

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

“INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS”

Requisito previo para optar por el Título de Médico

Modalidad: Artículo Científico/ Revisión Bibliográfica

Autora: Hidalgo Alvarez, Karen Nicole

Tutor: Dr. Esp. Garay Villamar, Daniel gustavo

Ambato – Ecuador

Septiembre, 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Artículo Científico sobre el tema:

"**INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS**" desarrollado por Hidalgo Alvarez Karen Nicole, estudiante de la Carrera de Medicina, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, septiembre del 2024

EL TUTOR

Firmado electrónicamente por:
DANIEL GUSTAVO
GARAY VILLAMAR

Garay Villamar Daniel Gustavo

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión "**INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS**", como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos

Ambato, septiembre del 2024

LA AUTORA


Firmado electrónicamente por:
KAREN NICOLE
HIDALGO ALVAREZ

Hidalgo Alvarez Karen Nicole

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Dr. Esp. Garay Villamar Daniel Gustavo, con CC: 0925491243 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, septiembre 2024

Firmado electrónicamente por:
DANIEL GUSTAVO
GARAY VILLAMAR

.....

Garay Villamar Daniel Gustavo

CC: 0925491243

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Hidalgo Alvarez Karen Nicole con CC: 0504450065 en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "**INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS**", Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autora, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, septiembre 2024


Firmado electrónicamente por:
KAREN NICOLE
HIDALGO ALVAREZ

.....

Hidalgo Alvarez Karen Nicole

C.C 0504450065

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal Examinador, aprueban en el informe del Proyecto de Investigación: "**INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS**", de Hidalgo Alvarez Karen Nicole, estudiante de la Carrera de Medicina.

Ambato, septiembre 2024

Parar su constancia firma

……

Presidente

.....…… ..…….

1er Vocal 2 do Vocal

www.cienciadigitaleditorial.com

Certificado N°: 1699

El, Dr.C. Efraín Velasteguí López. PhD. Director y editor de la revista electrónica "**Anatomía Digital"**, (ISSN 2697-3391) alojada en http://www.anatomiadigital.org

ACREDITA QUE:

El artículo **"Innovaciones en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en atletas"** evaluado por pares ciegos (doble-blind), que consta de 26 páginas en formato PDF, cuyos autores son: Karen Nicole Hidalgo Álvarez., & Daniel Gustavo Garay Villamar., ha sido aceptado para su publicación en el Vol 7 Num 3.1. **Medicina Futura,** de Agosto 2024.

http://www.anatomiadigital.org

Lo que se hace constar en Ambato 31 de julio de 2024

El Director

Fdo.: Efraín Velasteguí López

latindex catálogo 2.0

Ambato - Ecuador
099 823 5485
publicaciones@cienciadigital.org

Para verificar la validez del certificado ingrese a :
www.cienciadigitaleditorial.com/búsqueda o escanee el código QR

DEDICATORIA

El presente Artículo de Revisión lo dedico en primer lugar a mi madre, cuyo amor incondicional y soporte emocional han sido la fuerza motriz detrás de cada uno de mis logros. A mi padre por estar presente en todo el transcurso de mi carrera. A mis hermanas quienes compartieron momentos felices y tristes en el trascurso de mi formación. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo, la importancia de la perseverancia y la belleza de soñar en grande.

A mi prometido, mi compañero de vida, cuya paciencia, amor y comprensión han sido mi refugio en los momentos de duda y cansancio. A mi suegra, por su sabiduría, su cariño, y por acogerme en su vida con tanta generosidad. Gracias por ser un ejemplo de fortaleza y dedicación, y por enseñarme que la familia no se define solo por lazos de sangre, sino por el amor que compartimos.

A mi madrina, por ser un faro de luz en mi vida. Su amor, sus consejos y su presencia han sido un bálsamo en los momentos más difíciles. Su influencia en mi vida es invaluable, y este logro también es suyo.

A sr. Bigotes (cuchi) y Hannita, mis compañeros silenciosos de largas noches de estudio y días interminables. Gracias por su compañía, por sus ronroneos que llenan de calma mis días, y por recordarme que en las cosas simples de la vida, como una caricia o un juego, se encuentra la verdadera felicidad. Su presencia ha hecho este viaje más llevadero y ha llenado mi hogar de amor.

