones de los miembros inferiores frente a los campos de césped natural y de tierra donde se produce una mayor cantidad de lesiones; los movimientos biomecánicos como correr, estilos de carrera diferentes, aumento o disminución de velocidad, configuración del pie, fuerza, resistencia y gestos producidos tanto en la práctica como en el juego tiene una gran influencia en el tipo de superficie que se desarrolla el juego; se demostró que seleccionando solo las lesiones de LCA sin contacto en césped natural hubo un 39.3% de lesiones frente a un 8.2% de lesiones en el césped artificial.^{2,56,57,58}

2.1.1.2 Calzado deportivo

Según la revista de la academia americana de cirujanos ortopédicos (AAOS) se ha identificado que existe un alto nivel de fricción entre el calzado utilizado y la superficie de juego siendo un factor epidemiológico de importancia para las lesiones de LCA sin contacto en los deportistas; se ha descubierto que el calzado con tacos que pueden ser de goma para campos de tierra, pavimento, césped que pueden ser húmedos o secos que son utilizados en el futbol presenta una resistencia a la torsión ocurriendo con mayor frecuencia en las superficies de juego secas, ya que los niveles de fricción entre el zapato y la superficie aumentan con el rendimiento del deportista, sin embargo, esto aumenta el riesgo de lesiones; según la Universidad de la Rioja las botas más adecuadas para la práctica deportiva y que previene la producción de lesiones son las dotadas con tacos de 1,5 cm o de mayor longitud, entre 15 y 24 tacos y con forma triangular, por lo tanto, un diseño en la superficie del calzado del deportista que brinda mayor seguridad puede no permitir tener un rendimiento óptimo si estas no son las adecuadas para la práctica deportiva.^{56,59}

En la actualidad la fabricación y diseño del calzado de esquí ha contribuido de forma significativa a la protección del pie, tobillo y parte distal de la tibia, provocando así una disminución de las lesiones en dichas áreas atómicas, pero este es un calzado inapropiado que puede conllevar a las lesiones en la rodilla, que supone alrededor de un 20% e todas las lesiones que se ocasionan en este deporte, por lo que la posibilidad de generar cierta inestabilidad que puede incrementar el riesgo de sufrir una lesión de LCA, esto se debe a una mala trasmisión de fuerza lo que lógicamente afecta la técnica ya sea de caída, cambio de dirección, desaceleraciones como también ocurre también en el tenis, basquetbol y atletismo, lo que causara la deficiencia mecánica y del rendimiento.^{59,60}

2.1.1.3 Condiciones climáticas

En la práctica deportiva al aire libre existen varias zonas climáticas en las cuales puede darse diferentes tipos de climas ya sea cálido, templado y frío; estos diferentes tipos de climas hace que un mismo terreno de campo varíe, un ambiente seco se relaciona con un aumento en el coeficiente de fricción, así como indica el artículo: *Influencia de la superficie de juego, botas y otras variables en la producción de lesiones por mecanismo indirecto de la extremidad inferior en el fútbol*, el cual indica que existe un aumento de lesiones en el campo seco en comparación con el campo húmedo; según el diario de AAOS llego a la conclusión que un incremento en el coeficiente de fricción de la superficie de entrenamiento y la superficie del calzado puede aumentar el rendimiento del deportista, sin embargo también aumenta el riesgo de lesión de LCA, debido que la relación superficie y calzado es muy modificable, con lo que se determina que esta área merece una mayor investigación.^{55,56,59}

2.2 Factores intrínsecos

2.2.1 Factores epidemiológicos anatómicos

Existen distintas diferencias anatómicas entre el hombre y la mujer convirtiéndose en factores epidemiológicos los cuales contribuyen a un incremento de sufrir una lesión de LCA; entre los principales factores anatómicos descritos se encuentra un ángulo Q elevado, el ancho de la escotadura intercondílea, área transversal del LCA, hiper pronación del pie, valgo e índice de masa corporal (IMC).^{12,61-64}

2.2.1.1 Ángulo Q

El ángulo Q está formado por la línea que va desde la espina iliaca anterosuperior con el centro de la rótula y la segunda línea va desde el centro de la rótula hasta el tubérculo de la tibia; un ángulo Q alto puede modificar la biomecánica del miembro inferior y puede situar a la rodilla en un riesgo de valgo dinámico y estático; según el artículo: *Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres adolescentes deportistas*, el Angulo Q cuyo valor normal oscila entre $15.8^{\circ} \pm 4.5^{\circ}$ en las mujeres y $11.2^{\circ} \pm 3^{\circ}$ en los hombres con lo que se concluye que el ángulo Q es mayor en mujeres, esto es debido a que la pelvis en mujeres es más ancha y el fémur es mucho más corto en comparación con los hombres; este cambio de angulación genera estrés medial sobre el ligamento, por lo que los deportistas con este tipo de ángulo Q aumenta el riesgo de sufrir una lesión del LCA.^{61,63,65}

2.2.1.2 Ancho de escotadura intercondílea

Las diferencias anatómicas entre hombre y mujer han demostrado según el artículo de *Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas*, que un surco intercondíleo más estrecho como es en el caso de las mujeres aumenta el riesgo de tener una lesión de LCA; esto es debido que existe una sobrecarga en el LCA el cual sufre un pinzamiento con la escotadura intercondílea específicamente en el borde lateral durante la rotación interna de la tibia; según el estudio: *Causas de rotura de ligamento cruzado anterior en el futbol*, demostró que los sujetos que más padecen con lesión de LCA tenían una escotadura intercondílea más pequeña; se menciona en un estudio sobre *Lesión del ligamento cruzado anterior: un reto en prevención a partir del riesgo*, que existe un índice del surco intercondíleo el cual consiste en la medición entre la muesca y el ancho femoral al nivel del canal poplíteo en una placa de rayos x, con lo que se concluye que una medición menor a 0.2 centímetros existe un alto riesgo de lesión de LCA. ^{61,63,66-68}

2.2.1.3 Hiperpronación del pie

La lesión de LCA se produce por una pronación excesiva del pie, lo que produce una rotación excesiva interna de la tibia; esta pronación es producida por descenso del hueso navicular según el estudio de *Causas de rotura de ligamento cruzado anterior en el futbol*, en el cual se estableció una relación directa entre la hiperpronación de la articulación subastragalina y lesión de LCA, ya que se demostró que los pacientes con un navicular bajo presentaban lesión de LCA en comparación con los sujetos con un navicular con adecuada altura; un estudio con 20 pacientes femeninas lesionadas del LCA y 20 pacientes femeninas de grupo control, se evidenció que la caída del navicular, *genu recurvatum* y la excesiva pronación subastragalina son factores significativos para la lesión de LCA. ^{66,67}

Una excesiva pronación está relacionada con una estructura inestable, con alteraciones de propulsión y un aumento de estrés que logra soportar las estructuras del miembro inferior generando una mala distribución del peso por debajo del pie; Se produce una deficiencia en el primer metatarso falange en el cual se ve afectado el mecanismo de propulsión, al igual forma se altera la postura y genera disfunción del complejo lumbo-pélvico; esta alteración postural está relacionado con la lesión del LCA por las alteraciones de rotación interna tibial y femoral. ⁶⁷

2.2.1.4 Tamaño de LCA

La diferencia de tamaño entre hombres y mujeres de esta estructura anatómica es variable ya que el área transversal es significativamente mayor en hombres, la longitud del LCA es menor en mujeres y además contiene un número menor de fibras de colágeno lo que le brinda una menor

capacidad de resistencia al estiramiento, siendo un factor de riesgo en la ruptura de LCA en las mujeres.^{69,70}

2.2.2 Factores epidemiológicos hormonales

Una de las diferencias entre los hombres y mujeres en relación con la ruptura de LCA es debido a los efectos de las hormonas sexuales en el tejido conectivo, se identificó en el estudio de Ruptura de ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas que la síntesis de colágeno se disminuye en un 40% en presencia de niveles fisiológicos de estrógenos y un 50% en presencia de niveles farmacológicos; durante el ciclo menstrual, se ha demostrado que ocurren cambios significativos en la proliferación y síntesis de fibroblastos y procolágeno tipo I en el LCA ya que existen células humanas con estrógenos y receptores de progesterona siendo una de las diferencias entre los hombres y mujeres.^{63,67}

En la fase ovulatoria del ciclo menstrual se ha evidenciado según el artículo: *Causas de rotura del ligamento cruzado anterior en el fútbol*, que durante la fase ovulatoria que es del día 10 al 14 cuando aumentan los estrógenos existe un mayor riesgo de lesiones del LCA por un aumento de laxitud del LCA en comparación con la fase folicular del día 1 al 9 esto es debido a una mayor producción de estrógenos y progesterona en el cual se reportan menos casos de lesión de LCA; se llegó a esta conclusión por medio de pruebas en orina midiendo los niveles de estrógenos, progesterona y hormona luteinizante en donde se demostró que durante los días del 9 al 14 la incidencia de las lesiones aumento; la consecuencia a nivel biológico y morfológico en las propiedades del colágeno, que al alterar la laxitud del ligamento, altera las propiedades mecánicas del LCA cuando es expuesto a fluctuaciones hormonales femeninas que alteran la estabilidad activa y pasiva de la rodilla debido a los estrógenos y relaxina que se ven involucradas en las propiedades de tensión de los ligamentos de la rodilla por los receptores que están presentes en los fibroblastos del LCA y el estradiol que disminuye la síntesis de colágeno.^{59,66,67}

2.2.3 Factores de epidemiológicos genéticos

Entre los factores epidemiológicos genéticos se identifica la presencia de polimorfismo genético como posible causa de ocasionar lesiones en el LCA, ya que son alteraciones en las bases genéticas del Ácido Desoxirribonucleico (ADN) que no son frecuentes en la población; según el artículo de *Cómo puede afectar el componente genético la lesionabilidad de los deportistas*, solo el 1% de la población mundial presenta este tipo de fenotipo; los genes implicados en la reparación del tejido conectivo del LCA puede presentar este tipo de lesiones que explica la razón del porque ciertos deportistas enfrentan este tipo de lesión.⁷¹

2.2.4 Factores epidemiológicos neuromusculares

Este factor epidemiológico se asocia a movimientos de activación y la fuerza muscular que se encuentran alterados asociados a la lesión de LCA; la contracción de cuádriceps sobre los isquiotibiales es el más frecuente ya que causa una traslación anterior de la tibia respecto al fémur, que se considera uno de los mecanismos que lleva a una ruptura de LCA; según el artículo: *Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas*, la disociación de ambos grupos musculares que se genera al realizar movimientos de cambios bruscos de dirección, fatiga, giros, desaceleración y ejercicios de aterrizaje aumento el riesgo de producir una lesión de LCA que produce efectos negativos en el control neuromuscular; al provocar fatiga muscular durante la marcha y detenerse súbitamente se ha demostrado que existe un retraso en la activación del cuádriceps y de los isquiotibiales aumentando la flexión y el valgo de la rodilla provocando estrés del LCA. ^{61-63,67,68,72}

Las mujeres se encuentran más propensas a tener una lesión de LCA debido a que una fuerza mayor durante este tipo de ejercicios genera un incremento de la rigidez en la rodilla contrarrestando el estrés que se genera normalmente en mujeres debido a una menor fuerza que desestabiliza la rodilla; se realizó un estudio de *Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas*, con el objetivo de realizar una revisión de los factores de origen neuromuscular que predisponen a los deportistas a tener una lesión de LCA que se basa en deportes en los cuales predomina los saltos, cambios de dirección, aceleración y desaceleración; en este gesto, tanto en el momento de la aceptación del peso como en el momento del empuje de despeje de la pierna, las fuerzas de traslación anterior producidas por los momentos del cuádriceps se suman a un gran momento de rotación interna tibial y de valgo, lo que genera importantes fuerzas de extensión en el LCA.

