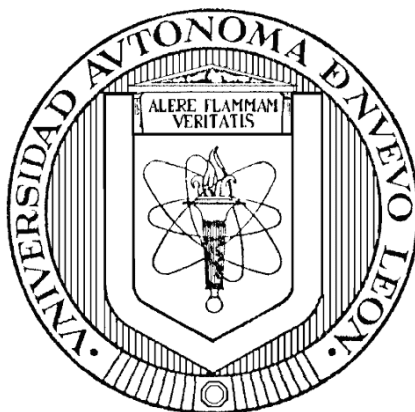


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
FACULTAD DE MEDICINA



**FACTORES ASOCIADOS A LA REINTEGRACIÓN DEPORTIVA
SEGUIDA DE LA LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR: ESTUDIO TRANSVERSAL EN DEPORTISTAS
UNIVERSITARIOS**

POR:

LUIS ADRIÁN MARTÍNEZ CORTÉS

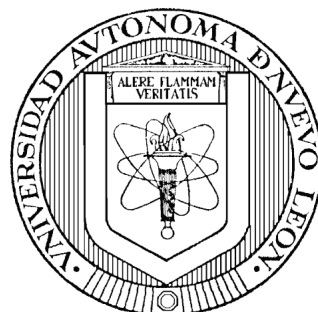
PRODUCTO INTEGRADOR

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de
**MAESTRÍA EN TERAPIA FÍSICA Y READAPTACIÓN
DEPORTIVA**

Nuevo León, enero, 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
FACULTAD DE MEDICINA



FACTORES ASOCIADOS A LA REINTEGRACIÓN DEPORTIVA
SEGUIDA DE LA LESIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR: ESTUDIO TRANSVERSAL EN DEPORTISTAS
UNIVERSITARIOS

POR:

LUIS ADRIÁN MARTÍNEZ CORTÉS

PRODUCTO INTEGRADOR

TESIS

Como requisito parcial para obtener el grado de
MAESTRÍA EN TERAPIA FÍSICA Y READAPTACIÓN
DEPORTIVA

ASESOR: Dr. med. Víctor Michael Salinas Torres

Enero 2023



FACULTAD
DE MEDICINA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA
FACULTAD DE MEDICINA

Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Terapia Física y Readaptación Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Tesis titulado “Factores asociados a la reintegración deportiva seguida de la lesión del ligamento cruzado anterior: Estudio transversal en deportistas universitarios” realizada por el Lic. Luis Adrián Martínez Cortés, sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Terapia Física y Readaptación Deportiva.

COMITÉ DE TITULACIÓN

Dr. Pedro Gualberto Morales Corral
Presidente

Dr. Luis Enrique Carranza García
Secretario

MAFyD. Elfega Sámano Pérez
Vocal

Dr. Jorge Isabel Zamarripa Rivera
Subdirector de Estudios de Posgrado
de la Facultad de Organización Deportiva

Nuevo León, enero, 2023

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor **Doctor Víctor Michael Salinas Torres**, director de esta tesis, por estimular el interés académico y de investigación, además de su continuo apoyo en la elaboración de este trabajo.

A mi familia, en especialmente a mis padres, por su apoyo incondicional y los sacrificios realizados para poder concluir esta formación académica.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS	1
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	2
RESÚMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
Definición	5
Anatomía de rodilla	5
Epidemiología	6
Fisiopatología de la LLCA	7
<i>Biología y Fisiología del LCA</i>	7
<i>Lesión por contacto</i>	8
<i>Lesión sin contacto</i>	8
Factores de riesgo asociados a la LLCA	8
<i>Género</i>	9
<i>Lesión previa</i>	9
<i>Genética</i>	10
<i>Control Neuromuscular</i>	10
<i>Índice de masa corporal</i>	10
<i>Nivel de competición</i>	10
Diagnóstico y tratamiento de la LLCA	11
<i>Tratamiento quirúrgico</i>	13
<i>Tratamiento no quirúrgico</i>	13
Pronóstico y prevención	14
Planteamiento del problema	15
Justificación	16
OBJETIVOS	17
MATERIAL Y MÉTODOS	18
Criterios de inclusión	18
Criterios de exclusión	19
Análisis estadístico	19
RESULTADOS	20
DISCUSIÓN	27
Limitaciones y fortalezas del estudio	30
CONCLUSIÓN	31
REFERENCIAS	33

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Ilustración 1 Articulación de la rodilla (modificado de Drake, 2005).	5
Ilustración 2 Musculatura anterior y posterior del muslo (modificado de Drake, 2005).	6
Ilustración 3 Test de cajón anterior (modificado de Cleland, 2016).	11
Ilustración 4 Test Pivot shift (modificado de Cleland, 2016).	12
Ilustración 5 Test Lachmann (modificado de Cleland, 2016).	12
Ilustración 6 Proceso de selección de los participantes.	20
Ilustración 7 Criterios cumplidos de regreso al deporte.	26
Tabla 1. Epidemiología de las lesiones del LCA en diversos deportes.	7
Tabla 2. Datos descriptivos	21
Tabla 3. Distribución y análisis de variables de acuerdo a la Lesión del ligamento cruzado anterior [§]	23
Tabla 4. Distribución y análisis de variables de acuerdo al sexo [§]	24
Tabla 5. Distribución y análisis de variables de acuerdo a la universidad de procedencia [§]	25

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

EUA	Estados Unidos de América
IMC	Índice de Masa Corporal
LCA	Ligamento cruzado anterior
LCP	Ligamento cruzado posterior
LLCA	Lesión ligamento cruzado anterior
NCAA	National Collegiate Athletic Association
RM	Resonancia Magnética
UAA	Universidad Autónoma de Aguascalientes
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León

RESÚMEN

Título de la tesis: **Factores asociados a la reintegración deportiva seguida de la lesión del ligamento cruzado anterior: estudio transversal en deportistas universitarios.**

Sustentante: Luis Adrián Martínez Cortés.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva.

San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Fecha de término: diciembre, 2022.

Número total de páginas: 42

Introducción: La lesión del ligamento cruzado anterior es una lesión frecuente en la práctica deportiva, pudiendo ser causada por un traumatismo directo o indirecto sobre la rodilla, afectando principalmente a jóvenes físicamente activos. En México no existe información científica al respecto de la frecuencia y los factores relacionados del regreso al deporte tras la lesión del ligamento cruzado anterior. El objetivo del presente trabajo es identificar los factores asociados a la reintegración deportiva seguida de la lesión del ligamento cruzado anterior en deportistas universitarios.

Material y métodos: Se aplicó una encuesta constituida de 23 reactivos a los deportistas universitarios que pertenecieran a los equipos representativos de baloncesto, voleibol y *soccer* de la Universidad Autónoma de Aguascalientes y de la Universidad Autónoma de Nuevo León, esta se llevó a cabo entre febrero y abril del 2022.

Resultados: Se encontraron diferencias significativas en la estatura ($p= 0.001$), peso ($p=0.001$) y tiempo de entrenamiento ($p= 0.014$); así como, en la extremidad dominante ($p= 0.017$), tiempo de juego ($p= 0.001$) y tiempo de entrenamiento ($p= 0.003$) cuando la distribución y el análisis se realizó de acuerdo con el sexo y a la universidad de procedencia respectivamente. Se encontraron diferencias significativas para las evaluaciones de fuerza ($p= 0.02$), simetría de salto ($p= 0.02$), agilidad ($p= 0.03$) y percepción de funcionalidad ($p= 0.004$) respecto a los criterios evaluados para el regreso al deporte.

Conclusión: De todos los atletas lesionados que regresaron a la práctica deportiva, menos de la mitad tuvo una evaluación objetiva en base a criterios postulados por la comunidad científica para tener un regreso seguro al deporte.

ABSTRACT

Thesis title: **Associated factors with return to sports followed by anterior cruciate ligament injury: Cross-sectional study in university athletes.**

Author: Luis Adrián Martínez Cortés.

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva.

San Nicolás de los Garza, Nuevo León.

Ending date: december, 2022.

Total pages: 42

Introduction: Anterior cruciate ligament injury is a common injury among sports participation, it may be caused by direct or indirect trauma to the knee, mainly affecting physically active young people. There is no scientific information in Mexico related to the frequency and associated factors of return to sports following an anterior cruciate ligament injury in university athletes.

Material and methods: We applied a survey consisting of 23 questions to university athletes who belonged to representative teams of basketball, volleyball, and soccer from the Autonomous University of Aguascalientes and Autonomous University of Nuevo Leon.

Results: We found statistically significant differences in height ($p= 0.001$), weight ($p=0.001$), and time of training ($p= 0.014$); as well as dominant leg ($p= 0.017$), time of play ($p= 0.001$), and time of training ($p= 0.003$) when the distribution and analysis was carried out according to sex and university origin respectively. Statistically significant differences were found in the tests of strength ($p= 0.02$), jump symmetry ($p= 0.02$), agility ($p= 0.03$), and functional perception ($p= 0.004$) related to the criteria to return to sport.

Conclusion: Of all injured athletes who returned to sports, less than a half had an objective evaluation based on criteria postulated by the scientific community to have a safe return to sport practice.