Karen Hidalgo

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud a mis padres y hermanas, cuyo amor, apoyo y enseñanzas han sido la base sobre la cual se ha construido todo lo que soy. Gracias por su confianza en mí y por haberme inculcado los valores que me han guiado en cada paso de este camino. A mi prometido, por ser mi roca y mi refugio, por estar a mi lado en los momentos más desafiantes y por compartir conmigo esta travesía con tanto amor y comprensión. A mi suegra, que ha sido una segunda madre para mí, gracias por su sabiduría, por su cariño y por hacerme sentir siempre parte de su familia. A mi madrina, que con su fe y apoyo incondicional ha sido una fuente de luz y esperanza en mi vida. Y a mis gatitos, que con su silenciosa compañía han brindado consuelo y alegría en las largas jornadas de estudio.

A mis docentes y tutores del internado, quiero extender un agradecimiento especial. Su dedicación, paciencia y compromiso con mi formación profesional han sido fundamentales en mi desarrollo. Cada lección, cada consejo y cada muestra de apoyo han dejado una huella imborrable en mi trayectoria. Gracias por ser modelos a seguir, por su pasión por la enseñanza y por inculcarme no solo el conocimiento necesario, sino también los valores éticos y humanos que guían la práctica de la medicina.

.

Karen Hidalgo

“INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS”

RESUMEN

Introducción: las lesiones deportivas, y en particular las del ligamento cruzado anterior (LCA), se erigen como obstáculos significativos que amenazan la carrera y el rendimiento de los atletas. Debido a ello, la comunidad científica y médica ha respondido a este desafío con una serie de innovaciones revolucionarias que abordar las limitaciones asociadas con las técnicas tradicionales de reconstrucción y a transformar fundamentalmente la experiencia de recuperación de los atletas. Objetivos: el presente artículo tiene por objetivo general el analizar y evaluar de manera exhaustiva las innovaciones en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en atletas, con el propósito de comprender su efectividad, seguridad y potencial impacto en los resultados clínicos. Metodología: para cumplir este objetivo se usó una metodología con enfoque cualitativo y de tipo de investigación exploratorio-descriptiva, ya que se busca profundizar en la comprensión de las innovaciones en la reconstrucción del LCA y describir las experiencias de los atletas en este contexto. Además, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y médica mediante el empleo de diversas bases de datos llegando a concluir que, en cuanto a los avances tecnológicos y materiales utilizados en la reconstrucción del LCA, se ha explorado el impacto positivo de las técnicas de imagen avanzada, sistemas de navegación quirúrgica, biomateriales de última generación y dispositivos de fijación. Resultados: las técnicas quirúrgicas, los avances tecnológicos y la atención centrada en los resultados a largo plazo han transformado esta intervención en una disciplina altamente especializada. Conclusiones: la revisión de técnicas quirúrgicas para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas muestra una evolución significativa, desde autoinjertos de tendones rotulianos hasta innovaciones mínimamente invasivas. Los avances tecnológicos, como la imagen avanzada y los biomateriales modernos, han mejorado la precisión y el éxito de las cirugías, reduciendo complicaciones y acelerando la recuperación. Área de estudio general: Medicina. Área de estudio específica: Traumatología. Tipo de estudio: Trabajo de titulación / Artículo científico.

PALABRAS CLAVES: RECONSTRUCCIÓN, LCA, ATLETAS, INNOVACIÓN.

“INNOVACIONES EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN ATLETAS”

ABSTRACT

Introduction: Sports injuries, and particularly those of the anterior cruciate ligament (ACL), stand as significant obstacles that threaten the career and performance of athletes. Because of this, the scientific and medical community has responded to this challenge with a series of groundbreaking innovations that address the limitations associated with traditional reconstruction techniques and fundamentally transform the recovery experience for athletes. Objectives: The general objective of this article is to comprehensively analyze and evaluate innovations in anterior cruciate ligament reconstruction in athletes, to understand their effectiveness, safety, and potential impact on clinical outcomes. Methodology: To meet this objective, a methodology with a qualitative approach and an exploratory-descriptive type of research was used, since it seeks to deepen the understanding of innovations in ACL reconstruction and describe the experiences of athletes in this context. In addition, an exhaustive review of the scientific and medical literature was carried out using various databases, concluding that, in terms of the technological and material advances used in ACL reconstruction, the positive impact of advanced imaging techniques, surgical navigation systems, state-of-the-art biomaterials and fixation devices. Results: Surgical techniques, technological advances, and care focused on long-term outcomes have transformed this intervention into a highly specialized discipline. Conclusions: The review of surgical techniques for anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction in athletes shows a significant evolution, from patellar tendon autografts to minimally invasive innovations. Technological advances, such as advanced imaging and modern biomaterials, have improved the precision and success of surgeries, reducing complications and speeding recovery. General area of study: Medicine. Specific area of study: Traumatology. Type of study: Degree project / Scientific article.