En el estudio de *¿Cuáles son los factores de riesgo intrínsecos asociados a lesión de LCA?*, se demostraron diferentes características en las mujeres en las que la cinemática y cinética, medida por medio de electromiografía, generan en este tipo de actividades, demostrando que los saltos laterales son los más peligrosos para la rodilla al igual que los saltos reactivos o también llamados no programados, los resultados de este estudio demostraron que la dirección y la reactividad de los saltos deberían de ser incluidos en futuros estudios de programas preventivos. ^{73,74}

Se demostró que la mayoría de las personas que practican deportes ya sea de alto nivel competitivo o simplemente por actividad física están propensos a sufrir lesiones del LCA y esto es debido a los distintos factores epidemiológicos mencionados los cuales se clasifican en

extrínsecos o intrínsecos; esta lesión es preocupante en la medicina deportiva debido al prolongado tiempo de rehabilitación, con altas probabilidades de no volver a competir por dicha lesión; es de suma importancia identificar los distintos factores epidemiológicos que existen ya sean sin contacto que abarcan el 80% de las lesiones de esta estructura o por contacto; se atribuye este alto porcentaje de lesiones sin contacto por las condiciones ambientales como un terreno inadecuado para la práctica deportiva, un calzado con aumento de la fricción al contacto con el terreno y condiciones climatológicas que presentan un riesgo para el deportista según el deporte que se esté practicando. ^{1,2,55}

Los factores anatómicos que forman parte de los factores intrínsecos o también llamados no modificables son de suma importancia para dicha lesión, ya que normalmente hace más vulnerable al sexo femenino por las diferencias anatómicas que se presentan con anterioridad donde se evidencio que el LCA es más corto en mujeres, con menor sección transversal que los hombres y un menor número de fibras de colágeno lo que disminuye la resistencia del estiramiento, sin olvidar que durante la ovulación aumenta el riesgo de ruptura del LCA por la liberación hormonal de estrógenos; esto indica que sufrir una ruptura de LCA suele ser por causas multifactoriales y que la única forma de disminuir la incidencia de esta patología es en la intervención de los factores extrínsecos. ^{8,64,71}

CAPITULO 3. DISCIPLINAS DEPORTIVAS Y LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN DEPORTISTAS JÓVENES

SUMARIO

- Disciplinas deportivas de contacto
- Disciplinas deportivas sin contacto

El presente capítulo expone que el deporte tiene una amplia variedad de disciplinas, que para fines de este estudio se dividen en deportes de contacto el cual enfatiza o requieren contacto físico entre los jugadores, es decir, que para su práctica debe existir el contacto físico con el adversario; por otro lado, los deportes sin contacto son aquellos en los que los participantes no tienen medios posibles para tocarse, y cada jugador o equipo se encuentra en un área o espacio físico, el cual el adversario no puede invadir; a continuación se presentan las disciplinas deportivas de contacto y sin contacto, que la evidencia científica reporta con mayor contribución en la aparición de lesiones de ligamento cruzado anterior.

3.1 Disciplinas deportivas de contacto

3.1.1 Fútbol

El fútbol es uno de los deportes más populares en todo el mundo con más de 270 millones de jugadores y aficionados o el 4% de la población mundial entre jugadores y aficionados, es el deporte que más frecuentemente practican los menores de 18 años hasta los 40 años, en el que cualquiera puede participar fácilmente y divertirse mientras disfruta de los beneficios del ejercicio, sin embargo, el fútbol implica contacto y colisiones de intensidad media y alta, lo que conlleva a lesiones, de las que la mayoría ocurren en las extremidades inferiores, y de estas el 7%-36% son lesiones de rodilla como refiere el artículo sobre *Enhanced knee joint function due to accelerated rehabilitation exercise after anterior cruciate ligament reconstruction surgery in Korean male high school soccer players*, que se realizó en jugadores de fútbol masculino coreanos de una escuela secundaria, con la finalidad de identificar los efectos de un programa de ejercicio de rehabilitación acelerada en pacientes con una reconstrucción de LCA; estos hallazgos revelan que las lesiones de rodilla ocurren predominantemente en el fútbol y las lesiones del LCA son las más comunes en el fútbol.^{75, 76}

El fútbol implica inherentemente un mayor riesgo de lesión del LCA que otros deportes, ya que requiere que sus jugadores hagan movimientos de corte combinados con desaceleración, aterrizar desde un salto y pivotar sobre una rodilla en extensión casi completa, que son todos movimientos asociados con lesiones del LCA, no solo es una de las lesiones más comunes que

afectan a los jugadores de fútbol, sino que también requiere uno de los procesos de recuperación más largos después de la cirugía reconstructiva, en consecuencia, las lesiones del LCA resultan en largos períodos de juego perdido para los futbolistas, así como en la pérdida de productividad y rentabilidad para los equipos; una lesión del LCA conduce a la atrofia por desuso de los músculos del muslo, lo que puede reducir la fuerza muscular de la cadera, y afectar negativamente el rendimiento y el tiempo de recuperación de los jugadores de fútbol, además, una lesión del LCA desestabiliza la articulación de la rodilla, reduce el control de las raíces nerviosas y disminuye el rango activo de movimiento de la articulación, lo que aumenta la posibilidad de gonartrosis en el futuro y otras lesiones físicas. ^{76,77}

La pérdida de tiempo después de una ruptura completa del LCA es muy variable, pero a menudo requiere entre 9 meses y 12 meses de rehabilitación; un estudio llamado: *ACL injury incidence, severity and patterns in professional male soccer players in a Middle Eastern league* que se realizó con el fin de determinar la incidencia, gravedad y los patrones de lesión en una liga profesional de fútbol masculino en el Medio Oriente durante cinco temporadas consecutivas, indica que la ausencia media del futbolista es de 204,5 días, lo cual está en la misma línea de resultados del estudio llamado: *ACL injuries in men's professional football*, cuyo objetivo era investigar las tendencias de tiempo en las tasas de lesiones del LCA, las tasas de complicaciones antes de volver al juego después de la reconstrucción del LCA, y la influencia de la lesión del LCA en la carrera de juego posterior en jugadores de fútbol profesional, quienes presentaron una media de ausencia de 199,5 días y que solo el 65% de los jugadores regresaron a la competencia de alto nivel. ^{78,79}

Un estudio de cohorte llamado: *Career Length and Injury Incidence After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Major League Soccer Players* (MLS, por sus siglas en inglés), cuya población fueron los futbolistas que se habían sometido a una reconstrucción del LCA y regresaron a la MLS con el objetivo de examinar la duración de la carrera en futbolistas de la MLS después de la reconstrucción del LCA, a lo que concluyeron que los futbolistas que regresaron de la lesión jugaron con menor frecuencia y que sus carreras futbolísticas fueron más cortas que el grupo control de la misma edad, siendo el regreso al campo de juego y la longevidad de la carreras después de la reconstrucción del LCA de gran preocupación para los futbolistas, sobre todo en estos futbolistas profesiones ya que el deporte es su trabajo y fuente de ingresos. ⁸⁰

3.1.2 Basquetbol

La Asociación Nacional de Baloncesto (*National Basketball Association* – NBA por sus siglas en inglés) reporta que el sitio de lesión con mayor prevalencia de trauma ortopédico en los jugadores de la NBA es la rodilla en un 13.8% y representa el mayor porcentaje de tiempo perdido de juego cada año en un 26.6%; la NBA indica que la lesión de LCA tiene repercusiones financieras sustanciales tanto para los jugadores como para la misma Asociación; esta lesión es una de las lesiones más devastadoras en los basquetbolistas y para algunos, el final de su carrera; el estudio: *Athletic Performance at the National Basketball Association Combine After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*, que se realizó con el propósito de comparar el rendimiento de NBA Combine de los atletas después de la reconstrucción del LCA con un grupo de control, refieren que la tasa de retorno al juego en la NBA después de la reconstrucción del LCA está entre el 78% y el 86%, además de una caída significativa en el rendimiento de los jugadores después de la reconstrucción del LCA en comparación con el rendimiento previo a la lesión; este estudio indica que después del regreso de la reconstrucción del LCA, el 44% de los jugadores tuvieron una caída en la eficiencia del jugador en comparación con las estadísticas previas a la lesión y en comparación con el grupo control. ^{81,83}

La Asociación Nacional de Baloncesto Femenino (*Women's National Basketball Association* – WNBA por sus siglas en inglés) se ha convertido en el pináculo de la competición de baloncesto profesional femenino en los Estados Unidos; junto con su creciente popularidad, la WNBA tiene un número creciente de atletas femeninas que ingresan a la liga o regresan a jugar después de la reconstrucción del LCA; un estudio llamado: *Return to Play and Performance in the Women's National Basketball Association After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*, cuyo objetivo era cuantificar las tasas de retorno al juego y el rendimiento después de la reconstrucción del LCA en atletas de la WNBA, concluyeron que de todas las deportistas evaluadas durante 20 años del estudio que sufrieron un desgarro del LCA, el 69.5% regresó a la actividad deportiva, en quienes se observó una disminución significativa en el rendimiento general; se demostró que las atletas femeninas tienen una tasa más baja de retorno al juego en comparación con sus homólogos masculinos. ^{82, 84}

3.1.3 Fútbol Americano

Los jugadores de fútbol americano colegial se encuentran con una amplia gama de lesiones; este deporte tiene la tercera mayor incidencia de lesiones graves entre 25 deportes de la División I de la Asociación Nacional Deportiva Universitaria (*National Collegiate Athletic Association* – NCAA, por sus siglas en inglés); estas lesiones tienen implicaciones negativas en

el tiempo de juego y ronda de draft, que consiste en el proceso de selección de nuevos deportistas provenientes de distintas universidades a quienes brindan becas pagadas a las jóvenes promesas del fútbol americano, para ingresar a la Liga Nacional de Fútbol Americano (*National Football League* – NFL, por sus siglas en inglés); los jugadores de la NFL tienen una alta demanda atlética de sus rodillas, lo que coloca al atleta en un mayor riesgo de ruptura del LCA.⁸⁵