INTRODUCCIÓN

Definición

La lesión del ligamento cruzado anterior (LLCA) es una lesión frecuente durante la práctica deportiva, pudiendo ser causada por un traumatismo directo o indirecto sobre la rodilla, en la cual se presenta una ruptura parcial o total del LCA [1,2]. Las lesiones ligamentarias pueden ser clasificadas en tres grados. El primer grado consiste en una ruptura menor a la tercera parte del ligamento. En el segundo grado se puede encontrar una ruptura de hasta dos terceras partes del ligamento. Y en el tercer grado hay una ruptura igual o mayor a dos terceras partes del ligamento [3].

Anatomía de rodilla

La articulación de la rodilla está compuesta por diferentes estructuras óseas (fémur, tibia y rótula), fibrocartilagosas (meniscos) y ligamentarias (ligamentos colaterales y cruzados). Los ligamentos van a ser los responsables de participar en la estabilidad estática de la rodilla. El ligamento cruzado anterior (LCA), como su nombre lo dice, va a limitar el desplazamiento anterior de la tibia sobre el fémur, y el ligamento cruzado posterior (LCP), va a limitar el desplazamiento posterior [4].



Ilustración 1 Articulación de la rodilla (modificado de Drake, 2005).

Además de los ligamentos, de la misma manera, diferentes músculos van a contribuir en proporcionar estabilidad a la articulación de la rodilla, dentro de los principales músculos

tenemos al cuádriceps (recto femoral, vasto medial, vasto intermedio y vasto lateral) en la cara anterior del muslo y a los isquiotibiales (bíceps femoral, semitendinoso y semimembranoso) en la cara posterior del muslo [4].

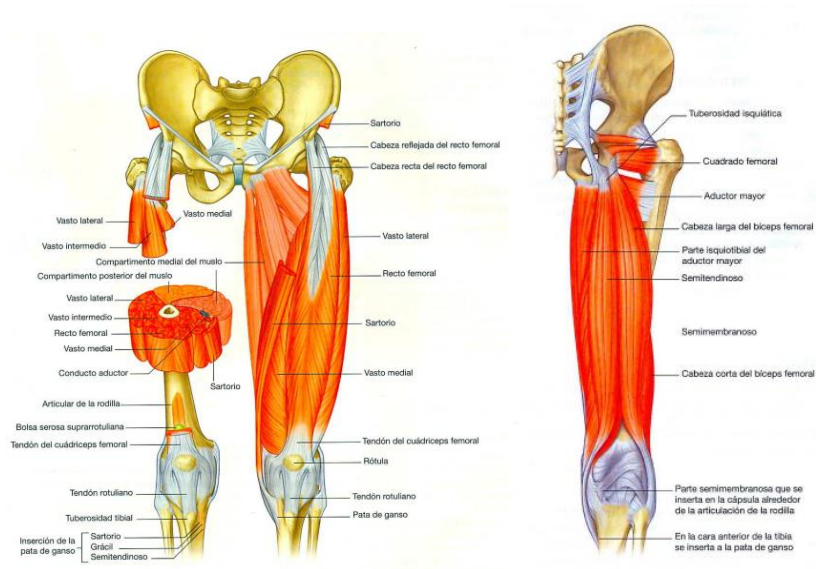


Ilustración 2 Musculatura anterior y posterior del muslo (modificado de Drake, 2005).

Epidemiología

En Estados Unidos, las rupturas del LCA suelen ocurrir en alrededor de 250,000 individuos por año [5], y afecta principalmente a individuos jóvenes y físicamente activos [6]. El LCA es comúnmente lesionado durante actividades deportivas como lo son el baloncesto, el *soccer*, entre otros [6]. Las mujeres presentan un mayor riesgo de lesión del LCA en comparación de los hombres [7] y el mecanismo de lesión sin contacto es el más frecuente [6].

Tabla 1. Epidemiología de las lesiones del LCA en diversos deportes

Autor	Población	Deporte	Casos reportados de LLCA	Período de estudio	Casos promedio por año
<i>Agel et al.</i> [8]	<i>College</i>	Múltiples deportes	1118	2004-2013	111.8
<i>Bram et al.</i> [9]	Adolescentes	Múltiples deportes	1235	1992-2017	47.5
<i>Hootman et al.</i> [10]	<i>College</i>	Múltiples deportes	4800	1988-2004	282.4
<i>Montalvo et al.</i> [11]	Diversos grupos poblacionales	Múltiples deportes	7918	1996-2016	377

Fisiopatología de la LLCA

Biología y Fisiología del LCA

Los ligamentos son bandas densas de colágeno, que abarcan una articulación y se anclan a los huesos adyacentes. Sus inserciones en los huesos van a influir en como las diferentes fibras de los ligamentos son reclutadas durante el movimiento. De esta forma, de acuerdo con el movimiento, algunas fibras van a relajarse y otras a activarse de acuerdo con la posición de los huesos y a las fuerzas aplicadas a estas estructuras [12]. Dentro del organismo, ocurre un fenómeno de remodelación tisular, el cual es un proceso donde se degradan y reemplazan estructuras viejas o dañadas, con moléculas nuevas recién sintetizadas [13]. La apoptosis, es un fenómeno que ocurre en el organismo, en el cual, las células del organismo tienen una muerte programada, donde las células viejas son degradadas para permitir las síntesis de nuevas células. La apoptosis puede ser inducida principalmente por el envejecimiento, estrés físico o químico, entre otros [14]. Las fases de la apoptosis celular corresponden a la fase de inducción, en donde las células reciben el estímulo de inducir su muerte programada; posteriormente continúa la fase efectora en donde la mitocondria se va a romper para liberar proteínas activadoras de caspasas, para dar lugar a la siguiente fase; por último, la fase de degradación en la cual se van a degradar

las células muertas mediante la participación de enzimas catabólicas como las caspasas, entre otras [15]. En los ligamentos, la remodelación tisular no va a ser la excepción, por lo que esta, va a influir sobre el tamaño, forma y la composición interna del LCA. De esta manera, la remodelación va a contribuir en la rigidez de la rodilla, encargada de la transmisión de fuerzas y deformación de estructuras blandas en la rodilla. Por la que la remodelación tisular, va a tener influencia sobre la carga a la cual el LCA será más susceptible de lesionarse [13].

Respecto a los mecanismos de lesión del LCA se divide principalmente en lesiones por contacto y en lesiones sin contacto, siendo este último el más frecuente, con hasta un 70% de incidencia [6,16]. De acuerdo con diversos autores [17,18], la LLCA es más frecuente que suceda durante competencias en comparación de entrenamientos.

Lesión por contacto

Koshida y colaboradores [19] en su estudio retrospectivo reportaron una mayor incidencia de lesiones por contacto en atletas judokas, exponen que la lesión ocurrió al momento de que el rival manipulaba el tronco del atleta lesionado, y lo hacía rotar sobre la extremidad lesionada, generando un valgo excesivo sobre la extremidad apoyada además de la fuerza rotacional aplicada sobre el cuerpo y transmitida hacia la rodilla, resultando en una aplicación de fuerza mayor sobre el LCA.

Lesión sin contacto

La LLCA sin contacto ocurre principalmente en movimientos que impliquen cambios de dirección, desaceleraciones, aterrizajes o movimientos de pivote que son repetidos constantemente en la práctica deportiva. La lesión en estos movimientos ocurre cuando una fuerza excesiva de tensión es aplicada sobre el LCA, generada a partir de fuerzas aplicadas sobre la rodilla en los diferentes gestos deportivos [20].

Factores de riesgo asociados a la LLCA

Se han identificado diversos factores de riesgo para sufrir una lesión del LCA, clasificados principalmente en factores no modificables: género, se ha identificado que las mujeres presentan una mayor riesgo de sufrir una LLCA; anatomía de la rodilla, un canal

intercondíleo estrecho, ha sido asociado con un LCA más débil; lesión previa, aquellos atletas con LLCA presentan un mayor riesgo de volverse a lesionar; entre otros; y factores modificables: control neuromuscular, una alteración en la activación de la musculatura de la rodilla, pone en riesgo de lesión a las estructuras estabilizadoras de la misma; nivel de competición, se considera que un mayor nivel de competición, está asociado a un mayor riesgo de lesión debido a mayores demandas físicas; índice de masa corporal (IMC), un elevado IMC está asociado a un mayor riesgo de lesión del LCA, se hipotetiza que un IMC elevado puede estar asociado con un menor rendimiento atlético; entre otros [21,22].

Género

Uno de los factores de riesgo para sufrir una LLCA mayormente reportado es el género, diversas investigaciones realizadas por *Agel y colaboradores* [8,23] exponen que el género femenino tiene un mayor riesgo de sufrir una lesión del LCA en comparación con el género masculino. *Hutchinson & Ireland* [24] exponen diversos puntos por los cuales las mujeres tienen un mayor riesgo de lesión que los hombres, dentro de estos, mencionan que las mujeres tienen un menor acondicionamiento físico, presentan diferencias anatómicas en la rodilla y también presentan laxitud articular debido a cambios hormonales.