KEYWORDS: RECONSTRUCTION, ACL, ATHLETES, INNOVATION.KEY

INTRODUCCIÓN

La competición en el ámbito deportivo de élite demanda no solo habilidades excepcionales, sino también una resistencia física que desafía los límites del cuerpo humano. En este escenario, las lesiones deportivas, y en particular las del ligamento cruzado anterior (LCA), se erigen como obstáculos significativos que amenazan la carrera y el rendimiento de los atletas (1). La importancia de la salud del LCA no solo radica en la capacidad funcional de la rodilla, sino que se extiende a la duración de la recuperación y al retorno exitoso a la competición, elementos cruciales en el universo altamente competitivo del deporte profesional (2).

De esta mana, las lesiones que afectan al LCA representan una preocupación significativa para atletas que participan en diversas disciplinas deportivas. Estas lesiones no solo pueden ocasionar una disminución palpable en el rendimiento deportivo, sino que, en algunos casos, pueden incluso poner fin de manera prematura a las carreras atléticas. A pesar de que la cirugía de reconstrucción del LCA ha sido considerada un estándar de tratamiento eficaz, las metodologías convencionales presentan limitaciones notables en cuanto a los resultados a largo plazo, los tiempos de recuperación y la capacidad del atleta para retornar al mismo nivel de competencia previo a la lesión.

Esta preocupación latente por las lesiones del LCA ha encendido una llama de investigación y desarrollo en el ámbito médico y deportivo. La comunidad científica, en colaboración con profesionales de la medicina deportiva, ha respondido a este desafío con una serie de innovaciones revolucionarias, que no solo buscan abordar las limitaciones asociadas con las técnicas tradicionales de reconstrucción del LCA, sino que también aspiran a transformar fundamentalmente la experiencia de recuperación de los atletas (3). El intercambio constante de conocimientos entre cirujanos, investigadores y fisioterapeutas ha allanado el camino para un enfoque más integral y personalizado en la gestión de las lesiones del LCA. Este paradigma emergente no solo se centra en la restauración anatómica, sino que también pone énfasis en la optimización funcional y en la minimización de los riesgos a largo plazo, marcando así un capítulo innovador en la atención a estas lesiones deportivas (4).

La frecuencia con la que los atletas de élite experimentan lesiones en el LCA ha impulsado la búsqueda constante de avances médicos que no solo reparen la estructura dañada, sino que también aceleren la recuperación y minimicen la

posibilidad de recurrencias. En este contexto, las recientes innovaciones en la reconstrucción del LCA han emergido como un campo de estudio y práctica que redefine las expectativas en la atención a estas lesiones.

En la actualidad, se han registrado progresos en cuanto a técnicas quirúrgicas, materiales y procesos de rehabilitación postoperatoria, dando lugar a la aparición de nuevas prácticas innovadoras en la reconstrucción del LCA. No obstante, la eficacia real de estas recientes técnicas y enfoques aún no ha sido exhaustivamente evaluada ni comparada con los métodos convencionales. Por consiguiente, surge la imperiosa necesidad de llevar a cabo una revisión integral y actualizada acerca de las innovaciones en la reconstrucción del LCA en atletas, con el propósito de discernir su impacto en los resultados clínicos, la rehabilitación después de la operación y el rendimiento deportivo a largo plazo.

De esta manera, la relevancia de este tema no se limita únicamente al ámbito médico, sino que se proyecta directamente sobre la esfera deportiva en su conjunto. La capacidad de un atleta para recuperarse de una lesión en el LCA y regresar al rendimiento óptimo no solo determina su éxito individual, sino que también impacta en el desempeño general del equipo (5). De este modo, las innovaciones en este campo no solo influyen en la salud individual de los atletas, sino que también moldean la dinámica competitiva de los eventos deportivos.

El alcance de este artículo abarcará un análisis profundo de los últimos avances en la reconstrucción del LCA, destacando cómo estas innovaciones están transformando no solo las prácticas quirúrgicas, sino también las estrategias de rehabilitación y el panorama completo de la medicina deportiva. A través de la comprensión de estas innovaciones, se busca no solo informar, sino también inspirar una conversación continua sobre la optimización del rendimiento atlético y la mejora de la calidad de vida de los atletas. En este contexto, exploraremos detenidamente las vías que estas innovaciones abren para la evolución constante de la atención médica en el deporte de élite.