Los movimiento e pivoteo con el pie sobre el suelo, recortes y tacleos en el fútbol americanos impone demandas extremas en el LCA, el cual se encuentran en un riesgo particular, por las fuerzas de torque a través de sus fibras durante los movimientos mencionados; la lesión de LCA comprende el 2% de todas las lesiones en la NFL, sobre todo con jugadores de características ofensivas como lo son los corredores o *running backs* y los receptores abiertos o *wide receivers*, quienes exponen la mayor cantidad de lesiones de este ligamento; el artículo llamado: *Return to Play Rates in NFL Wide Receivers and Running Backs After ACL Reconstruction: An Updated Analysis*, cuyo fin era determinar si la tasa de retorno al juego para corredores y receptores externos en la NFL ha cambiado desde que se recopilaban datos en la década de 2000 y la evaluación del rendimiento del jugador antes y después de la reconstrucción del LCA, a lo que se concluyó que aproximadamente el 62% de los corredores y receptores externos de la NFL lograron un retorno al juego exitoso, sin embargo, el tiempo que tardaron en regresar fue en promedio de 12 a 14 meses, es decir, más de un año fuera de la competición, aunado a eso, con una disminución del rendimiento con comparación con el grupo control.^{85,86}

El estudio: *Recurrent Anterior Cruciate Ligament Tears in the National Football League: A Case-Control Study*, realizado con la finalidad de identificar la recurrencia de desgarros del LCA en deportistas de la NFL de 2006-2012 reclutados para un equipo profesional, a lo que ultimaron que el 25% de los deportistas de la NFL que tuvieron una reconstrucción exitosa previa del ligamento cruzado anterior sufrieron una lesión adicional en el LCA mientras jugaban en la NFL a los 22.1 meses después de ser reclutados, además, se encontró que el riesgo de lesiones posteriores del LCA dentro de la población de la NFL era 4.7 veces mayor que el de la población general.^{87,88}

3.1.4 Balonmano

El balonmano es un deporte de alta intensidad con contacto físico frecuente entre los jugadores; estos pueden dar hasta tres pasos después de atrapar la pelota como regla de juego, lo que provoca el uso de una variedad de técnicas de movimiento dependiendo de la situación; jugar al balonmano requiere movimientos avanzados y variados como los de corte, el aterrizaje de salto y otros movimientos rápidos que pueden provocar lesiones en el LCA; aproximadamente

el 80% de las lesiones del LCA en el balonmano ocurren cuando los atletas plantan y cortan o aterrizan en una sola pierna después de un tiro de salto por lo que muchos programas de intervención tratan de reducir la tasa de lesiones instruyendo a los atletas para que aterricen de manera más segura.^{89,90}

El estudio llamado: *Horizontal jumping biomechanics among elite female handball players with and without anterior cruciate ligament reconstruction*, cuyo objetivo fue analizar la biomecánica del salto horizontal de jugadoras de balonmano de élite con o sin reconstrucción previa del LCA, indica que las incidencias reportadas de lesiones del LCA para atletas de balonmano masculinos y femeninos son de aproximadamente 0,24 y 0,86 lesiones por cada 1 000 h de exposición, respectivamente, por lo tanto, las atletas femeninas tienen de 6 a 10 veces más probabilidades de sufrir una lesión en el LCA que sus homólogos masculinos durante las mismas tareas de salto y pivote; dentro de este problema multifactorial existen diferencias de sexo cinemáticas y cinéticas que hacen que las mujeres sean más susceptibles a las lesiones de este ligamento, es por esto que muchos programas de intervención tratan de reducir la tasa de lesiones instruyendo a los atletas, sobre todo femeninas, para que aterricen de manera más segura y práctica del control muscular; la relevancia clínica de la lesión del LCA no se basa únicamente en la alteración del ligamento en sí, sino también en las implicaciones funcionales de la articulación por las lesiones de rodilla concomitantes y las complicaciones a largo plazo.^{91,92}

3.1.5 Rugby

El *rugby* es un deporte de colisión basado en el campo con una alta tasa de lesiones traumáticas, la incidencia de lesiones relacionadas con el *rugby* varía de 46.8 lesiones por cada 1 000 horas de juego hasta 81 por cada 1 000 horas en el juego masculino amateur y profesional, respectivamente, según datos de la Liga Nacional de *Rugby* (*National Rugby League – NRL*, por sus siglas en inglés); el estudio: *Return to Play After Patellar Tendon Autograft for Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Rugby Players*, con la finalidad de evaluar la tasa de retorno al juego, el momento de ese retorno y la tasa de re lesión de injerto posterior entre los jugadores de *rugby* después de la reconstrucción del LCA en el *rugby* profesional refieren que en promedio, las roturas del LCA tienen una alta incidencia y ocurren a una tasa de 0.4 a 1.2 por cada 1 000 horas de juego, lo que resulta en la mayor proporción de tiempo perdido entre los jugadores de *rugby*; más de la mitad (57%) de las roturas del LCA en jugadores de *rugby* son el resultado del contacto directo o indirecto y ocurren a un ritmo más alto en la competencia que en el entrenamiento; los resultados del estudio indican que los jugadores de *rugby* sometidos a reconstrucción del LCA tienen una alta tasa de retorno al deporte y altas tasas de retorno al mismo

nivel, sin embargo, reportan que la mayoría de los atletas regresaron entre los 7 y los 13 meses, lo que demuestra que el tiempo perdido de juego por estos deportistas es significativo. ⁹³⁻⁹⁵

3.1.6 Deportes de combate

Los deportes de combate incluyen técnicas para luchar utilizando diferentes partes del cuerpo, y los beneficios más importantes de estos ejercicios son los aumentos en la aptitud física, defensa personas, flexibilidad y confianza en los deportistas, sin embargo, estas actividades de combate no son del todo seguras, y existen riesgos de lesiones para los involucrados en la participación, por lo que el aumento de la incidencia de lesiones en estos deportes es inevitable, además, la extensión en la aparición de esta lesión en deportistas jóvenes está relacionado con la práctica del deporte en niveles profesionales en pacientes jóvenes. ^{9,96}

Como se menciona en el artículo llamado: *An Investigation of Knee Injury Profiles among Iranian Elite Karatekas: Observations from a Cross-Sectional Study*, realizado con el objetivo de investigar los perfiles de lesiones de rodilla entre los karatekas de elite en Irán, quienes indican que los sitios de lesión más común entre los karatekas son el tronco y el cuello en un 40%, seguido de la rodilla en un 32%, extremidades superiores 16% y tronco aisladamente en el 12%; las extremidades inferiores son los sitios más frecuentes de lesiones en otras artes marciales, como el *taekwondo* (57%) judo (39%), debido a la presión notable en las extremidades inferiores por los golpes repetidos y movimientos de salto y aterrizajes desde alturas considerables; en este estudio, más del 70% de los karatekas tenían lesiones de rodilla y el ligamento cruzado anterior fue la lesión más prevalente entre los luchadores. ^{96,98}

Un estudio llamado: *MRI-Detected Knee Ligament Sprains and Associated Internal Derangement in Athletes Competing at the Rio de Janeiro 2016 Summer Olympics*, quienes buscaban describir la frecuencia y gravedad de los esguinces de ligamentos de rodilla diagnosticados por resonancia magnéticas en atletas de los Juegos Olímpicos de verano del 2016 en Rio de Janeiro; indicaron que los esguinces del LC y del ligamento colateral medial fueron los más frecuentes, representando 32 de los 43 esguinces reportados, es decir, un 74.4%, y la lucha libre fue el deporte en el cual se reportaron más esguinces con 10 lesiones, seguido del *hockey* y atletismo con 7 casos cada uno y el judo con 5 casos, lo que evidencia la participación de deportes de combate en esta lesión; si bien, en la lesión de LCA, suele producirse en situaciones sin contacto, en estos deportes en los que la colisión es inevitable la mayoría de lesiones de producen en situaciones de contacto directo con el adversario. ⁹⁷

3.1.7 Hockey

El *hockey* sobre hielo es un deporte de alta velocidad y alto impacto que se asocia con un mayor riesgo de lesiones de rodilla, principalmente ligamentos y meniscos, entre ellos el LCA, independientemente de la modalidad de la práctica de *hockey*, es decir, sobre césped, en patines o el más frecuente, sobre hielo; el artículo sobre *Magnetic Resonance Imaging and Intra-articular Findings After Anterior Cruciate Ligament Injuries in Ice Hockey Versus Other Sports*, cuyo objetivo era comparar los hematomas óseos concomitantes, lesiones de ligamento colaterales y lesiones intraarticulares en las lesiones del LCA sufridas durante el *hockey* sobre hielo en comparación con otros deportes, hace mención sobre la prevalencia de lesiones del LCA que fue del 11.4% en las jugadoras de *hockey* sobre hielo y el 16% de las lesiones ligamentarias en los Juegos Olímpicos de invierno de Sochi 2014 ocurrieron durante el *hockey* sobre hielo, sin embargo, en otros deportes como el fútbol, baloncesto y voleibol causan con mayor frecuencia este tipo de lesiones del LCA, generalmente como resultados de mecanismos sin contacto.^{97,99}

El estudio llamado: *Clinical Commentary: On-Ice Return-to-Hockey Progression After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction*, elaborado con el propósito de presentar una progresión de retorno al *hockey* sobre hielo basado en criterios para atletas después de una lesión de LCA, menciona que la lesión de LCA es la tercera más común en el *hockey* sobre hielo internacionalmente y representa el 0.7% de todas las lesiones en el *hockey* sobre hielo universitario femenino; en cuanto a los jugadores profesionales de *hockey* sobre hielo masculino indica que la duración de la carrera y el rendimiento se ven afectados negativamente después de la lesión y reconstrucción del LCA, lo que para muchos jugadores significa el final de su carrera.

100

3.2 Disciplinas deportivas sin contacto

3.2.1 Tenis

La lesiones del ligamento cruzado anterior a menudo se subestima en los jugadores de tenis, considerados sujetos convencionalmente menos propensos a las lesiones de rodilla; sin embargo, la evaluación de la preactivación de los músculos estabilizadores, recto femoral (RF), vasto medial (VM), isquiotibial medial (MH) y bíceps femoral (BF), de la rodilla mediante electromiografía de superficie (sEMG) demostró ser un valor predictivo en la evaluación del riesgo de lesión del LCA como se menciona en el artículo: *Evaluación electromiográfica del riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en tenistas masculinos*, en el cual se demostró que la probabilidad de lesión de LCA es reducida debido a la musculatura de los miembros inferiores

activándose hasta un 40-80% cuando el pie toca el suelo; el objetivo de este estudio fue evaluar la musculatura de las extremidades inferiores en respuesta al aterrizaje de caída, control neuromuscular y métodos de entrenamiento con los cuales se disminuye el riesgo de lesión de LCA.^{101,102}

Como agonistas neuromusculares del LCA, los músculos medial del muslo juegan un papel crucial en la reducción del riesgo de lesiones; de hecho, la preactivación del cuádriceps medial y los isquiotibiales parece limitar el riesgo de un valgo dinámico excesivo y una rotación externa de la rodilla; sugirió que la coactivación medial de los isquiotibiales y cuádriceps puede limitar la elongación del LCA; aunque, si la activación lateral excede la medial, se podría realizar el alargamiento del LCA, el entrenamiento de apoyo es importante en la coactivación de los músculos cuádriceps-isquiotibiales para prevenir lesiones del LCA; los factores de riesgo y el control neuromuscular parece desempeñar un papel importante en la integridad de la rodilla por una reacción insuficiente o lenta de los isquiotibiales podría resultar en una estabilización inadecuada de la rodilla durante las tareas deportivas que implican grandes cargas externas y un mayor riesgo de lesión del LCA.^{101,102}