Lesión previa

Paterno y colaboradores [25] con los resultados de su estudio, aportan datos que sugieren que aquellos sujetos que pasaron por una reconstrucción del LCA tienen hasta 15 veces mayor riesgo de sufrir otra LLCA en comparación de aquellos sujetos sin historia previa de LLCA. De la misma manera, *Wiggins y colaboradores* [26] en su revisión sistemática contribuyen reportando que atletas jóvenes (menores a 25 años) que regresan a su práctica deportiva, tienen aproximadamente un riesgo de 30 hasta 40 veces mayor de sufrir una reincidencia en la LLCA. En relación, al riesgo de lesión, son diversas las causas que pueden influir en una reincidencia de lesión: una lesión previa, un regreso prematuro a la práctica deportiva, una pobre rehabilitación y preparación física, una alteración en la propiocepción y cinemática tras la reconstrucción del LCA, entre otros [27].

Genética

En las últimas dos décadas, diversos estudios se han enfocado en los factores genéticos que pueden predisponer el LCA a lesionarse. Se hipotetiza que aquellos pacientes que sufrieron una lesión del LCA tienen doble probabilidad de tener familiares directos que también haya sufrido esta lesión. Además, se encontró en esquiadores polacos, que la alteración de ciertos polimorfismos genéticos, influyen sobre la capacidad de remodelación del colágeno, poniendo en riesgo la capacidad de la fuerza de tensión del ligamento, exponiéndolo a un riesgo de ruptura [27].

Control Neuromuscular

La coactivación de la musculatura de la rodilla, principalmente el cuádriceps y los isquiotibiales, protegen la articulación no solo de un desplazamiento anterior, sino también de una abducción y un valgo de rodilla excesivo [28]. Por lo que una inadecuada activación de estos músculos pondría en riesgo de lesión a los ligamentos de la rodilla, principalmente el LCA, debido a una inadecuada capacidad de absorber y transmitir las fuerzas que influyen sobre la articulación de la rodilla en los gestos deportivos [27].

Índice de masa corporal

Ha sido asociado un sobrepeso y un índice de masa corporal elevado con un mayor riesgo de lesión del LCA. Principalmente, en población femenina, fue identificado que un IMC elevado es un factor de riesgo significativo para sufrir de una lesión en la rodilla [27]. Por lo tanto, un mayor peso corporal, generaría una mayor carga sobre la articulación de la rodilla, de esta manera, implicaría una mayor fuerza aplicada sobre el LCA en los diferentes gestos deportivos, superando su capacidad de tolerancia.

Nivel de competición

Beynnon y colaboradores [29] argumentan que los atletas universitarios tienen un mayor riesgo de sufrir una LLCA debido a un nivel de competición o exigencia mayor en comparación de los atletas de preparatoria. Sin embargo, *Harmon & Dick* [30] no encontraron diferencias de acuerdo con el nivel de juego en deportistas universitarios de baloncesto y *soccer* en las diferentes divisiones de la *National Collegiate Athletic Association* (NCAA). De esta manera, aquellos atletas que tengan una alta demanda

competitiva y que no presenten los niveles de fuerza muscular y habilidades necesarias para la demanda física de su nivel, pondrán en riesgo las estructuras de la rodilla, principalmente el LCA, debido a la baja capacidad para tolerar las cargas específicas del nivel competitivo.

Diagnóstico y tratamiento de la LLCA

Tras sufrir una ruptura del LCA, muchos individuos no regresan a su práctica deportiva, además de que adoptan un estilo de vida sedentario [5]. Dentro de los signos y síntomas presentes tras sufrir una LLCA, podemos encontrar hinchazón, dolor, limitación del movimiento e inestabilidad en la rodilla [31]. Algunas pruebas ortopédicas comúnmente utilizadas al sospechar de una LLCA son [32,33]:

- Test de cajón anterior, se realiza con el paciente en decúbito supino, la extremidad a evaluar se colocará con una flexión de cadera a 45° y una flexión de rodilla a 90°, el pie apoyado en la camilla, el evaluador toma por la parte posterior el extremo proximal de la tibia y se aplica una fuerza anteroposterior, el test es positivo si el desplazamiento es mayor en comparación del lado sano; el test presenta una sensibilidad del 55% y una especificidad del 92%



Ilustración 3 Test de cajón anterior (modificado de Cleland, 2016).

- Test *pivot shift*, se realiza con el paciente en decúbito supino, la extremidad a evaluar se lleva a una flexión de cadera de 45° con la rodilla extendida completamente, el examinador toma el talón del paciente y coloca su otra mano en la articulación de la rodilla, con su pulgar en la cabeza del peroné, aplica una rotación interna a la extremidad con ambas manos, posteriormente realiza una flexión de rodilla de 20° y aplica un valgo forzado a la rodilla, la prueba es positiva

si reproduce la sintomatología del paciente; el test presenta una sensibilidad del 32-40% y una especificidad del 98%



Ilustración 4 Test Pivot shift (modificado de Cleland, 2016).

- Test *Lachman*, se realiza con el paciente en decúbito supino, con la rodilla en una flexión de 30°, el examinador estabiliza toma la parte anterior distal del fémur y la parte posteromedial del tercio proximal de la tibia, se realizará un desplazamiento anteroposterior de la tibia, la prueba es positiva si el desplazamiento es mayor en comparación del lado sano; presenta una sensibilidad del 85% y una especificidad del 94%.

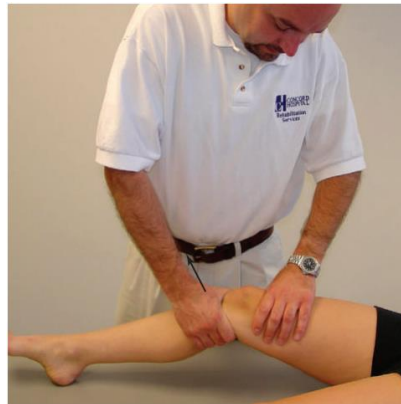


Ilustración 5 Test Lachmann (modificado de Cleland, 2016).

Para terminar de confirmar una LLCA es necesario complementar la exploración física con alguna prueba de imagen. El estándar de oro para diagnosticar las lesiones intraarticulares de la rodilla es la artroscopia, consiste en una cirugía mínimamente invasiva donde se inserta una cánula en la articulación, por la cual pasa un cable de fibra óptica con una cámara conectada, la cual permite observar la estructura anatómica deseada en una pantalla; presenta una sensibilidad del 63% y una especificidad del 99% [34,35],

sin embargo, este procedimiento es costoso e invasivo [36]. Otra opción para el diagnóstico por imagen de las lesiones intraarticulares es la resonancia magnética (RM), la cual es una técnica no invasiva, que genera imágenes de alto contraste de tejidos blandos como los ligamentos; presenta una sensibilidad del 82.28% y una especificidad del 93.68% [37-39].

Diermeir y colaboradores [40] postulan que tanto el tratamiento quirúrgico como el no quirúrgico son adecuados para el abordaje de la LLCA, siempre y cuando se consideren a las características de cada paciente, las demandas del deporte practicado y la presencia de lesiones asociadas.

Tratamiento quirúrgico

En el abordaje quirúrgico de la LLCA, se realiza una reparación del ligamento (sutura) o una reconstrucción, siendo la última la mayormente estudiada y utilizada [31,41]. El objetivo principal de la reconstrucción del LCA es recuperar la biomecánica de la rodilla, proveer una adecuada estabilidad y permitir el retorno funcional previo a la lesión [42]. Existen diversas técnicas quirúrgicas para la reconstrucción del LCA, siendo estas la reconstrucción anatómica, la reconstrucción de un haz, la reconstrucción de doble haz, entre otras [42,43]. Para la reconstrucción del LCA se suelen usar diferentes tipos de injertos, pudiendo ser autoinjertos, aloinjertos o injertos sintéticos. Los aloinjertos presentan ventaja sobre los autoinjertos al evitar la deficiencia sobre la zona donadora, sin embargo, también pueden presentar complicaciones, como el riesgo de infecciones [44].

Tratamiento no quirúrgico

El abordaje no quirúrgico consiste solamente en el proceso de rehabilitación. Existe un amplio espectro de investigaciones con relación a la rehabilitación tras la LLCA [45]. Actualmente no existe un consenso en cuanto a un programa específico de rehabilitación tras la LLCA. Sin embargo, el proceso terapéutico puede comprender diferentes fases: una fase aguda, una fase intermedia, una fase tardía y una fase de prevención de reincidencia. En cada fase de la rehabilitación, se busca completar diversos objetivos, para poder progresar a la siguiente fase. Dentro de los objetivos planteados a completar durante el proceso de rehabilitación podemos encontrar: recuperar el rango de movimiento, control

de la inflamación, recuperar la fuerza muscular, recuperar la estabilidad de la rodilla, recuperar la respuesta neuromuscular, recuperar las habilidades específicas al deporte, entre otros [5,46].

Diversos autores [47,48] han expuesto que no existe diferencia significativa entre los abordajes con relación a la funcionalidad de rodilla, calidad de vida, regreso a la práctica deportiva, entre otros, a 5 y 10 años posterior a la lesión. Independientemente del abordaje empleado tras la LLCAs, es importante evaluar diversos criterios como fuerza, agilidad y estabilidad principalmente para determinar cuándo un atleta está listo para regresar a la competición y a su vez reducir el riesgo de reincidencia [45,49,50]. Además de evaluar diferentes aspectos físicos y de rendimiento, también es importante evaluar la esfera psicológica del atleta [51].