En complemento, la razón fundamental para llevar a cabo esta revisión reside en su relevancia tanto desde un punto de vista clínico como científico. Los resultados obtenidos poseen el potencial de tener un impacto inmediato en la práctica médica, proporcionando valiosa información a cirujanos ortopédicos, fisioterapeutas y otros profesionales de la salud que desempeñan un papel crucial en el tratamiento de atletas con lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA). Al analizar y comparar los resultados a largo plazo de las técnicas convencionales y las innovadoras, los profesionales de la salud estarán mejor equipados para tomar decisiones fundamentadas sobre el enfoque de

tratamiento más adecuado para cada paciente, permitiendo así una atención médica más personalizada y mejorando los resultados individuales.

Además, cabe destacar que esta revisión tiene el potencial de beneficiar tanto a los atletas individuales como a la comunidad deportiva en su conjunto. Al elevar la calidad de la atención médica, reducir los tiempos de recuperación y favorecer el retorno exitoso al deporte, se fomentará la salud y el bienestar de los atletas, así como el rendimiento competitivo en diversas disciplinas deportivas. La búsqueda de soluciones innovadoras para abordar las lesiones del LCA representa un paso significativo hacia la mejora continua del cuidado médico y el respaldo integral a los atletas en su trayectoria hacia la recuperación y la excelencia deportiva.

A medida que avanzamos en la era de la medicina personalizada, donde la individualización de la atención médica es clave, los hallazgos derivados de esta revisión tienen el potencial de moldear no solo el presente sino también el futuro de la gestión de las lesiones del LCA. La implementación de prácticas basadas en evidencia, respaldadas por datos concretos provenientes de estudios de revisión exhaustivos como el presente, se traducirá en beneficios tangibles para los pacientes, optimizando la calidad de la atención médica y proporcionando una guía más precisa para los profesionales de la medicina deportiva en su enfoque terapéutico.

En conclusión, la trascendencia de esta revisión se extiende más allá de las consideraciones clínicas inmediatas, influyendo en la investigación y guiando el camino hacia intervenciones más efectivas y personalizadas. La sinergia entre la práctica clínica y la investigación científica resultante de este estudio fortalecerá la base de conocimientos médicos y contribuirá significativamente a la evolución continua de la atención médica en el campo de las lesiones del ligamento cruzado anterior (6).

De esta forma, el presente artículo tiene por objetivo general el analizar y evaluar de manera exhaustiva las innovaciones en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en atletas, con el propósito de comprender su efectividad, seguridad y potencial impacto en los resultados

clínicos, la rehabilitación postoperatoria y el rendimiento deportivo a largo plazo. Esto por medio de una metodología bibliográfica y correlacional que hizo de bases de datos de alta relevancia científica, como lo son artículos indexados, tesis doctorales e información comprobable y de fiabilidad aceptable.

Inclusive, tomando en consideración la importancia del trabajo se han delimitado también una cantidad de objetivos específicos que marcan las actividades a cumplir para alcanzar el objetivo general, siendo estos; Analizar en detalle las diferentes técnicas quirúrgicas de reconstrucción del ligamento cruzado anterior en atletas, incluyendo las técnicas tradicionales y las innovaciones más recientes, para comprender las diferencias de cada una; Examinar los avances en tecnología y materiales utilizados en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en atletas, incluyendo el uso de técnicas de imagen avanzada, sistemas de navegación quirúrgica, biomateriales de última generación y dispositivos de fijación, para evaluar su impacto en la precisión del procedimiento quirúrgico, la integración del injerto, la resistencia a la carga y la prevención de complicaciones; Evaluar críticamente los resultados clínicos y funcionales a largo plazo de los atletas sometidos a reconstrucción del LCA utilizando diferentes técnicas, considerando aspectos como la estabilidad de la rodilla, la recuperación del rango de movimiento, la fuerza muscular, el tiempo de retorno al deporte y la incidencia de complicaciones postoperatorias.

MÉTODOS

Para abordar la complejidad de las experiencias de los atletas sometidos a procedimientos de reconstrucción del LCA, se aplicó un enfoque cualitativo. Se privilegiaron estudios que exploraran las percepciones subjetivas, los desafíos y los éxitos experimentados por los atletas en el proceso de recuperación. Este enfoque cualitativo permitió capturar no solo los resultados clínicos objetivos, sino también las dimensiones subyacentes de la experiencia de los atletas, contribuyendo así a una comprensión más holística de las innovaciones en la reconstrucción del LCA.