Según el estudio: *Cinemática y electromiografía de la preparación para el aterrizaje en salto y parada vertical: riesgos de lesión del ligamento cruzado anterior sin contacto*, los patrones de movimiento de las extremidades inferiores durante el aterrizaje de la tarea de salto y parada están preprogramados antes del aterrizaje; las mujeres se prepararon para el aterrizaje con disminución de la flexión de cadera y rodilla en el aterrizaje, aumento de la activación del cuádriceps y disminución de la activación de los isquiotibiales, lo que puede resultar en un aumento de la carga del ligamento cruzado anterior durante el aterrizaje de la tarea de parada y salto y el riesgo de lesión del LCA sin contacto.¹⁰³

3.2.2 Atletismo

Múltiples casos de lesiones de LCA pueden ocurrir con el acto de correr, debido a los mecanismo de producción de lesión en los atletas los cuales son: biomecánica de la carrera, alineaciones, disimetría, constitución morfológica y antropométrica, nutrición, calzado, campo de entrenamiento, calentamiento previo, entrenamiento excesivo, fatiga, estrés, sueño y climatología; en el estudio: *Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo*, se analizó principalmente las lesiones que ocurren en los miembros inferiores de velocistas, mediodondistas y fondistas, cuya actividad de correr consiste en 3 fases en las cuales pueden ocurrir lesiones ligamentosas.^{104,105}

La primer fase es el apoyo y amortiguación la cual comienza en el momento en que el pie tiene contacto con el suelo, ejerciendo fuerza sobre el tobillo y en menor medida sobre la rodilla y cadera; si el tiempo de duración es muy prolongado en esta fase mayor probabilidad de lesión de LCA ocurrirá debido a que genera una máxima tensión sobre la rodilla aumentando el riesgo de lesión; la segunda fase consta del impulso en el cual el centro de gravedad pasa por delante de la pierna de apoyo generando una extensión inmediata de la rodilla y tobillo, finalizando en el momento en el que el pie se separa de suelo; esta fase genera un gran trabajo de la musculatura del miembro inferior ocasionando cierta fatiga y retrasando el tiempo de activación de los músculos dejando vulnerable la articulación y aumentando el riesgo de LCA; y por último la fase de suspensión la cual es la fase más segura en la que existe un menor riesgo de lesión ya que el atleta se encuentra suspendido en el aire y finaliza al tener contacto con el suelo; Los atletas con especialidad en velocidad son mucho más propensos a sufrir lesiones de LCA si no cuentan con la técnica adecuada durante la práctica o competencia de las distintas actividades.^{104,105}

3.2.3 Esquí

La ruptura de LCA es una de las lesiones más comunes en este deporte; según indica el estudio denominado: *Lesiones del ligamento cruzado anterior en esquiadores: Conceptos actuales*, en la que se pretendía describir los mecanismos de lesión en esquiadores amateurs y competitivos, se reporta una tasa de 5 por cada 100 esquiadores en temporada de nivel competitivo; los mecanismos de lesión de LCA en el esquí existe 2 principales los cuales fueron analizados por video que son: ¹⁰⁶

- El pie fantasma: mecanismo más frecuente para la lesión de LCA, es más común en esquiadores principiantes en cual consiste en sentarse al perder el control, generando una flexión profunda de las rodillas apoyando el peso en la cara interna del pie de apoyo, a la vez queda atrapado en la nieve generando una rotación interna que produce la lesión. ¹⁰⁶
- Mecanismo inducido por la bota: en este mecanismo el esquiador pierde el equilibrio balanceándose hacia atrás apoyando el peso en la cola de los esquís; al intentar extender sus rodillas para recuperar el balance se produce un desplazamiento anterior de la tibia generando la lesión de LCA.
- Mecanismo de aterrizaje con peso atrás: es un mecanismo parecido al inducido por la bota con la diferencia que el esquiador pierde el equilibrio al momento de saltar, aterrizando con la cola del esquí; generando dos fuerzas, una que desplaza la tibia hacia adelante y otra de compresión femoro-tibial.

- Mecanismo de resbalar y capturar: Este es el mecanismo más frecuente de lesión en el esquí debido a que se pierde el agarre del esquí del lado externo con la nieve separándose del esquí; el esquiador extiende la dorilla para retomar el agarre, sin embargo, se genera una fuerte flexión y rotación interna de la rodilla generando lesión del LCA.
- Mecanismo de quita nieve dinámico: es producido por el esquiador al perder el balance de su peso sobre el esquí interno de la curva; el externo se aleja del esquiador, forzando al esquí interno a cambiar su apoyo al canto interno, enganchándose en la nieve y forzando la rotación interna y valgo de la rodilla.

Según el artículo sobre Lesiones del ligamento cruzado anterior en esquiadores: Conceptos actuales indica que el 65% de todas las lesiones de LCA es debido a estos últimos 2 mecanismos en esquiadores a nivel competitivo; el valgo y rotación interna son los 2 principales mecanismos de lesión de LCA, demostrado por los movimientos de torque que vuelven más vulnerables al LCA a lesionarse estando la rodilla en flexión profunda o extensión. ^{106,107}

3.2.4 Voleibol

Es uno de los deportes sin contacto que se caracteriza por repetitivos movimientos potentes, gran número de saltos y distintas localizaciones corporales; en el cual se producen el menor número de lesiones de LCA, las lesiones suelen ser por sobrecarga de rodilla, rodilla de saltador lo que produce por un número elevado de saltos, fatiga muscular y aterrizajes en una mala posición tras finalizar un salto ya que es necesario una base corporal móvil y entrenada para evitar este tipo de fallas; de los deportes olímpicos con pelota, el voleibol produce el menor número de lesiones debido a la ausencia de contacto entre los oponentes. ¹⁰⁸

Así pues, los deportes con contacto por su naturaleza de colisión e impacto contribuyen de sobremanera en la aparición de lesiones de ligamento cruzado anterior, y los mecanismos de lesión y factores epidemiológicos se suman al riesgo de aparición de la ruptura de LCA; los deportes sin contacto directo con el adversario también está implicado en la aparición de la lesión de LCA, pues durante la práctica de estos deportes, son necesarios los movimientos descritos que favorecen a la ruptura de LCA, razón por la cual en cada disciplina deben evaluarse las causas de la lesión y abordarlo de forma preventiva.

CAPITULO 4. ANÁLISIS

El ligamento cruzado anterior es uno de los dos ligamento cruzados que estabiliza la articulación de la rodilla al evitar movimiento excesivo hacia delante de la tibia o limitar los movimientos rotaciones de la rodilla; es una banda de tejido conectivo especializado ubicado en la articulación de la rodilla que conecta al fémur con la tibia, compuesto predominantemente de fibras colágeno que constituyen el 70% de su peso seco; así se describe en el artículo llamado: *Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee Anterior Cruciate Ligament*, realizado con la finalidad de presentar la anatomía y la función del LCA para facilitar la comprensión de los mecanismos lesivos y reducir el riesgo de daño; este documento describe que el LCA, está compuesto por dos haces o fascículos, uno anteromedial (FAM) y otro posterolateral (FPL); el FAM surge del sitio más posterior y proximal de la unión femoral y se unen en la porción anteromedial de su unión tibial, mientras que el FPL surge de la porción distal de su unión femoral y se adhiere a la porción posterolateral de su unión en la tibia, siendo este fascículo el que compone principalmente al LCA; con el movimiento de la rodilla la longitud y la orientación del FAM y el FPL varían, debido a que por la forma en la que discurren ambos fascículos, durante la lesión de rodilla el FAM se alarga y contrae más, mientras que el FPL se acorta y se vuelve más laxo; durante la extensión de la rodilla el FPL se estira y contrae mientras que el FAM permanece contraído en menor grado que el FPL; esta diferencia en los movimientos de la articulación favorece en gran medida a la vulnerabilidad del LCA a una lesión .¹⁵⁻¹⁹

La presentación clínica de una lesión de LCA en deportistas jóvenes, depende del grado de la lesión, el cual puede variar desde una presentación leve si es un esguince grado 1, donde las manifestaciones clínicas consistirán en dolor en la rodilla afectada, hasta una inestabilidad considerable, edema y hemartrosis en un esguince grado 3, como se describe en el estudio: *MRI comparison of injury mechanism and anatomical factors between sexes in non-contact anterior cruciate ligament injuries*, en este estudio se incluyeron un total de 148 pacientes con roturas primarias de LCA de las cuales 145 fueron causados por mecanismos de lesión sin contacto, demostrando que este mecanismo es el más común en la lesión de LCA, posterior a un salto con aterrizaje en una sola rodilla con valgo pronunciado, pivotes o giros con el pie fijo sobre el terreno de juego.^{39,42,43}

Con respecto al tratamiento de elección para este tipo de lesión, el estudio llamado: *Is ACL reconstruction a prerequisite for the patients having recreational sporting activities?*, es un estudio que comparó el tratamiento conservador versus el quirúrgico, el cual refiere que el tratamiento depende del caso del paciente, debe individualizarse a cada paciente según sus

características, sin embargo, en aquellos deportistas que fueron sometidos a un procedimiento quirúrgico, el mejor promedio de regreso al deporte fue de 12 meses en el grupo intervenido quirúrgicamente, en comparación del grupo sin tratamiento quirúrgico cuyo promedio fue de 13.4 meses, en este estudio ambos grupos fueron sometidos a entrenamiento neuromuscular lo cual beneficia a que el retorno al deporte sea similar; el estudio: *Comparison of the clinical and cost effectiveness of two management strategies (rehabilitation versus surgical reconstruction) for non-acute anterior cruciate ligament (ACL) injury: study protocol for the ACL SNNAP randomised controlled trial*, y el estudio: *Operative Versus Conservative Treatment of Anterior Cruciate Ligament Rupture*; ambos concluyen que la tendencia en estudios observacionales y en sus propios estudios existen mejores resultados funcionales después de la reconstrucción quirúrgica del LCA, con la desventaja que posterior a la cirugía, el tiempo promedio para retornar a sus actividades deportivas oscila entre los 9 y 12 meses. ^{50,51,52}

Los factores epidemiológicos en la lesión de LCA se clasifican en factores extrínsecos e intrínsecos, normalmente el 70% de las lesiones de esta patología se produce durante la práctica deportiva y se reporta hasta 80 000 casos de lesión de LCA anualmente, con una incidencia que se da entre los rangos de 15 a 25 años; las capacidades físicas que se obtiene en estas edades y la alta demanda de práctica deportiva a nivel universitario aumentan riesgo de lesiones existen se menciona en el puesto número uno el fútbol seguido del baloncesto, fútbol americano, *rugby*, tenis, atletismo, y esquí, que son deportes en los cuales se encuentran involucrados movimientos que generan cierto estrés sobre el LCA aumentando el vulnerabilidad de ruptura de esta estructura. ^{1,55,75,76}