Pronóstico y prevención

En base a los resultados presentados por *Ardern y colaboradores* [52] en su revisión sistemática, esta arrojó un 63% de regreso a la práctica deportiva a un nivel de competencia previo a la lesión. Posteriormente en otra revisión sistemática realizada también por *Ardern y colaboradores* [53], sus resultados mostraron un 80% de regreso al deporte. Sin embargo, solo el 66% de los participantes regresó a un nivel previo a la lesión, y solo el 55% regresó a un nivel competitivo.

Dentro de las estrategias preventivas, podemos encontrar la recomendación de incluir ejercicios de fortalecimiento para recuperar la actividad muscular, mejorar la hipertrofia muscular y la fuerza del cuádriceps principalmente; el acondicionamiento aeróbico; ejercicios pliométricos, han demostrado mejorar la potencia de las extremidades inferiores, así como mejorar la absorción de fuerzas a la hora del aterrizaje y mejorar las adaptaciones neuromusculares; ejercicios propioceptivos para mejorar la orientación y posicionamiento de la extremidad, así como mejorar la estabilidad de la misma, entre otros [21,46,54]. Además, *Benjaminse y colaboradores* [55] sugieren emplear ejercicios y explicaciones utilizando un foco de atención externo (el resultado de la acción) y no un

foco de atención interno (movimientos corporales), ya que sugieren que este enfoque genera un mayor aprendizaje y control motor.

Planteamiento del problema

La LLCA es una lesión común, que ocurre durante la práctica deportiva y el ejercicio, afecta comúnmente a individuos jóvenes y físicamente activos, llegando hasta más de 200,000 rupturas por año en Estados Unidos [5,6]. A pesar de los avances quirúrgicos y de rehabilitación, no todos logran regresar a la práctica deportiva tras la LLCA [56]. La decisión para el regreso a la práctica deportiva tras la LLCA es comúnmente basada en el tiempo, siendo alrededor de los seis meses el tiempo estimado para el regreso a la misma [57]. Sin embargo, aquellos atletas que no cumplan con criterios objetivos específicos para el regreso al deporte tienen mayor riesgo de volver a lesionarse [50]. Dentro de los criterios empleados para determinar el regreso a la práctica deportiva encontramos la valoración de la fuerza de las extremidades, la valoración de la simetría de las extremidades en test de salto, la agilidad del individuo en pruebas que se trasladen a su práctica deportiva, así como la percepción del individuo de la funcionalidad de su rodilla [5,45,49,50].

Actualmente en México, no existe información científica respecto a la frecuencia y los factores relacionados con la reintegración deportiva seguida de la LLCA en deportistas universitarios. Se llevó a cabo una búsqueda en *Pubmed*, *Scielo*, *LILACS* y *Google Scholar* empleando los siguientes términos y operadores booleanos “(ligamento AND cruzado AND anterior AND prevalencia AND Mexico)”, la búsqueda arrojó 1472 resultados, de los cuales ningún artículo contenía información relevante. El presente trabajo tiene como objetivo identificar la frecuencia y los factores asociados a la reintegración deportiva seguida de la LLCA en deportistas universitarios, además, permitirá exponer un panorama de la reintegración deportiva tras la LLCA en deportistas universitarios en base a las recomendaciones de la comunidad científica.

Justificación

La LLCA afecta a 250,000 individuos por año, lo que conduce a largos periodos de rehabilitación, probable reincidencia de la LLCA, así como disminución en el desempeño deportivo [5,58,59]. Además, aquellos que no logran regresar a la práctica deportiva, pueden presentar niveles bajos de actividad física, lo que conduce a una menor calidad de vida, peso elevado, cuadros de depresión, entre otros [60]. La identificación de la frecuencia y los factores relacionados con la reintegración deportiva seguida de la LLCA permitirá establecer un panorama general del problema, así como, posibles factores de riesgo o protección que permitan establecer medidas preventivas, beneficiando principalmente a los atletas, permitiendo reducir el riesgo de incidencia, así como el riesgo de reincidencia de esta lesión. De igual forma, el identificar si los atletas tienen una valoración objetiva antes de regresar a la práctica deportiva, permitirá mejorar los procesos de rehabilitación, así como el alta deportiva, reduciendo el riesgo de reincidencias. La infraestructura de las instituciones participantes, la accesibilidad de los equipos deportivos universitarios, el personal profesional capacitado para llevar a cabo la recolección de datos, el diseño metodológico, así como el mínimo material necesario, hacen factible el presente trabajo. No obstante, debido a la misma naturaleza metodológica y al tamaño muestral, dichos datos representarán un abordaje inicial respecto a la reintegración deportiva seguida de la LLCA.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Identificar los factores asociados a la reintegración deportiva seguida de la LLCA en deportistas universitarios.

Objetivos específicos:

1. Diseñar una encuesta en base a los criterios para regresar a la práctica deportiva tras la LLCA y aplicarla a los deportistas universitarios.
2. Examinar la información recolectada y analizar la asociación de variables cualitativas y cuantitativas con la frecuencia de factores relacionados con la reintegración deportiva seguida de la LLCA.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, transversal (encuesta) en deportistas universitarios pertenecientes a los equipos representativos de baloncesto, *soccer* y *volleyball* de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

El presente trabajo fue registrado y aceptado ante la coordinación de investigación de la FOD UANL con el folio **REPRIN-FOD-88**.

Se realizó un cálculo de la muestra para estudios descriptivos cuya variable principal es de tipo cualitativo en población finita con un nivel de confianza al 95% (valor $Z=1.96$) y precisión absoluta al 95% (valor $d=0.05$). Se estimó un tamaño muestral de 132 deportistas

En base a la siguiente formula: $n= N Z^2 pq / d^2 (N-1) + Z^2 pq$

Los equipos fueron reclutados y entrevistados en una sola ocasión por el colaborador principal durante las fechas del 14 al 17 de febrero del 2022 en el gimnasio Luis Eugenio Todd y el Estadio Gaspar Mass en la Universidad Autónoma de Nuevo León y del 09 al 12 de abril del 2022 en el Poliforum Deportivo y Cultural Universitario Morelos, el Poliforum Deportivo Universitario y el Estadio Universitario de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, se solicitó y autorizó la aplicación de la encuesta a la Jefa del Departamento de Deportes de la UAA y al coordinador de los equipos representativos de Tigres de la UANL, de la misma manera se obtuvo autorización por parte de los entrenadores de los respectivos equipos. Se reunió a los deportistas en las diferentes instalaciones, y posteriormente el colaborador principal procedió a aplicar el cuestionario a cada deportista, este estuvo conformado por 23 reactivos y tuvo una duración no mayor a 60 segundos, fue realizado en Google Forms y las respuestas fueron recabadas mediante el uso de un *Smartphone* Samsung Galaxy A10e fabricado por *Samsung Electronics*.

Criterios de inclusión

- Estudiantes universitarios de la UANL y UAA de sexo masculino y femenino
- Participen en los equipos representativos de baloncesto, *soccer* y *volleyball*

- Estudiantes que cumplan con el certificado médico para practicar su actividad deportiva

Criterios de exclusión

- Aquellos que no firmen el consentimiento informado
- Estudiantes en estado de gravidez a partir del segundo trimestre de embarazo

La encuesta aplicada a los deportistas fue construida a través de diferentes reactivos empleados en publicaciones previas [61-64] y se añadieron reactivos específicos considerando los criterios para el regreso a la práctica deportiva mencionados por *Filbay & Grindem* [5], la encuesta fue constituida de los siguientes reactivos:

- Datos sociodemográficos (edad, sexo, estatura, peso, IMC, extremidad dominante)
- Datos específicos del deporte (deporte practicado, posición de juego, tiempo jugando, tiempo de entrenamiento por semana)
- Datos específicos de la lesión (LLCA, lesión previa de LCA, momento de la lesión, mecanismo de la lesión, extremidad lesionada, tiempo de rehabilitación, cirugía, regreso al deporte, criterios cumplidos de regreso al deporte)

Análisis estadístico

Los datos fueron capturados mediante el software Excel (Microsoft Office) y el análisis estadístico se realizó con el SPSS versión 21 (IBM, Armonk, NY, USA).

Los datos fueron registrados en promedio, desviación estándar, media, valores mínimos y máximos para variables continuas; las variables cualitativas se registraron en porcentaje.

La prevalencia general de la LLCA fue calculada dividiendo el número de afectados entre el número total de la muestra. Se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para determinar la distribución de la muestra. A continuación, se realizó la prueba U de Mann-Whitney analizando primero la LLCA con el resto de las variables, después, el sexo con el resto de las variables, y, por último, la universidad de procedencia con el resto de las variables. Para el análisis de la extremidad lesionada, la prevalencia de LLCA respecto al deporte y el abordaje de la lesión, se realizó la prueba chi-cuadrada (χ^2). Y para el análisis de los criterios empleados para el regreso a la práctica deportiva, se realizó el análisis mediante la prueba exacta de Fisher. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$.

RESULTADOS

Se reunieron 190 atletas, de los cuales, 178 (93.7%) contestaron la encuesta. Los 12 atletas que no participaron en la encuesta fueron excluidos debido a que no firmaron el consentimiento informado o no contestaron el cuestionario aplicado en su totalidad (figura 6).