La naturaleza de la investigación se enmarca como exploratorio-descriptiva, ya que se busca profundizar en la comprensión de las innovaciones en la reconstrucción del LCA y describir las experiencias de los atletas en este contexto. Este enfoque proporciona la flexibilidad necesaria para identificar patrones emergentes y tendencias, así como para describir detalladamente cómo estas innovaciones impactan en la recuperación y el rendimiento atlético. En conjunto, esta metodología integral está diseñada para arrojar luz sobre las innovaciones más recientes en la reconstrucción del LCA desde una perspectiva cualitativa y descriptiva, enriqueciendo así el conocimiento existente en este campo crucial de la medicina deportiva.

Se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura científica y médica mediante el empleo de diversas bases de datos, tales como PUDMED, SCOPUS, TAYLOR AND FRANCIS y PROQUEST. El propósito fue recopilar investigaciones, estudios clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis relacionados con técnicas de reconstrucción del LCA y sus innovaciones. Se utilizaron palabras clave específicas, como deportista, LCA, atletas, reconstrucción, ligamento y tratamiento, con el fin de optimizar la búsqueda. Los criterios de inclusión abarcaron estudios publicados en revistas científicas desde el año 2019 hasta 2023, investigaciones centradas las innovaciones en la reconstrucción del LCA, y aquellas que adoptaron enfoques clínicos, experimentales, revisiones sistemáticas o metaanálisis, además de publicaciones disponibles en inglés y español. Por otro lado, los criterios de exclusión establecieron la no inclusión de investigaciones previas a 2019, estudios que no abordaron tratamientos para la rotura del LCA, así como aquellos que no incorporaran términos vinculados con el objetivo del artículo.

DESARROLLO

La funcionalidad integral del ligamento cruzado anterior (LCA) emerge como un componente esencial en la compleja maquinaria biomecánica de la rodilla, proporcionando estabilidad fundamental durante diversas actividades deportivas (3). Este ligamento, al conectar el hueso tibial con el fémur, desempeña un papel crucial al asegurar la coherencia de la articulación y facilitar movimientos coordinados y sin inconvenientes (1). Específicamente, durante maniobras que implican cambios bruscos de dirección, giros y saltos, situaciones comunes en el ámbito deportivo, el LCA colabora armoniosamente con otros tejidos y músculos para ofrecer un soporte dinámico. Este proceso contribuye a evitar desplazamientos inesperados de la rodilla, manteniendo la integridad estructural y funcional de la articulación.

La comprensión profunda de la función y relevancia del LCA se revela como un recurso invaluable para los profesionales de la salud (3). La implementación de estrategias efectivas en la prevención y tratamiento de lesiones ligamentarias se vuelve una prioridad, no solo para mantener la salud a largo plazo de los atletas y deportistas, sino también para maximizar su rendimiento durante la práctica deportiva. Este enfoque preventivo adquiere aún mayor importancia en contextos donde las demandas físicas y las tensiones sobre la rodilla son frecuentes, como en deportes que involucran cambios de ritmo, aceleraciones y movimientos bruscos.

A medida que se profundiza en el conocimiento del LCA y su impacto en la actividad deportiva, se revela la necesidad de estrategias personalizadas y adaptadas a las demandas específicas de cada disciplina (3). Los protocolos de prevención y rehabilitación deben considerar la diversidad de movimientos y esfuerzos a los que se someten los atletas en sus respectivas disciplinas. Esta adaptabilidad en las estrategias de atención médica no solo busca mitigar el riesgo de lesiones, sino también optimizar la capacidad del LCA para responder de manera eficiente a las exigencias específicas de cada deporte.

Anatomía y función del ligamento cruzado anterior

El LCA ha sido caracterizado como una estructura singular que conecta las articulaciones tibial y femoral. Como se observa en la figura 1, su punto de origen se encuentra en la meseta tibial, específicamente en la región anterior y entre las eminencias intercondíleas, y se extiende hacia la porción posteromedial del cóndilo femoral lateral. Desde una perspectiva histológica, el LCA está predominantemente compuesto por matrices de colágeno, principalmente del tipo I (90%) y tipo III (10%); estas matrices de colágeno exhiben una organización en múltiples haces de fibras, con diámetros que oscilan desde 20 µm hasta 400 µm (1).