Según los datos recolectados existen distintos tipos de factores extrínsecos los cuales son conocidos también como factores modificables los cuales tiene una relación directa con individuo y la superficie de práctica, es posible la intervención de estos factores para disminuir la vulnerabilidad de tener una lesión de LCA ya que se determinó que con un adecuado calzado para los distintos deportes disminuye el coeficiente de fricción durante la práctica y permiten el desplazamiento adecuando de los atletas sin perder el equilibrio de los movimientos realizados; otro factor importante es el campo de juego, debido a que existen distintas superficie de juego que aumento o disminuyen el riesgo de tener una lesión de LCA ya que algunas superficie son muy resbalosas o con mucha fricción alterando el control neuromuscular generando una inestabilidad dinámica o estática de la articulación; y por último encontramos las condiciones climáticas que entre más seco es el campo de juego existe un aumento de la fricción entre el

contacto de la superficie de juego y el calzado deportivo, siendo las épocas de verano donde mayor riesgo de ruptura de LCA existe.⁵⁶⁻⁶⁰

Los factores intrínsecos los cuales no son modificables y están sujetos a los deportistas son el principal problema en esta patología ya que las alteraciones anatómicas, hormonales, genéticas y neuromusculares no son factores epidemiológicos en los cuales se puede realizar algún método preventivo para evitar este tipo de lesiones siendo las mujeres las más afectadas en esta categoría de factores epidemiológicos; las alteraciones anatómicas como es un menor tamaño de LCA en mujeres que hombres, al ser una característica propia de la mujer es imposible modificar dicho factor según la literatura recolectada, al igual que el ancho de la escotadura intercondílea es un factor anatómico en el cual las mujeres se ven afectadas, por el pinzamiento del LCA por ser una hendidura muy estrecha generando cierto estrés sobre el LCA aumentando el riesgo de padecer este tipo de lesión; y un ángulo Q elevado el cual se demostró que puede modificar la biomecánica del miembro inferior y aumentar el riesgo de lesión por un de valgo dinámico y estático aumentando la tensión que se genera sobre el LCA favoreciendo la ruptura de dicha estructura estabilizadora de la rodilla; otra razón por la cual las mujeres son más propensas a padecer esta lesión se debe a causas hormonales las cuales se pueden manifestar ya sea por respuesta fisiológica o farmacéutica, predominando por un 10% mayor la respuesta farmacológica; esto es debido a que la liberación de estrógenos aumenta la retención de líquidos y la liberación de relaxina aumentando la flexibilidad del LCA y generando mayor riesgo a tener una ruptura de las fibras ligamentosas del LCA.^{12,61-66, 69-72}

Estos factores epidemiológicos pueden estar presentes o no en un deportista joven, sin embargo, el hecho de practicar un deporte es un riesgo de lesión de LCA en sí, pues aquellos deportes que implican realizar acciones como el cambio de dirección, desaceleración, caídas en un solo pie posteriores a un salto en los que al caer se produzca un aumento del valgo de la rodilla, permitirán este colapso en valgo y rotación, sobre todo interna que, llevan al fracaso ligamentario; cada deporte contribuye a la lesión de LCA según los movimientos que se requieran ejecutar para su práctica; en el estudio A Multisport Epidemiologic Comparison of Anterior Cruciate Ligament Injuries in High School Athletics, de los deportes estudiados, con una población joven al ser estudiantes de una escuela secundaria, las tasas más altas de lesiones del LCA fueron para el fútbol femenino, quienes anatómica y hormonalmente presentan mayor predisposición a lesiones como ya se mencionó anteriormente, seguido del fútbol americano masculino, que por su forma de juego de colisión y fuerte contacto directo, es comprensible su presencia en este estudio, continuando por el baloncesto femenino, y las tasas más bajas de

lesiones en este estudio se encontraron en el basquetbol masculino y baseball en general; este tipo de estudios multideporte permite evidenciar que a pesar que algunos deportes como voleibol, beisbol o softbol no tengan altas tasas de lesión de LCA en comparación con futbol, por ejemplo, el riesgo de aparición está presente y los riesgos de la misma son latentes en estos deportistas.

101-103,108

Otros estudios que comparan distintos deportes, como el de *Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Sport: A Systematic Review and Meta-Analysis of Injury Incidence by Sex and Sport Classification*, o *MRI-Detected Knee Ligament Sprains and Associated Internal Derangement in Athletes Competing at the Rio de Janeiro 2016 Summer Olympics*, demuestran que en deportes de contacto o no, la incidencia de lesión presenta está asociada a la naturaleza del contacto jugador versus jugador o del contacto jugador y la fricción con el terreno de juego inherente en el deporte practicado; en el estudio de los Juegos Olímpicos de Rio de Janeiro de 2016, de los 43 esguinces reportados durante la competición, 32 casos eran esguinces del LCA, y los deportes con mayor número de casos eran deportes de contacto, luego *hockey*, después atletismo y por ultimo judo en orden descendente en incidencia, lo que demuestra que el deporte de contacto contribuyó en gran manera por su naturaleza de impacto pero, el deporte sin contacto como el atletismo, demuestra que a pesar de no existir la confrontación física de contacto directo con el adversario, la lesión de LCA es una realidad.^{41,97}

CONCLUSIONES

El describir los factores epidemiológicos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes es complejo sin el conocimiento previo sobre la vulnerabilidad de su anatomía en hombres y sobre todo en mujeres; esta monografía asume un conocimiento básico del LCA por el lector y entre las debilidades de la investigación se mencionan la amplia definición de deportista o atleta, la dificultad de estudiar aisladamente una lesión de LCA por la frecuencias de lesiones concomitantes y la variabilidad en su gravedad y pronóstico, y las distintas clasificaciones de factores epidemiológicos para esta lesión, lo cual general la dificultad para el investigador obtener información que responda la pregunta general de investigación directamente.

Las referencias bibliográficas disponibles para obtener información sobre la anatomía del LCA y su presentación clínica ha sido encontrada en la editorial más recientes de libros de texto, sin embargo, estos son de hace más de 15 años o más, los cuales concuerdan con fuentes más recientes, sin embargo, es necesario estar actualizado con respecto a la información sobre el diagnóstico y tratamiento de elección en este tipo de lesión; y será necesario complementar con investigaciones de otros deportes frecuentemente practicados como el ciclismo, *skateboard*, *CrossFit*, *TRX*, por ejemplo, que contribuyen en la lesión de LCA pero no han sido investigados adecuadamente.

Es necesario hacer énfasis en el ámbito deportivo femenino y sus características predisponentes a la lesión de LCA, sobre todo, hoy en día que se cuenta afortunadamente con mayor presencia femenina en las actividades deportivas a nivel mundial; esto al ser un proceso variable con la literatura de años atrás, será necesario continuar con futuras investigaciones que integren o se especifiquen en el sexo femenino de las distintas disciplinas deportivas para una lesión de LCA

Por lo tanto, es indispensable conocer los factores epidemiológicos extrínsecos, como lo son los factores ambientales, los cuales por su naturaleza externa al individuo tienen una mayor capacidad de prevención y control, que permiten la disminución de la aparición de esta lesión al ejecutar medidas preventivas de acuerdo a la evidencia científica, y los factores epidemiológicos intrínsecos, cuyo abordaje no siempre puede ser preventivo al ser factores inherentes al individuo, no obstante pueden ser controlados a través de medidas como ejercicios de activación neuromuscular, el control del índice de masa corporal y entrenamiento de la caída posterior a un salto, cambios de dirección y pivote al ser estos movimientos asociados a la lesión de LCA; también es indispensable reconocer el proceso de los movimientos que se realizan previo a la

lesión de LCA en situaciones sin contacto, el más frecuentemente observado, para determinar qué acciones pueden tomarse para su control y modificación; por lo tanto, valdría la pena indagar sobre cuáles son las medidas de prevención actuales, respaldadas de evidencia científica, utilizadas en el deporte para la prevención de la lesión de ligamento cruzado anterior.

RECOMENDACIONES

Se recomienda tener conocimiento general sobre los factores epidemiológicos que existen y sus diferentes tipos, ya que con esto pueden enfocarse principalmente a los factores que pueden ser intervenidos a través de distintos programas de prevención para disminuir el número de lesiones de LCA en deportistas jóvenes.

Existe muy poca información sobre programas preventivos de lesión de LCA y los distintos factores epidemiológicos modificables, por lo que se recomienda ampliar el campo informativo en respecto al calentamiento muscular, estiramientos, ejercicios de fuerza, ejercicios de agilidad o cambios de dirección, ejercicios de propiocepción y ejercicios de estabilidad central que son las principales fallas del deportista durante la práctica que lo vuelve aún más vulnerable a sufrir una lesión de LCA.

Es de suma importancia tener en cuenta las variaciones anatómicas y hormonales entre los hombres y mujeres ya que se ha demostrado que las mujeres se encuentran más propensas a sufrir una lesión de LCA, se recomienda una investigación más amplia de este factor de riesgo ya que no hay suficientes estudios que nos indique que las variaciones de estos factores epidemiológicos estén completamente relacionadas con la lesión de LCA en jóvenes deportistas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garín Zertuche DE, Padilla ER, Paniagua AP. Lesión del ligamento cruzado anterior. Opciones actuales de tratamiento en el deportista. Orthotips [en línea]. 2018 [citado 25 Ago 2021]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2016/ot162c.pdf>
2. Lluna Llorens ÁD, Sabater BS, Morte IM, García EM, López SS, Abellán Guillén JF. Rotura del ligamento cruzado anterior en la mujer deportista: factores de riesgo y programas de prevención. Arch Med Deporte [en línea]. 2017 [citado 25 Ago de 2021]; 34 (5): 288-292 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6262643&orden=0&info=link>
3. Nagano Y, Yako-Suketomo H, Natsui H. Lesión del ligamento cruzado anterior: identificación de fuentes de información y conciencia de los factores de riesgo entre la población general. PLoS one [en línea]. 2018 [citado 25 Ago 2021]. 13 (1): e0190397. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5755787/>
4. Ferrer-Roca V, Balias X, Domínguez-Castrillo O, Linde F, Turmo-Garuz A. Evaluación de factores de riesgo de lesión del ligamento cruzado anterior en jugadores de fútbol de alto nivel. Apunts Sport medicina [en línea]. 2021 [citado 7 Jul 2021]; 49(181):5-10 Disponible en: <https://www.apunts.org/es-evaluacion-factores-riesgo-lesion-del-articulo-X0213371714741433>
5. Batista J, Maestu R, Sánchez GG, Logioco L, Gutman J, Paunovich J. Causas de falla en la reconstrucción primaria de LCA. Revista de Artroscopía [en línea]. 2010 [citado 25 Ago 2021]; 17 (3): 223-232 Disponible en: <https://www.revistaartroscopia.com/ediciones-antiores/64-volumen-05-numero-1/volumen-17-numero-3/604-causas-de-falla-en-la-reconstruccion-primaria-de-lca>
6. Pérez ÁF. La caracterización del perfil del deportista de atletismo de alto nivel. Investigación en Educación [en línea]. 2015 [citado 25 Ago 2021]; 13 (2): 219-242 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5487612.pdf>
7. JoSepth A, Collins C, Henke N, Yard E, Fields S, Comstock R. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. J Athl Train [en línea]. 2013 [citado 19 Jul 2021]; 48 (6): 810–817 Disponible en: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.6.03>
8. Romero-Moraleda B, Cuellar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Gallardo J et al. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino propuesta de prevención. Rev. int.