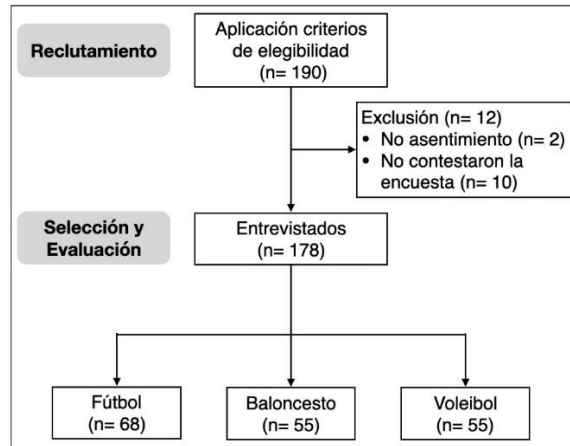


Ilustración 6 Proceso de selección de los participantes.

De los participantes reunidos, el 67.98% corresponden a la UANL y el 32.02% a la UAA. La edad promedio fue de 20 ± 1.7 (16-25), la estatura promedio fue de 173 ± 10.28 (152-203) y el peso promedio fue de 67 ± 13.50 (47-116). La participación de acuerdo con el sexo fue de un 56.74% del sexo femenino y de un 43.26% del sexo masculino (Tabla 2).

Tabla 2. Datos descriptivos

Variable	Grupo de estudio, n=178
Universidad de procedencia	
UANL	121 (67.98)
UAA	57 (32.02)
Edad (años)	20 ± 1.7 (16-25)
Sexo	
Femenino	101 (56.74)
Masculino	77 (43.26)
Estatura	173 ± 10.28 (152-203)
Peso	67 ± 13.50 (47-116)
IMC	22.3 ± 0.12 (20.3-28.1)
Baloncesto	55 (30.9)
Vóleibol	55 (30.9)
Fútbol	68 (38.2)
Tiempo (años) practicando deporte	10 ± 4.02 (2-20)
Tiempo (horas) entrenamiento a la semana	15 ± 5.87 (4-30)

Los valores están expresados en mediana, \pm desviación estándar y (mínimo–máximo) o número y (%).

La prevalencia general de la LLCAs fue de un 6.1% (n=11/178). El sexo femenino tuvo una incidencia del 73% (n=8) y el sexo masculino tuvo una incidencia del 27% (n=3). Respecto a la universidad de procedencia, la UANL tuvo un 91% de incidencia (n=10) y la UAA tuvo un 9% de incidencia (n=1). En cuanto al deporte practicado, fútbol presentó una incidencia del 54.5% (n=6), el baloncesto tuvo una incidencia del 36.4% (n=4) y el vóleybol tuvo una incidencia del 9.1% (n=1). Las lesiones sin contacto tuvieron una incidencia del 45.4% (n=5), las lesiones por contacto directo tuvieron un 27.3% (n=3) de incidencia y el otro 27.3% (n=3) no especificaron el mecanismo de lesión. De acuerdo al momento de la lesión, las lesiones ocurridas en los juegos fueron del 54.5% (n=6), las lesiones durante los entrenamientos fueron del 27.3% (n=3) y el 18.2% (n=2) no especificó el momento de su lesión.

De acuerdo con la distribución y análisis de las variables de acuerdo a la lesión del ligamento cruzado anterior, no hubo diferencias significativas en ninguna variable (Tabla 3). Se encontraron diferencias significativas en la estatura ($p= 0.001$), peso ($p= 0.001$) y el tiempo de entrenamiento ($p= 0.014$) cuando la distribución y el análisis se realizó de acuerdo con el sexo (Tabla 4). De la misma manera, se encontraron diferencias significativas en la extremidad dominante ($p= 0.017$), tiempo de juego ($p= 0.001$) y tiempo de entrenamiento ($p= 0.003$) cuando la distribución y el análisis se realizó en relación con la universidad de procedencia (Tabla 5).

Tabla 3. Distribución y análisis de variables de acuerdo con la Lesión del ligamento cruzado anterior[§]

	LLCA	No-afectados	<i>P</i>
Variable			
Universidad	109.91	88.16	0.093
Edad	88.68	89.55	0.956
Sexo	103.73	88.56	0.271
Estatura	80.50	90.09	0.549
Peso	100.23	88.79	0.476
ExtDom	90.50	74.36	0.244
Deporte	72.73	90.60	0.236
Posición	67.23	90.97	0.136
TimeJuego	89.23	89.52	0.985
TimeEntre	110.82	87.55	0.130

Los datos son expresados en rango promedio. [§]Datos analizados con la prueba de Mann-Whitney

ExtDom, extremidad dominante; TimeJuego, tiempo de juego; TimeEntre, tiempo de entrenamiento.

Tabla 4. Distribución y análisis de variables de acuerdo con el sexo[§]

	LLCA	No-afectados	<i>P</i>
Variable			
Universidad	87.95	90.68	0.664
Edad	93.55	86.42	0.352
Estatura	129.68	58.87	0.001**
Peso	128.15	60.03	0.001**
ExtDom	83.61	93.99	0.123
Deporte	90.30	88.89	0.848
Posición	89.57	89.45	0.987
TimeJuego	92.66	87.09	0.474
TimeEntre	99.44	80.97	0.014*
LesiónLCA	87.47	91.05	0.271

Los datos son expresados en rango promedio. [§]Datos analizados con la prueba de Mann-Whitney; **P* = <0.05; ***P* = <0.01.

ExtDom, extremidad dominante; TimeJuego, tiempo de juego; TimeEntrene, tiempo de entrenamiento.

Tabla 5. Distribución y análisis de variables en relación con la universidad de procedencia§

	LLCA	No-afectados	<i>P</i>
Variable			
Edad	86.58	90.88	0.598
Sexo	87.40	90.49	0.664
Estatura	91.79	88.42	0.684
Peso	88.18	90.12	0.815
ExtDom	77.91	94.96	0.017*
Deporte	85.18	91.53	0.415
Posición	86.75	90.79	0.623
TimeJuego	70.12	98.63	0.001**
TimeEntrene	72.97	96.61	0.003**
LesiónLCA	85.56	91.36	0.093

Los datos son expresados en rango promedio. §Datos analizados con la prueba de Mann-Whitney; **P* = <0.05; ***P* = <0.01

ExtDom, extremidad dominante; TimeJuego, tiempo de juego; TimeEntrene, tiempo de entrenamiento.

Respecto al análisis de acuerdo con la extremidad lesionada ($p= 0.112$) y a la prevalencia de la lesión del LCA respecto al deporte practicado ($p= 0.139$) no se encontraron diferencias significativas. En cuanto al abordaje de la LLCA se encontraron diferencias significativas $p=0.003$.

Con relación a los criterios cumplidos para regresar a la práctica deportiva, se empleó un modelo probabilístico mediante un diagrama de Venn, en el que se exponen los siguientes resultados: al 55% de los participantes se le realizó al menos una evaluación, de los cuales, a un 9% se le evaluaron 4/4 criterios, a otro 9% se le evaluaron 3/4 criterios, a un 18% se le evaluaron 2/4 criterios y al 18% restante se le evaluó solo un criterio (Figura 7).

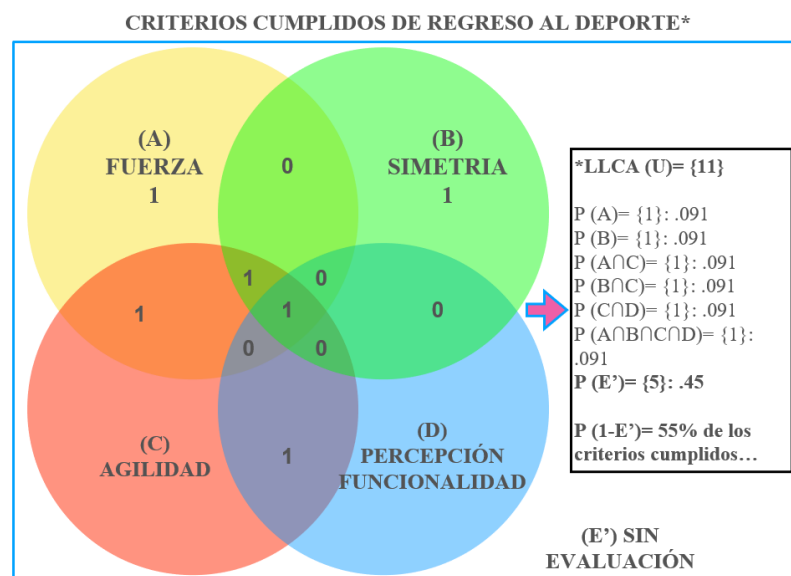


Ilustración 7 Criterios cumplidos de regreso al deporte

Respecto al análisis realizado para cada criterio de regreso a la práctica deportiva, se encontraron diferencias significativas para las evaluaciones de fuerza ($p= 0.02$), simetría de salto ($p= 0.02$), agilidad ($p= 0.03$) y percepción de funcionalidad ($p= 0.004$).

DISCUSIÓN

La prevalencia de la LLCA estimada en el presente trabajo fue de 6.1% (n= 11/178). *Beynnon y colaboradores* [29] en su estudio tuvieron una prevalencia estimada de 4.41% (n= 24/544) de LLCA en jugadores universitarios de baloncesto y soccer. Ambos estudios emplearon un diseño semejante (transversal), sin embargo, *Beynnon y colaboradores* [29] analizaron un total de ocho universidades en el estado de Vermont, EUA; mientras que el presente trabajo solo analizó dos universidades de los estados de Aguascalientes y Nuevo León, México. De esta manera, los resultados obtenidos en el presente estudio, aportan una estimación inicial de la prevalencia de la LLCA en deportistas universitarios en el país.

En el presente estudio se reportaron datos de diferentes variables como lo fueron el total de participantes, sexo, edad, peso, estatura, IMC, cirugía del LCA, extremidad lesionada, deporte, mecanismo de lesión y el momento de la lesión. *Alsubaie y colaboradores* [64] reportaron variables similares en su estudio, sin embargo, no mencionaron el sexo, ni la extremidad lesionada ni el momento de la lesión. De la misma manera, *Leister y colaboradores* [63]; *Ithurburn y colaborades* [62] e *Ithurburn y colaboradores* [65] en estudios similares realizados en población no deportista, solo reportaron variables como el total de los participantes, el sexo y la cirugía del LCA. Los resultados obtenidos en el presente estudio aportan datos primarios de las diversas variables relacionadas con la LLCA en los deportistas universitarios del país.

Los resultados obtenidos respecto a la LLCA durante el momento en el que sucedió la lesión fueron mayormente reportados durante el juego con un 55% del total de lesiones del presente estudio. *Agel y colaboradores* [18] y *Swenson y colaboradores* [17], exponen en sus trabajos que las incidencias de lesión son más comunes en los partidos que en los entrenamientos, tanto en atletas universitarios como de preparatoria. *Okoroha y colaboradores* [66] hipotetizan que, a mayor tiempo de juego durante el partido, el atleta es más susceptible a sufrir una lesión del LCA debido a la fatiga acumulada, sin embargo, en los resultados de su estudio, no se encuentra relación alguna entre los minutos jugados y la LLCA. *Almonroder y colaboradores* [67] consideran que los diferentes aspectos

cognitivos que afrontan los jugadores durante los partidos tienen relación con la alta incidencia de lesión durante los mismos. Aún existe controversia en si el nivel de juego influye en la LLCA. *Emerson* [68] expone que los jugadores profesionales de baloncesto tienen menor riesgo de lesión y *Beynnon y colaboradores* [29] exponen que los jugadores universitarios tienen un mayor riesgo de lesión en comparación de los atletas de preparatoria. A nivel universitario, *Harmon & Dick* [30] no encontraron diferencias respecto a la LLCA en los deportistas de baloncesto y soccer en las diferentes divisiones de la NCAA. De acuerdo con los resultados del presente estudio, estos contribuyen a consolidar la postura respecto al momento más frecuente de lesión del LCA, siendo durante la práctica deportiva. Sin embargo, se sugieren futuras investigaciones para determinar los factores que contribuyen a una mayor incidencia de lesión durante las competencias.

En relación con el abordaje de la lesión, en el presente trabajo hubo una diferencia significativa entre el abordaje quirúrgico y el no quirúrgico ($p=0.003$). Es comúnmente esperado que la reconstrucción del LCA ayudará a restaurar la función de la rodilla, mejorar la calidad de vida y disminuir el riesgo de futuras complicaciones [69]. De acuerdo con *Smith y colaboradores* [70], en su revisión sistemática no encuentran diferencias significativas en cuanto a los pacientes abordados quirúrgicamente y no quirúrgicamente en funcionalidad a 2 y 5 años. *Meuffels y colaboradores* [48], en su estudio con un seguimiento de 10 años, no encontraron diferencias significativas entre los abordajes en atletas de alto nivel respecto al nivel de actividad, lesiones meniscales, osteoartritis de rodilla, ni diferencias funcionales ni diferencia en evaluaciones subjetivas. De la misma manera, *Grindem y colaboradores* [71] exponen que son pocas las diferencias que existen entre el abordaje quirúrgico y el no quirúrgico, sin embargo, aquellos que optan por un abordaje quirúrgico tienen un mayor riesgo de reincidencia. Anteriormente se creía que el LCA lesionado, no tenía la capacidad de recuperación y por lo tanto era recomendada la reconstrucción de este [72], sin embargo, diferentes estudios han demostrado que el LCA tiene la capacidad de regenerarse [73,74], no obstante, se debe tener cuidado al interpretar la información, ya que no en todas las lesiones parece haber una posible regeneración. Independientemente del abordaje empleado, es

importante asegurarse que los atletas estén listos tanto física como psicológicamente para reducir el riesgo de reincidencias sobre la rodilla [75].

van Melick y colaboradores [45], así como, *Meredith y colaboradores* [49] exponen en sus trabajos que es necesaria una evaluación física y objetiva, que tome en cuenta aspectos de fuerza, simetría del salto, evaluación de calidad de movimiento, entre otros, para poder definir cuando un atleta se encuentre listo para regresar a la práctica deportiva. En el presente estudio se encontró que el 46% de los atletas que tuvieron la LLCA no tuvieron evaluación alguna. Solo el 36% de los atletas lesionados tuvo mínimo 2 evaluaciones, y al 18% restante solamente se les realizó una evaluación. Respecto a los resultados encontrados con relación a la evaluación de fuerza de la extremidad lesionada, se encontró un valor significativo ($p= 0.02$). De acuerdo con *Grindem y colaboradores* [76], postulan que aquellos atletas que presenten una asimetría en la fuerza de su cuádriceps tienen un mayor riesgo de reincidencia de lesión. De igual manera, se encontró una diferencia significativa en el presente estudio ($p= 0.02$) respecto a la evaluación del salto. *Müller y colaboradores* [77] exponen que aquellos atletas que no regresaron a la práctica deportiva en su estudio tuvieron un “*leg symmetry index*” menor en las evaluaciones de salto en comparación de aquellos que sí regresaron a su práctica deportiva. *Kyritsis y colaboradores* [50] argumentan que aquellos atletas que no cumplan los criterios para el regreso a la práctica deportiva donde se evalúa la fuerza, la agilidad y simetría en las pruebas de salto, tienen hasta cuatro veces mayor riesgo de reincidencia. También se encontró una diferencia significativa ($p= 0.004$) respecto a la percepción de la funcionalidad de la rodilla en los participantes del presente estudio. *Faleide y colaboradores* [78], mencionan que aquellos participantes que regresaron a su práctica deportiva reportaron una mayor funcionalidad de rodilla percibida por ellos mismos, y de la misma manera, reportaron una mayor disposición psicológica. Existe una gran variabilidad en las pruebas clínicas y en la toma de decisiones, especialmente en las últimas fases del proceso de rehabilitación y en la transición hacia el regreso de la práctica deportiva. Actualmente no existe consenso de un programa ideal de rehabilitación tras la lesión del ligamento cruzado anterior [79].

Limitaciones y fortalezas del estudio

Dentro de las presentes limitaciones del estudio, podemos encontrar que de los 11 atletas con una LLCA de una población total de 178 participantes afectados es modesta, pero representativa. Además, el diseño transversal, solo permite tener resultados de un determinado momento en el tiempo, por lo que solo fue posible realizar asociaciones. También, debido a la aplicación de la encuesta, se puede tener influencia de diferentes sesgos, respecto a la recolección de datos, son mínimos, ya que estos fueron recolectados por un solo evaluador; y por parte de los participantes, el sesgo de recuerdo y respuesta, sin embargo, estos sesgos están exentos del control del investigador.

En relación a las fortalezas del presente estudio, encontramos que es el primer estudio analizando este fenómeno dentro de los atletas universitarios en el país; el análisis inferencial que permite determinar aquellos atletas que tuvieron una evaluación objetiva para regresar a su práctica deportiva; la facilidad para llevar a cabo el estudio, gracias a la estructura institucional de las universidades, permitiendo el acceso a sus instalaciones y la participación de sus alumnos; el haber empleado dos universidades de diferentes estados de la república mexicana para la comparación entre las poblaciones; además de la sencillez del diseño metodológico, por lo que no se requiere demasiado tiempo ni demasiados recursos para llevarse a cabo, y de que permite postular o sugerir hipótesis para un futuro trabajo o trabajos.

CONCLUSIÓN

El objetivo principal del presente estudio se cumplió, ya que se identificaron diversos factores modificables (peso, IMC, tiempo que llevan jugando y tiempo de entrenamiento durante la semana) y no modificables (estatura, inherentes a la naturaleza y sexo de los participantes) asociados a la LLCA, que pueden ser abordados en futuras investigaciones, en particular; los factores modificables, representan factores diana para reducir el riesgo de reincidencia de la LLCA. De la misma manera, el presente estudio continúa aportando datos para justificar la importancia, relevancia y necesidad de una valoración objetiva, considerando diferentes criterios para el regreso a la práctica deportiva seguida de la LLCA.

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo, la prevalencia más frecuente de la LLCA es en las siguientes categorías: sexo femenino, *soccer*, mecanismo de lesión sin contacto y el tiempo de lesión durante los juegos; a pesar de ser una muestra de 11 casos de LLCA recopilados de un total de 178 participantes, los datos presentan similitudes con resultados expuestos en la literatura científica.