- cienc. deporte [en línea]. 2017 [citado 7 Jul 2021]; 13 (48): 117-138 Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5916685.pdf>
9. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Medicine* [en línea]. 2019 [citado 20 Jul 2021]; 98 (26): e16030 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6616929/>
 10. López F, Bárcena R, Calvo M. Lesión de ligamento cruzado anterior en futbolistas cántabros. Análisis descriptivo de los factores de riesgo. *MLS Sport Research* [en línea]. 2021 [citado 9 Jul 2021]; (1) Disponible en: https://www.mlsjournals.com/Sport-Research/article/view/654?lang=en_US
 11. Marín Duque C. Lesión del ligamento cruzado anterior: un reto en prevención a partir del riesgo [en línea]. Colombia: Scribd ; 2015 [citado 12 Jul 2021]. Disponible en: https://es.scribd.com/doc/295911090/Monografia-Lesion-Del-Ligamento-Cruzado-Anterior-en-Mujeres#fullscreen&from_embed
 12. Viñao A. Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas: estudio efectuado en deportistas. [tesis de Fisioterapia]. España: Universidad de Valladolid, Facultad de Fisioterapia de Soria; 2016 [citado 17 Jul 2021]. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/20765>
 13. Ríos R. ¿Cómo elaborar una monografía? 2da versión [en línea]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala ;2020 [citado 6 Jul 2020]. . Disponible en: <https://radd6.virtual.usac.edu.gt/cienciasmedicas/mod/folder/view.php?id=1457O%20904.pdf;jsessionid=5691E65B22F72CAC1B91281A8CB49FDF?sequence1>
 14. Moore K, Dalley A, Agur A. Anatomía con orientación clínica. 13 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. p 639-443
 15. Gali J, Camargo D, Oliveira F, Pereira R, Silva P. Descriptive anatomy of the anterior cruciate ligament femoral insertion. *Rev. bras. ortop* [en línea] 2018 [citado 3 Sep 2021]; 59 (4): 421-426. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2018.05.004>
 16. Tran TD, Tran QL. A cadaveric study on the anatomy of anterior cruciate ligament in Vietnamese adults. *Rev Asia Pac J Sports* [en línea] 2018 [citado 3 Sept 2021]; 14: 22-25. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.asmart.2018.05.001>
 17. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Williams A. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. *Bone Joint J* [en línea]. 2016 [citado 3 Sept 2021]; 98: 1020–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B8.37117>

18. Gupton M, Imonugo O, Terreberry R. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Knee. En: StatPearls [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [citado 3 Sept 2021]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK500017/?report=reader>
19. Yoo H, Marappa-Ganeshan R. Anatomy, bony pelvis and lower limb, knee anterior cruciate ligament. En: StatPearl [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [citado 3 Sept 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32644659/>
20. Lee J, Jo S, Lee Y, Park H, Song J, Sung I et al. Anterior cruciate ligament remnant cells have different potentials for cell differentiation based on their location. Scientific Reports [en línea]. 2020 [citado 3 Sept 2021]; 10 (1): 3097. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7033160/>
21. Kittani M, Havivi B, Shemesh S, Yaari L, Yassin M, Rath-Wolfson L. Histological changes in the human anterior cruciate ligament after rupture. J. Bone Jt. Surg. [en línea]. 2021 [citado 3 Sept 2021]; 82 (10): 1387-1397. Disponible en: <https://www.ima.org.il/Medicine/MAJ/viewarticle.aspx?year=2021&month=01&page=33>
22. Ryu K, Saito M, Kurosaka D, Kitasato S, Omori T, Hayashi H et al. Enhancement of tendon-bone interface healing and graft maturation with cylindrical titanium-web (TW) in a miniature swine anterior cruciate ligament reconstruction model: histological and collagen-based analysis. BMC Musculoskeletal Disorders [en línea]. 2020 [citado 3 Sept 2021]; 21 (1): 198 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7110724/>
23. Lu C, Chou S, Shen P, Chou P, Ho M, Tien Y. Extracorporeal shock wave promotes activation of anterior cruciate ligament remnant cells and their paracrine regulation of bone marrow stromal cells proliferation, migration, collagen synthesis, and differentiation. BJR [en línea]. 2020 [citado 4 Sept 2021]; 9 (8): 457-467. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7418778/>
24. Lane A, Harkey M, Davis H, Luc-Harkey B, Stanley L, Hackney A et al. Body mass index and type 2 collagen turnover in individuals after anterior cruciate ligament reconstruction. J. Athl. Train [en línea]. 2019 [citado 4 Sept 2021]; 54 (3): 270-275. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6485853/>
25. Nagai T, Bates N, Hewett T, Schilaty N. Effects of localized vibration on knee joint position sense in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction. Clinical

- Biomechanics [en línea]. 2018 [citado 4 Sept 2021]; 55:40-44. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5960437/>
26. Nayak M, Nag H, Gaba S, Nag T, Sharma S. Quantitative correlation of mechanoreceptors in tibial remnant of ruptured human anterior cruciate ligament with duration of injury and its significance: an immunohistochemistry-based observational study. *J Orthop Traumatol* [en línea]. 2018 [citado 3 Sept 2021]; 19(1):5 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6123315/>
27. Rebmann D, Mayr H, Schmal H, Hernandez Latorre S, Bernstein A. Immunohistochemical analysis of sensory corpuscles in human transplants of the anterior cruciate ligament. *J. Orthop. Surg. Res.* [en línea]. 2020 [citado 3 Sept 2021]; 15(1): 270 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7368668/>
28. Chun K, Lee S, Kim J, Jin E, Kim K, Chun C. Immunohistochemical and immunocytochemical study of mechanoreceptors in anterior cruciate ligament reconstruction with the remnant-preserving technique using Achilles tendon allografts. *J. Orthop. Surg. Res* [en línea]. 2017 [citado 4 Sept 2021]; 12(1): 93 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5471731/>
29. Sha L, Xie G, Zhao S, Zhao J. A morphologic and quantitative comparison of mechanoreceptors in the tibial remnants of the ruptured human anterior cruciate ligament. *Medicine* [en línea]. 2017 [citado 3 Sept 2021]; 96 (5): e6081. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5293483/>
30. Young S, Valladares R, Loi F, Dragon J. Mechanoreceptor reinnervation of autografts versus allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2016 [citado 4 Sept 2021]; 4(10): 232596711666878. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5076746/>
31. Temponi E, de Carvalho Júnior L, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop* [en línea]. 2015 [citado 3 Sept 2021]; 50 (1): 9-15. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4519562/>
32. Velázquez-Rueda ML, Martínez-Ávila JP, Pérez-Serna AG, Gómez-García F. Factores de riesgo y frecuencia de rerrupturas del ligamento cruzado anterior en adultos. *Acta ortop. mex* [en línea]. 2016 [citado 2021 Sept 06]; 30(2): 61-66. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022016000200061&lng=es.

33. Carvalho R, Ramos L, Novaretti J, Ribeiro L, Szeles P, Ingham S et al. Relationship between the middle genicular artery and the posterior structures of the knee. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2016 [citado 4 Sept 2021]; 4(12): 232596711667357. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5175417/>
34. Tamaki Y, Hamada D, Mitsuhashi T, Kasai T, Mishiro T, Tsutsui T et al. Intraligamentous hematoma of the anterior cruciate ligament. *Case Rep Orthop.* [en línea]. 2019 [citado 3 Sept 2021]; 2019: 1-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6854964/>
35. Marieswaran M, Jain I, Garg B, Sharma V, Kalyanasundaram D. A Review on biomechanics of anterior cruciate ligament and materials for reconstruction. *Appl Bionics Biomech* [en línea]. 2018 [citado 5 Sept 2021] 2018: 4657824. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5971278/#>
36. Rahnamai A, Sabzevari S, Irrarázaval S, Chao T, Fu F. Anatomical individualized acl reconstruction. *Arch Bone Jt Surg* [en línea]. 2016 [citado 5 Sept 2021];4(4):291-297. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5100442/>
37. Sherman S, Raines B, Naclerio E. Management of anterior cruciate ligament injury? What's in and what's out? *Indian J Orthop* [en línea]. 2017 [citado 5 Sept 2021]; 51(5): 563-575. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5609378/>
38. Arhos E, Capin J, Ito N, Snyder-Mackler L. Functional measures do not differ in late-stage rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction according to mechanism of injury. *Int. J. Sports Phys. Ther.* [en línea]. 2020 [citado 6 Sept 2021]; 15 (5): 744-754. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7575151/#__ffn_sectitle
39. Choi W, Yang J, Jeong S, Lee J. MRI comparison of injury mechanism and anatomical factors between sexes in non-contact anterior cruciate ligament injuries. *PLOS ONE* [en línea]. 2019 [citado 6 Sep 2021];14 (8): e0219586. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6675514/#__ffn_sectitle
40. Dos'Santos T, McBurnie A, Comfort P, Jones P. The effects of six-weeks change of direction speed and technique modification training on cutting performance and movement quality in male youth soccer players. *Sports* [en línea]. 2019 [citado 6 Sept 2021]; 7 (9): 205. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6783855/#__ffn_sectitle
41. Montalvo A, Schneider D, Webster K, Yut L, Galloway M, Heidt R et al. Anterior cruciate ligament injury risk in sport: a systematic review and meta-analysis of injury incidence

- by sex and sport classification. *J Athl Train* [en línea]. 2019 [citado 6 Sept 2021]; 54(5): 472-482. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6602364/#__ffn_sectitle
42. Navacchia A, Bates N, Schilaty N, Krych A, Hewett T. Knee abduction and internal rotation moments increase acl force during landing through the posterior slope of the tibia. *J Orthop Res* [en línea]. 2019 [citado 6 Sept 2021];37(8):1730-1742. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6790148/#!po=72.2222>
43. Pfeifer C, Beattie P, Sacko R, Hand A. Risk factors associated with non-contact anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Int J Sports Phys Ther* [en línea]. 2018 [citado 6 Sept 2021]; 13(4): 575-587. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6088120/>
44. Ramos Vértiz J. *Traumatología y ortopedia*. 2 ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Atlante; 2010.
45. Huang W, Zhang Y, Ma L. Clinical Examination of Anterior Cruciate Ligament Rupture: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acta Orthop Traumatol Turc* [en línea]. 2016 [citado 7 Sept 2021]; 50(1): 22-31. Disponible en: <https://www.aott.org.tr/en/clinical-examination-of-anterior-cruciate-ligament-rupture-a-systematic-review-and-metaanalysis-163711>
46. Coffey R, Bordoni B. Lachman Test. En: *StatPearls* [en línea]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [citado 7 Sept 2021]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32119302/>
47. Filbay S, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract. Res.: Clin. Rheumatol.* [en línea]. 2019 [citado 7 Sept 2021]; 33(1): 33-47. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6723618/>
48. Gürpınar T, Polat B, Polat A, Çarkçı E, Öztürkmen Y. Diagnostic accuracy of lever sign test in acute, chronic, and postreconstructive acl injuries. *Biomed Res. Int.* [en línea]. 2019 [citado 7 Sept 2021]; 2019: 1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6590604/>
49. Valderrama-Treviño A, Granados J, Alvarado C, Barrera B, Contreras E, Uriarte K et al. Lesión del ligamento cruzado anterior. *Valderrama-Treviño AI y cols* [en línea]. 2017 [citado 8 Sept 2021]; 13(4). Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2017/ot174b.pdf>