Además, cerca del 50% de los jugadores lesionados en este estudio, regresaron a la práctica deportiva sin cumplir ningún criterio postulado por la comunidad científica, se puede hipotetizar que el proceso de rehabilitación por el que pasaron los atletas lesionados careció de una estructura que planteara objetivos específicos que al cumplirlos, permitieran lograr un retorno a la práctica deportiva con un menor riesgo de reincidencia, así mismo, también se puede hipotetizar que los profesionales involucrados en la rehabilitación y el alta deportiva de los atletas no están lo suficientemente preparados para abordar este tipo de lesiones o desconocen las recomendaciones realizadas por la comunidad científica actualmente.

El diseño metodológico del presente trabajo permitió exponer un panorama general del regreso a la práctica deportiva tras la LLCA en dos estados de la república mexicana en una población de atletas universitarios, gracias a la sencillez del diseño, este puede ser reproducible para futuras investigaciones en estimaciones de la prevalencia de LLCA a

nivel nacional. No obstante, no hay que olvidar que el diseño solo expone los datos en un tiempo determinado, y de la misma manera, solo permite realizar asociaciones.

REFERENCIAS

1. Colombet P, Dejour D, Panisset JC, Siebold R; French Arthroscopy Society. Current concept of partial anterior cruciate ligament ruptures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96(8 Suppl):S109-S118. doi:10.1016/j.otsr.2010.09.003
2. Temponi EF, de Carvalho Júnior LH, Sonnery-Cottet B, Chambat P. Partial tearing of the anterior cruciate ligament: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop.* 2015;50(1):9-15. Published 2015 Feb 14. doi:10.1016/j.rboe.2015.02.003
3. Pedowitz R, O'Connor J, Akeson W. Daniel's Knee Injuries Ligament and Cartilage Structure, Function, Injury and Repair. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
4. Drake R, Vogl W, Mitchell A. Gray Anatomía para estudiantes. 1a ed. Madrid: Elsevier; 2005.
5. Filbay SR, Grindem H. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2019;33(1):33-47.
6. Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;4(4):CD011166. Published 2016 Apr 3. doi:10.1002/14651858.CD011166.pub2
7. Cimino F, Volk BS, Setter D. Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician.* 2010;82(8):917-922.
8. Agel J, Rockwood T, Klossner D. Collegiate ACL Injury Rates Across 15 Sports: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System Data Update (2004-2005 Through 2012-2013). *Clin J Sport Med.* 2016;26(6):518-523. doi:10.1097/JSM.0000000000000290
9. Bram JT, Magee LC, Mehta NN, Patel NM, Ganley TJ. Anterior Cruciate Ligament Injury Incidence in Adolescent Athletes: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2021;49(7):1962-1972. doi:10.1177/0363546520959619

10. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007;42(2):311-319.
11. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, 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.* 2019;54(5):472-482. doi:10.4085/1062-6050-407-16
12. Frank CB. Ligament structure, physiology and function. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2004;4(2):199-201.
13. Slaughterbeck JR, Hickox JR, Beynon B, Hardy DM. Anterior cruciate ligament biology and its relationship to injury forces. *Orthop Clin North Am.* 2006;37(4):585-591. doi:10.1016/j.ocl.2006.09.001
14. Kaczanowski S. Apoptosis: its origin, history, maintenance and the medical implications for cancer and aging. *Phys Biol.* 2016;13(3):031001. Published 2016 May 11. doi:10.1088/1478-3975/13/3/031001
15. Ortega-Camarillo C, Díaz-Flores M, Avalos-Rodríguez A, Vergara-Onofre M, Rosales-Torres A. La apoptosis y su importancia biomédica. *Gac Méd Méx.* 2001;137(6):563–77.
16. 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 (Baltimore).* 2019;98(26):e16030. doi:10.1097/MD.00000000000016030
17. Swenson DM, Collins CL, Best TM, Flanigan DC, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of knee injuries among U.S. high school athletes, 2005/2006-2010/2011. *Med Sci Sports Exerc.* 2013;45(3):462-469. doi:10.1249/MSS.0b013e318277acca
18. Agel J, Olson DE, Dick R, Arendt EA, Marshall SW, Sikka RS. Descriptive epidemiology of collegiate women's basketball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *J Athl Train.* 2007;42(2):202-210.

19. Koshida S, Deguchi T, Miyashita K, Iwai K, Urabe Y. The common mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in judo: a retrospective analysis. *Br J Sports Med.* 2010;44(12):856-861. doi:10.1136/bjsm.2008.051425
20. Yu B, Garrett WE. Mechanisms of non-contact ACL injuries. *Br J Sports Med.* 2007;41 Suppl 1(Suppl 1):i47-i51. doi:10.1136/bjsm.2007.037192
21. Acevedo RJ, Rivera-Vega A, Miranda G, Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: identification of risk factors and prevention strategies. *Curr Sports Med Rep.* 2014;13(3):186-191. doi:10.1249/JSR.0000000000000053
22. LaBella CR, Hennrikus W, Hewett TE; Council on Sports Medicine and Fitness, and Section on Orthopaedics. Anterior cruciate ligament injuries: diagnosis, treatment, and prevention. *Pediatrics.* 2014;133(5):e1437-e1450. doi:10.1542/peds.2014-0623
23. Agel J, Arendt EA, Bershadsky B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med.* 2005;33(4):524-530. doi:10.1177/0363546504269937
24. Hutchinson MR, Ireland ML. Knee injuries in female athletes. *Sports Med.* 1995;19(4):288-302. doi:10.2165/00007256-199519040-00006
25. Paterno MV, Rauh MJ, Schmitt LC, Ford KR, Hewett TE. Incidence of contralateral and ipsilateral anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction and return to sport. *Clin J Sport Med.* 2012;22(2):116-121. doi:10.1097/JSM.0b013e318246ef9e
26. Wiggins AJ, Grandhi RK, Schneider DK, Stanfield D, Webster KE, Myer GD. Risk of Secondary Injury in Younger Athletes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1861-1876. doi:10.1177/0363546515621554
27. Bisciotti GN, Chamari K, Cena E, et al. Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(10):1724-1738. doi:10.23736/S0022-4707.19.09563-X
28. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 2006;34(2):299-311. doi:10.1177/0363546505284183

29. Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, et al. The Effects of Level of Competition, Sport, and Sex on the Incidence of First-Time Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury. *Am J Sports Med.* 2014;42(8):1806-1812. doi:10.1177/0363546514540862
30. Harmon KG, Dick R. The relationship of skill level to anterior cruciate ligament injury. *Clin J Sport Med.* 1998;8(4):260-265. doi:10.1097/00042752-199810000-00002
31. Alazzawi S, Sukeik M, Ibrahim M, Haddad FS. Management of anterior cruciate ligament injury: pathophysiology and treatment. *Br J Hosp Med (Lond).* 2016;77(4):222-225. doi:10.12968/hmed.2016.77.4.222
32. Benjaminse A, Gokeler A, van der Schans CP. Clinical diagnosis of an anterior cruciate ligament rupture: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(5):267-288. doi:10.2519/jospt.2006.2011
33. Cleland A, Koppenhaver S, Su J. *Netter's Orthopaedic Clinical Examination An Evidence-Based Approach.* 3rd. Philadelphia; 2016.
34. Carr AJ, Price AJ, Glyn-Jones S, Rees JL. Advances in arthroscopy-indications and therapeutic applications. *Nat Rev Rheumatol.* 2015;11(2):77-85. doi:10.1038/nrrheum.2014.174
35. Oberlander MA, Shalvoy RM, Hughston JC. The accuracy of the clinical knee examination documented by arthroscopy. A prospective study. *Am J Sports Med.* 1993;21(6):773-778. doi:10.1177/036354659302100603
36. Negreros JP, Zatarain L. Rol de la imagen por resonancia magnética en el estudio de la patología traumática de rodilla. *Rev Med UAS.* 2016;7(2): <http://dx.doi.org/10.28960/revmeduas.2007-8013.v7.n2.005>
37. Tsai KJ, Chiang H, Jiang CC. Magnetic resonance imaging of anterior cruciate ligament rupture. *BMC Musculoskelet Disord.* 2004;5:21. Published 2004 Jul 8. doi:10.1186/1471-2474-5-21
38. Eagle S, Potter HG, Koff MF. Morphologic and quantitative magnetic resonance imaging of knee articular cartilage for the assessment of post-traumatic osteoarthritis. *J Orthop Res.* 2017;35(3):412-423. doi:10.1002/jor.23345