50. Kovalak E, Atay T, Çetin C, Atay İ, Serbest M. Is ACL reconstruction a prerequisite for the patients having recreational sporting activities? *Acta Orthop. Traumatol. Turc* [en línea]. 2018 [citado 9 Sept 2021]; 52(1): 37-43. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6136326/>
51. Davies L, Cook J, Leal J, Areia C, Shirkey B, Jackson W et al. Comparison of the clinical and cost effectiveness of two management strategies (rehabilitation versus surgical reconstruction) for non-acute anterior cruciate ligament (ACL) injury: study protocol for the ACL SNNAP randomised controlled trial. *Trials* [en línea]. 2020 [citado 9 Sept 2021]; 21(1):405 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7222454/>
52. Krause M, Freudenthaler F, Frosch K, Achtnich A, Petersen W, Akoto R. Operative versus conservative treatment of anterior cruciate ligament rupture. *Dtsch Arztebl Int* [en línea]. 2018 [citado 8 Sept 2021]; 115(51-52): 855–862. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6381773/#__ffn__sectitle
53. Dunn K, Lam K, Valovich McLeod T. Early operative versus delayed or nonoperative treatment of anterior cruciate ligament injuries in pediatric patients. *J. Athl. Train.* [en línea]. 2016 [citado 8 Sept 2021]; 51(5): 425-427. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5013703/>
54. Orizola A, Zamorano A. Reconstrucción de ligamento cruzado anterior de rodilla en mujeres deportistas. *Rev. Méd. Clín. Las Condes* [en línea]. 2012 [consultado el 9 de Sept de 2021];23(3):319-25. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/s0716-8640\(12\)70316-4](https://doi.org/10.1016/s0716-8640(12)70316-4)
55. Webster K, Nagelli C, Hewett T, Feller J. Factors associated with psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am. J. Sports Med.* [en línea]. 2018 [citado 9 Sept 2021]; 46(7): 1545-1550. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6598700/>
56. Herrero Arenas N. Influencia de la superficie de juego, botas y otras variables en la producción de lesiones por mecanismo indirecto de la extremidad inferior en el fútbol. Murcia, Universidad Católica San Antonio de Murcia, departamento de ciencias de la salud [tesis de ciencia en la salud en línea]. 2014. [Citado 9 Sept 2021] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=93261>
57. Federico Esteban A, Leonardo Ariel MM. Rupturas de LCA – análisis de factores de riesgo y posibles medidas preventivas. *AKD* [en línea]. 2008 [citado 2021 Sept 9].

- Disponible en: <https://pdfslide.tips/documents/rupturas-de-lca-analisis-de-factores-de-a-k-d-1-resumen-analizamos-factores.html>
58. Cruz C. P. La lesión del ligamento cruzado anterior en el fútbol femenino. *Apunts Medicina de l'Esport* [en línea]. 2014 [citado 9 Sept 2021];46(171):137-143 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1886658111000107#:~:text=L a%20lesi%C3%B3n%20del%20ligamento%20cruzado,deben%20ser%20tenidas%20en%20cuenta>.
59. Griffin LY, Atc AJM, MsAtc AM, Arendt EA, Dick RWMS, Garrett WE, et al. Lesiones del ligamento cruzado anterior sin contacto: factores de riesgo y estrategias de prevención. *JAAOS* [en línea]. 2000 [citado 10 Sept 2021]; 8(3): 141-150 Disponible en: https://journals.lww.com/jaaos/Fulltext/2000/05000/Noncontact_Anterior_Cruciate_Ligament_Injuries_.1.aspx
60. Reite, Ernesto Alfredo. Análisis de los gestos deportivos que inciden en la lesión del ligamento cruzado anterior y los aportes de la educación física a la prevención de dicha lesión. *Rev. Dig. Deport* , [en línea] 2016 [citado 9 Sept 2021];(158): 1-60 Disponible en: <https://www.amazon.com/An%C3%A1lisis-ruptura-ligamento-cruzado-anterior/dp/3848456605>
61. Silva L, Bernal N, Tuca M, Espinosa M, de la Fuente G. Una escotadura intercondílea estrecha favorece la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) en pacientes con esqueleto inmaduro. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* [en línea]. 2021 [citado el 19 Sept 2021]; 65(3): 201-206 Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1888441520301594>
62. White K, Di Stasi S, Smith A, Snyder-Mackler L. Anterior cruciate ligament- specialized post-operative return-to-sports training: a randomized control trial. *BMC Musculoskelet Disord* [en línea]. 2013 [citado 16 Sept 2021];14(1): 108. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3617067/>
63. Alans Blancas L, Zamora Muñoz P, Cruz Miranda A. Ruptura del ligamento cruzado anterior en mujeres deportistas. *An Med Asoc Med Hosp ABC* [en línea]. 2012 [citado 16 Sept 2021]; 57(2) Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=36677>
64. Casáis Martínez L. Revisión de las estrategias para la prevención de lesiones en el deporte desde la actividad física. *puerta de la investigación*. [en línea]. 2018 [citado

- 16 Sept 2021]; 43(157) Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/28208328_Revision_de_las_estrategias_pa
65. Figueroa F, Izquierdo G, Bravo J. T, Contreras M, Santibáñez C, Torrens J. P, Figueroa D. Test de Zohlen y su relación con el ángulo Q en población sin dolor patelofemoral. Rev. chil. ortop. traumatol. [en línea]. 2015 [citado 16 Sept 2021];56(2): 13-17 Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-chilena-ortopedia-traumatologia-230-articulo-test-zohlen-su-relacion-con-S0716454815000054>
66. Kaplan Y, Witvrouw E. When is it safe to return to sport after acl reconstruction? reviewing the criteria. SPH [en línea]. 2019 [citado 17 Sept 2021]; 11(4): 301-305. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6600576/>
67. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. Medicine. [en línea]. 2019 [citado 17 Sept 2021];98(26):e16030. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31261507/>
68. Bates N, Nesbitt R, Shearn J, Myer G, Hewett T. Sex-based differences in knee ligament biomechanics during robotically simulated athletic tasks. J. Biomech [en línea]. 2016 [citado 17 Sept 2021]; 49(9): 1429-1436. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6584565/>
69. Montalvo A, Schneider D, Yut L, Webster K, Beynnon B, Kocher M et al. "What's my risk of sustaining an ACL injury while playing sports?" A systematic review with meta-analysis. Br. J. Sports Med. [en línea]. 2018 [citado 19 Sept 2021]; 53(16): 1003-1012. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6561829/>
70. Petushek E, Sugimoto D, Stoolmiller M, Smith G, Myer G. Evidence-based best-practice guidelines for preventing anterior cruciate ligament injuries in young female athletes: a systematic review and meta-analysis. Am. J. Sports Med [en línea]. 2018 [citado 19 Sept 2021]; 47(7): 1744-1753. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6592422/>
71. Pruna R, Artells R. Cómo puede afectar el componente genético la lesionabilidad de los deportistas. Catalan Sports Council [en línea]. 2015 [citado 19 Sept 2021];50(186): 73-78 Disponible en: <https://www.apunts.org/es-como-puede-afectar-el-componente-articulo-X0213371715220495>
72. Blandón Ocampo A. F, Granada Ríos H. Y. Factores de riesgo neuromusculares para lesión de rodilla en el equipo femenino de baloncesto en la universidad tecnológica de Pereira. [tesis en Ciencias del Deporte y la Recreación en línea] Colombia:

- Universidad Tecnológica de Pereira, Ciencias del Deporte y la Recreación. 2011 [citado 19 Sept 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2256>
73. Fort Vanmeerhaeghe A, Rodriguez D. R. Análisis de los factores de riesgo neuromusculares de las lesiones deportivas. Catalan Sports Council [en línea]. 2013 [citado 19 Sept 2021];48(176): 109-120 Disponible en: <https://www.apunts.org/es-analisis-factores-riesgo-neuromusculares-lesiones-articulo-X0213371713445417>
 74. Grassi A, Macchiarola L, Filippini M, Lucidi G, Della Villa F, Zaffagnini S. Epidemiology of anterior cruciate ligament injury in Italian first division soccer players. SPH [en línea]. 2019 [citado 19 Sept 2021];12(3): 279-288. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7222666/>
 75. Lee M, Sung D, Lee J, Oh I, Kim S, Kim S et al. Enhanced knee joint function due to accelerated rehabilitation exercise after anterior cruciate ligament reconstruction surgery in Korean male high school soccer players. J. Exerc. Rehabil. [en línea]. 2016 [citado 10 Sept 2021]; 12(1): 29-36. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4771150/#b30-jer-12-1-29>
 76. Pangrazio O. Epidemiology of soccer players traumatic injuries during the 2015 America Cup. Muscles, Ligaments Tendons J. [en línea]. 2016 [citado 10 Sept 2021]; 6(1): 124–130 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4915451/#!po=7.14286>
 77. Forsythe B, Lavoie-Gagne O, Forlenza E, Diaz C, Mascarenhas R. Return-to-play times and player performance after acl reconstruction in elite UEFA professional soccer players: A matched-cohort analysis from 1999 to 2019. Orthop. J. Sports Med [en línea]. 2021 [citado 10 Sept 2021]; 9(5): 232596712110088. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8165856/>
 78. Rekik R, Tabben M, Eirale C, Landreau P, Bouras R, Wilson M et al. ACL injury incidence, severity and patterns in professional male soccer players in a Middle Eastern league. BMJ Open SEM[en línea]. 2018 [citado 10 Sept 2021]; 4(1): e000461. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6241976/#!po=76.3158>
 79. Waldén M, Hägglund M, Magnusson H, Ekstrand J. ACL injuries in men's professional football: a 15-year prospective study on time trends and return-to-play rates reveals only 65% of players still play at the top level 3 years after ACL rupture. Br. J. Sports Med [en línea]. 2016 [citado 10 Sept 2021]; 50(12): 744-750. Disponible en: <https://bjsm.bmj.com/content/50/12/744.long>