39. Bari AA, Kashikar SV, Lakhkar BN, Ahsan MS. Evaluation of MRI versus arthroscopy in anterior cruciate ligament and meniscal injuries. *J Clin Diagn Res.* 2014;8(12):RC14-RC18. doi:10.7860/JCDR/2014/10980.5331
40. Diermeier T, Rothrauff BB, Engebretsen L, et al. Treatment after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Treatment Consensus Group [published correction appears in *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2022 Mar;30(3):1126]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(8):2390-2402. doi:10.1007/s00167-020-06012-6
41. Hoogeslag RAG, Brouwer RW, Boer BC, de Vries AJ, Huis In 't Veld R. Acute Anterior Cruciate Ligament Rupture: Repair or Reconstruction? Two-Year Results of a Randomized Controlled Clinical Trial. *Am J Sports Med.* 2019;47(3):567-577. doi:10.1177/0363546519825878
42. Jaramillo G, Duque P, Agudelo I, Paz A, Castro J. Reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior. Técnica quirúrgica y reporte de casos. *Rev Colomb Ortop Traumatol.* 2017;31(2):63-67 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2017.03.003>
43. Petersen K, Imhoff A. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Oper Orthop Traumatol.* 2014;23(3):105-106
44. Calvo R, Anastasiadis Z, Calvo R, Figueroa D. Elección del injerto en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. ¿Existe un injerto ideal? *Rev Esp Artrosc Cir Articul.* 2017;24(Supl.1):59-66 <http://doi.org/10.24129/j.reaca.24e57.fs1704017>
45. van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 2016;50(24):1506-1515. doi:10.1136/bjsports-2015-095898
46. Eitzen I, Moksnes H, Snyder-Mackler L, Risberg MA. A progressive 5-week exercise therapy program leads to significant improvement in knee function early after anterior cruciate ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(11):705-721. doi:10.2519/jospt.2010.3345
47. Frobell RB, Roos HP, Roos EM, Roemer FW, Ranstam J, Lohmander LS. Treatment for acute anterior cruciate ligament tear: five year outcome of

- randomised trial. *BMJ*. 2013;346:f232. Published 2013 Jan 24. doi:10.1136/bmj.f232
48. Meuffels DE, Favejee MM, Vissers MM, Heijboer MP, Reijman M, Verhaar JA. Ten year follow-up study comparing conservative versus operative treatment of anterior cruciate ligament ruptures. A matched-pair analysis of high level athletes. *Br J Sports Med*. 2009;43(5):347-351. doi:10.1136/bjism.2008.049403
 49. Meredith SJ, Rauer T, Chmielewski TL, et al. Return to sport after anterior cruciate ligament injury: Panther Symposium ACL Injury Return to Sport Consensus Group. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(8):2403-2414. doi:10.1007/s00167-020-06009-1
 50. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. *Br J Sports Med*. 2016;50(15):946-951. doi:10.1136/bjsports-2015-095908
 51. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Whitehead TS, Webster KE. Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Am J Sports Med*. 2013;41(7):1549-1558. doi:10.1177/0363546513489284
 52. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and meta-analysis of the state of play. *Br J Sports Med*. 2011;45(7):596-606. doi:10.1136/bjism.2010.076364
 53. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. *Br J Sports Med*. 2014;48(21):1543-1552. doi:10.1136/bjsports-2013-093398
 54. Owen JL, Campbell S, Falkner SJ, Bialkowski C, Ward AT. Is there evidence that proprioception or balance training can prevent anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes without previous ACL injury?. *Phys Ther*. 2006;86(10):1436-1440. doi:10.2522/ptj.20050329

55. Benjaminse A, Gokeler A, Dowling AV, et al. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(3):170-182. doi:10.2519/jospt.2015.4986
56. Nwachukwu BU, Adjei J, Rauck RC, et al. How Much Do Psychological Factors Affect Lack of Return to Play After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? A Systematic Review. *Orthop J Sports Med.* 2019;7(5):2325967119845313. Published 2019 May 22. doi:10.1177/2325967119845313
57. Raoul T, Klouche S, Guerrier B, et al. Are athletes able to resume sport at six-month mean follow-up after anterior cruciate ligament reconstruction? Prospective functional and psychological assessment from the French Anterior Cruciate Ligament Study (FAST) cohort. *Knee.* 2019;26(1):155-164. doi:10.1016/j.knee.2018.11.006
58. Linko E, Harilainen A, Malmivaara A, Seitsalo S. Surgical versus conservative interventions for anterior cruciate ligament ruptures in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;(2):CD001356. Published 2005 Apr 18. doi:10.1002/14651858.CD001356.pub3
59. Tramer JS, Khalil LS, Ziedas A, Mehran N, Okoroha KR. Return to Play and Performance in the Women's National Basketball Association After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2020;8(9):2325967120947078. Published 2020 Sep 16. doi:10.1177/2325967120947078
60. Mahood C, Perry M, Gallagher P, Sole G. Chaos and confusion with confidence: Managing fear of Re-Injury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Phys Ther Sport.* 2020;45:145-154. doi:10.1016/j.ptsp.2020.07.002
61. Rambaud AJM, Semay B, Samozino P, et al. Criteria for Return to Sport after Anterior Cruciate Ligament reconstruction with lower reinjury risk (CR'STAL study): protocol for a prospective observational study in France. *BMJ Open.* 2017;7(6):e015087. Published 2017 Jun 30. doi:10.1136/bmjopen-2016-015087
62. Ithurburn MP, Longfellow MA, Thomas S, Paterno MV, Schmitt LC. Knee Function, Strength, and Resumption of Preinjury Sports Participation in Young

- Athletes Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2019;49(3):145-153. doi:10.2519/jospt.2019.8624
63. Leister I, Kulnik ST, Kindermann H, et al. Functional performance testing and return to sport criteria in patients after anterior cruciate ligament injury 12-18 months after index surgery: A cross-sectional observational study. *Phys Ther Sport.* 2019;37:1-9. doi:10.1016/j.ptsp.2019.01.010
64. Alsubaie SF, Abdelbasset WK, Alkathiry AA, et al. Anterior cruciate ligament injury patterns and their relationship to fatigue and physical fitness levels - a cross-sectional study. *Medicine (Baltimore).* 2021;100(1):e24171. doi:10.1097/MD.00000000000024171
65. Ithurburn MP, Paterno MV, Ford KR, Hewett TE, Schmitt LC. Young Athletes With Quadriceps Femoris Strength Asymmetry at Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Demonstrate Asymmetric Single-Leg Drop-Landing Mechanics. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2727-2737. doi:10.1177/0363546515602016
66. Okoroha KR, Marfo K, Meta F, et al. Amount of Minutes Played Does Not Contribute to Anterior Cruciate Ligament Injury in National Basketball Association Athletes. *Orthopedics.* 2017;40(4):e658-e662. doi:10.3928/01477447-20170503-04
67. Almonroeder TG, Kernozek T, Cobb S, Slavens B, Wang J, Huddleston W. Divided attention during cutting influences lower extremity mechanics in female athletes. *Sports Biomech.* 2019;18(3):264-276. doi:10.1080/14763141.2017.1391327
68. Emerson RJ. Basketball knee injuries and the anterior cruciate ligament. *Clin Sports Med.* 1993;12(2):317-328.
69. Dhillon KS. "'Doc' do I need an anterior cruciate ligament reconstruction? What happens if I do not reconstruct the cruciate ligament?". *Malays Orthop J.* 2014;8(3):42-47. doi:10.5704/MOJ.1411.010
70. Smith TO, Postle K, Penny F, McNamara I, Mann CJ. Is reconstruction the best management strategy for anterior cruciate ligament rupture? A systematic review

- and meta-analysis comparing anterior cruciate ligament reconstruction versus non-operative treatment. *Knee*. 2014;21(2):462-470. doi:10.1016/j.knee.2013.10.009
71. Grindem H, Eitzen I, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Risberg MA. Nonsurgical or Surgical Treatment of ACL Injuries: Knee Function, Sports Participation, and Knee Reinjury: The Delaware-Oslo ACL Cohort Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(15):1233-1241. doi:10.2106/JBJS.M.01054
 72. Costa-Paz M, Ayerza MA, Tanoira I, Astoul J, Muscolo DL. Spontaneous healing in complete ACL ruptures: a clinical and MRI study. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(4):979-985. doi:10.1007/s11999-011-1933-8
 73. Pitsillides A, Stasinopoulos D, Giannakou K. Healing potential of the anterior cruciate ligament in terms of fiber continuity after a complete rupture: A systematic review. *J Bodyw Mov Ther*. 2021;28:246-254. doi:10.1016/j.jbmt.2021.06.003
 74. Filbay S, Roemer F, Lohmander S, et al. 32 Spontaneous healing of the ruptured anterior cruciate ligament: observations from the KANON trial. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2022;8:doi: 10.1136/bmjsem-2022-sportskongres.8
 75. Filbay SR. Early ACL reconstruction is required to prevent additional knee injury: a misconception not supported by high-quality evidence. *Br J Sports Med*. 2019;53(8):459-461. doi:10.1136/bjsports-2018-099842
 76. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk by 84% after ACL reconstruction: the Delaware-Oslo ACL cohort study. *Br J Sports Med*. 2016;50(13):804-808. doi:10.1136/bjsports-2016-096031
 77. Müller U, Krüger-Franke M, Schmidt M, Rosemeyer B. Predictive parameters for return to pre-injury level of sport 6 months following anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(12):3623-3631. doi:10.1007/s00167-014-3261-5
 78. Faleide AGH, Magnussen LH, Strand T, et al. The Role of Psychological Readiness in Return to Sport Assessment After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med*. 2021;49(5):1236-1243. doi:10.1177/0363546521991924

79. Greenberg EM, Greenberg ET, Albaugh J, Storey E, Ganley TJ. Rehabilitation Practice Patterns Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Survey of Physical Therapists. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(10):801-811. doi:10.2519/jospt.2018.8264