80. Arundale A, Silvers-Granelli H, Snyder-Mackler L. Career Length and Injury Incidence After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Major League Soccer Players. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2018 [citado 10 Sept 2021]; 6(1): 232596711775082. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5788107/>
81. Mehran N, Williams P, Keller R, Khalil L, Lombardo S, Kharrazi F. Athletic Performance at the National Basketball Association Combine After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2016 [citado 10 Sept 2021];4(5). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4887878/#__ffn_sectitle
82. Tramer J, Khalil L, Ziedas A, Mehran N, Okoroha K. Return to play and performance in the women's national basketball association after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2020 [citado 10 Sept 2021];8(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7498979/>
83. Khalil L, Matar R, Rahman T, Franovic S, Abbas M, Hessburg L et al. Effect of workload after acl reconstruction on rerupture rates in NBA players. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2020 [citado 10 Sept 2021];8(11). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7682245/>
84. Tramer J, Khalil L, Jildeh T, Sattar M, Ziedas A, Abbas M et al. Association of prior anterior cruciate ligament tear with decreased career longevity in women's national basketball association. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2021 [citado 11 Sept 2021];9(6). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8239980/>
85. Carver T, Schrock J, Kraeutler M, McCarty E. The evolving treatment patterns of ncaa division i football players by orthopaedic team physicians over the past decade, 2008-2016. *SPH* [en línea]. 2018 [citado 11 Sept 2021]; 10(3): 234-243. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5958450/#!po=10.0000>
86. Manoharan A, Barton D, Khwaja A, Latt L. Return to play rates in nfl wide receivers and running backs after acl reconstruction: an updated analysis. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2021 [citado 11 Sept 2021];9(1): 2325967120974743.. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7829540/>
87. Yang J, Hodax J, Machan J, Secrist E, Durand W, Owens B et al. National football league skilled and unskilled positions vary in opportunity and yield in return to play after an anterior cruciate ligament injury. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2017 [citado 11 Sept 2021]; 5(9): 2325967117729334 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5613848/>

88. Stuhlman C, Owens C, Samuelson E, Vermillion R, Shermansky M, King K et al. Recurrent anterior cruciate ligament tears in the national football league: a case-control study. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2019 [citado 12 Sept 2021]; 7(12):2325967119891413 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6931147/>
89. Yoshida N, Kunugi S, Mashimo S, Okuma Y, Masunari A, Miyazaki S et al. Effect of Forefoot Strike on Lower Extremity Muscle Activity and Knee Joint Angle During Cutting in Female Team Handball Players. *Sports Med. Int. Open* [en línea]. 2016 [citado 12 Sept 2021]; 2: 32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4985532/>
90. Benjaminse A, Postma W, Janssen I, Otten E. Video feedback and 2-dimensional landing kinematics in elite female handball players. *J. Athl. Train* [en línea]. 2017 [citado 12 Sept 2021]; 52(11): 993-1001. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5737049/>
91. Setuain I, Bikandi E, Amú Ruiz F, Urtasun F, Izquierdo M. Horizontal jumping biomechanics among elite female handball players with and without anterior cruciate ligament reconstruction: an ISU based study. *BMC Sports Sci. Med. Rehabil.* [en línea]. 2019 [citado 12 Sept 2021]; 11:30. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6859617/#__ffn_sectitle
92. L'Hermette M, Coquart J, Senioris A, Chamari K, Tourny C, Dujardin F. Pathological knee laxity in elite women team handball players: a pilot study. *Biol. Sport* [en línea]. 2018 [citado 12 Sept 2021]; 35(2): 159-164. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6234311/>
93. Awwad G, Coleman J, Dunkley C, Dewar D. An analysis of knee injuries in rugby league: the experience at the newcastle knights professional rugby league team. *Sports Med Open* [en línea]. 2019 [citado 12 Sept 2021]; 5:33. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6656824/>
94. Yeomans C, Kenny I, Cahalan R, Warrington G, Harrison A, Purtill H et al. Injury Trends in Irish Amateur Rugby: An epidemiological comparison of men and women. *SPH* [en línea]. 2021 [citado 12 Sept 2021]. Disponible en: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1941738121997145?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed
95. Hurley E, Withers D, King E, Franklyn-Miller A, Jackson M, Moran R. Return to play after patellar tendon autograft for primary anterior cruciate ligament reconstruction in

- rugby players. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2021 [citado 11 Sept 2021]; 9(5): 23259671211000460. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8114267/>
96. Naserpour H, Baker J, Letafatkar A, Rossetini G, Dutheil F. An investigation of knee injury profiles among iranian elite karatekas: observations from a cross-sectional study. *Int. J. Environ. Res.*[en línea]. 2021 [citado 12 Sept 2021]; 18(13): 6888. Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8296942/#__ffn_sectitle
97. Kompel A, Haran P, Murakami A, Engebretsen L, Jarraya M, Roemer F et al. MRI-Detected knee ligament sprains and associated internal derangement in athletes competing at the rio de janeiro 2016 summer olympics. *Open Access J Sports Med* [en línea]. 2021 [citado 12 Sept 2021]; 12:23-32. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7955024/>
98. Schuette H, Kraeutler M, Schrock J, McCarty E. Primary autologous chondrocyte implantation of the knee versus autologous chondrocyte implantation after failed marrow stimulation: a systematic review. *Am. J. Sports Med.* [en línea]. 2020 [citado 12 Sept 2021]; 49(9): 2536-2541. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK424075/>
99. Kluczynski M, Kang J, Marzo J, Bisson L. Magnetic resonance imaging and intra-articular findings after anterior cruciate ligament injuries in ice hockey versus other sports. *Orthop. J. Sports Med* [en línea]. 2016 [citado 12 Sept 2021]; 4(5): 2325967116646534. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4887880/>
100. Capin J, Behrns W, Thatcher K, Arundale A, Smith A, Snyder-Mackler L. On-ice return-to-hockey progression after anterior cruciate ligament reconstruction. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* [en línea]. 2017 [citado 12 Sept 2021]; 47(5): 324-333. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5480966/#R53>
101. Sire A, Marotta N, Demeco A, Moggio L, Paola P, Marotta M et al. Electromyographic assessment of anterior cruciate ligament injury risk in male tennis players: which role for visual input? a proof-of-concept study. *Diagnostics basel* [en línea]. 2021 [citado 22 de Sept 2021]; 11(6): 997. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34070871/>
102. Heinrich D, van den Bogert A, Csapo R, Nachbauer W. A model-based approach to predict neuromuscular control patterns that minimize ACL forces during jump landing. *Diagnostics* [en línea]. 2020 [citado 22 Sept 2021]; 24(6): 612-622. Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10255842.2020.1842376>

103. Chappell J, Creighton R, Giuliani C, Yu B, Garrett W. Kinematics and electromyography of landing preparation in vertical stop-jump. *Am. J. Sports Med.* [en línea]. 2007 [citado 22 Sept 2021]; 35(2): 235-241. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17092926/>
104. García Soidán, J.L. y ArufeGiraldes, V. Análisis de las lesiones más frecuentes en pruebas de velocidad, medio fondo y fondo. *Rev int med cienc ac* [en línea]. 2003 [citado 22 Sept 2021]; 12(3): 1577-0354 Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10255842.2020.1842376>
105. Borja Vivanco L. I. Factores causales de la lesión del ligamento cruzado anterior detectados en pacientes adultos jóvenes en una clínica privada de la ciudad de Quito entre Septiembre y diciembre del 2009 [en línea]. Quito: Pontificia Universidad Católica, Facultad de Enfermería, Terapia Física; 2010 [citado 22 Sept 2021]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/3978>
106. Rubio J, Sandoval R, Negrín R, Cordero J, Sepúlveda V. Lesiones del ligamento cruzado anterior en esquiadores: Conceptos actuales. *Rev. Chil. de Ortop. y Traumatol* [en línea]. 2021 [citado 22 Sept 2021]; 62(01): 066-073 Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/352068433_Lesiones_del_ligamento_cruzado_anterior_en_esquiadores_Conceptos_actuales
107. Martínez R. Lesión del ligamento cruzado anterior en el esquí y su tratamiento de fisioterapia. *efisioterapia* [en línea]. España: efisioterapia.net; 2007 [citado 22 Sept 2021]. Disponible en: <https://www.efisioterapia.net/articulos/lesion-del-ligamento-cruzado-anterior-el-esqui-y-su-tratamiento-fisioterapia>
108. Fabiero A. E. Voleibol: lesiones más frecuentes y medidas de prevención [Licenciatura en Kinesiología en línea]. Argentina :Universidad Fasta, Facultad de Ciencias Médicas; 2018 [citado 22 Sept 2021]. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/handle/123456789/1720>

ANEXOS

Anexo 1. Términos de búsqueda de descriptores utilizados

Tabla 1. Términos de búsqueda de descriptores utilizados para factores epidemiológicos para la lesión de ligamento cruzado anterior en deportistas jóvenes

Descriptores	DeCS	MeSH	Calificadores	Conceptos relacionados	Operadores Lógicos
Factores epidemiológicos	"Factores Epidemiológicos" "Factor epidemiológico"	"Epidemiologic Factors" "Epidemiologic Factor"	Determinantes Epidemiológicos Variables Epidemiológicas	"Factores de Edad" "Sesgo" "Causalidad" "Comorbilidad" "Factores Sexuales"	AND
					NOT
					OR
Lesión ligamento cruzado anterior	"Ligamento Cruzado Anterior"; "Desgarro del Ligamento Cruzado Anterior" "Lesión del Ligamento Cruzado Anterior"; "Roturas del Ligamento Cruzado Anterior"	"Anterior Cruciate Ligament"; "Anterior Cruciate Ligament Injury"; "Anterior Cruciate Ligament Tear"	"Desgarro del LCA" "Desgarro del Ligamento Cruzado Anterior" "Desgarros del LCA" "Desgarros del Ligamento Cruzado Anterior" "Lesiones del LCA" "Lesión del Ligamento Cruzado Anterior" "Rotura de LCA" "Rotura del LCA" "Rotura del Ligamento Cruzado Anterior" "Roturas de LCA" "Roturas del LCA" "Roturas del Ligamento Cruzado Anterior"	"Factores de riesgo" "deporte" "anatomía" "actividad física" "lesiones en el deporte" "mecanismos de lesión" "factores intrínsecos" "factores extrínsecos" "deportistas"	AND
					NOT
					OR
Deportistas jóvenes	"Deportista" "Deportista joven"	"Athlete" "Young athlete"	"deporte" "deportista" "atletas"	"Actividad deportiva" "estilos de vida"	AND
					NOT

Descriptorios	DeCS	MeSH	Calificadores	Conceptos relacionados	Operadores Lógicos
	“Deportistas jóvenes”	“Young athletes”	“deportistas amateurs” “deportistas de alto rendimiento” “atletas de alto rendimiento”	saludable” “salud” “ejercicio cardiovascular”	OR

Fuente: Elaboración propia, modificado de Ríos-Guzmán 13

Anexo 2. Matriz de artículos utilizados según tipo de estudio

Tabla 2. Matriz del tipo de artículos utilizados según tipo de estudio

TIPO	TERMINOS UTILIZADOS	NÚMERO DE ARTICULOS
Todos los artículos	Sin filtro	1970
Estudios de casos y controles	Ligamento cruzado anterior Factores de riesgo Deportistas Estudios de casos y controles	860
Estudios de cohorte	Estudios de cohorte	287
Ensayos con asignación aleatoria	Asignación aleatoria	164
Reporte de casos	Reporte de casos Informes de casos	720

Fuente: Elaboración propia