En cuanto a su suministro sanguíneo, la arteria genicular media se posiciona como la fuente principal para el LCA, si bien también se observa una contribución proveniente de las arterias geniculares inferiores, junto con la difusión a través de la vaina sinovial del propio ligamento. La inervación del LCA es llevada a cabo por el nervio tibial, cuyas terminaciones nerviosas perforan la cápsula posterior, siguiendo el camino ligamentoso junto a la membrana sinovial.

Además, esta inervación se complementa con vasos que transportan mecanorreceptores, los cuales contribuyen a la función propioceptiva del LCA. Es relevante señalar que el LCA posee una cantidad mínima de fibras relacionadas con la sensación de dolor, explicando así la infrecuente experiencia de dolor tras un desgarro agudo del LCA hasta que se desarrolla una hemartrosis (1, 7).

Desde el punto de vista funcional, el ligamento cruzado anterior (LCA) desempeña múltiples funciones. En primer lugar, impide la traslación anterior de la tibia respecto al fémur, funcionando como un estabilizador efectivo en esta dirección. Además, actúa como un estabilizador secundario para contrarrestar la rotación interna de la tibia y la angulación valga de la rodilla. Contribuye significativamente a mantener el movimiento biomecánico normal de la rodilla, lo

que resulta crucial para prevenir posibles daños meniscales. Los dos haces que conforman el LCA desempeñan funciones distintas y complementarias que permiten la biomecánica adecuada del ligamento. En específico, el haz anteromedial se tensa durante la flexión, mientras que el haz posterolateral se encuentra en tensión durante la extensión. Las propiedades anatómicas y biomecánicas del haz intermedio son comparables a las del haz anteromedial (7).

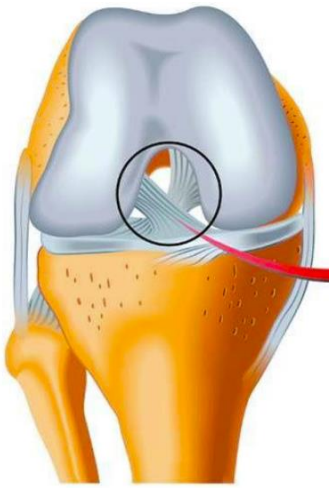

Figura 1. *Anatomía del LCA. Tomado de (7). Se observa como el ligamento esta inervado por el nervio tibial.*

Métodos tradicionales de reconstrucción del LCA

El abordaje de las lesiones en el LCA ha experimentado una evolución significativa a lo largo del tiempo, y la comprensión de los métodos tradicionales de reconstrucción ofrece una perspectiva valiosa sobre las opciones terapéuticas disponibles. La base fundamental de estos métodos reside en el uso de injertos, ya sea autólogos o alógenos, presentando un enfoque dual que refleja la búsqueda de equilibrio entre biocompatibilidad y disponibilidad de materiales; como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. *Técnicas tradicionales de reconstrucción del LCA*

Técnica	Tipo de injerto	Origen del injerto
Reconstrucción con autoinjerto de tendón rotuliano	Autólogo	Propio paciente
Reconstrucción con autoinjerto de tendón de la corva	Autólogo	Propio paciente

Reconstrucción con injerto alógeno de tendón de la corva o tendón rotuliano	Alógeno	Donante humano o animal
Reconstrucción con autoinjerto del ligamento cuadricipital	Autólogo	Propio paciente
Reconstrucción con injerto de ligamento artificial	Sintético/Artificial	Materiales como plásticos, polímeros o cintas específicas

Fuente: tomado de 8,9,10,11

La reconstrucción con autoinjerto de tendón rotuliano emerge como una técnica arraigada en la utilización de tejido propio del paciente. Este enfoque, respaldado por su similitud estructural y funcional con el LCA, ofrece una solución biomecánica sólida (8). Sin embargo, la necesidad de sacrificar parte del tendón rotuliano plantea consideraciones sobre la recuperación funcional a largo plazo y el riesgo de morbilidades asociadas.

En ese sentido, la alternativa de utilizar el tendón de la corva como autoinjerto proporciona otra dimensión a la variedad de opciones. Este método diversifica las fuentes de tejido autólogo, permitiendo una adaptación más específica a las necesidades individuales del paciente (10). Sin embargo, la decisión entre tendón rotuliano y tendón de la corva conlleva ponderaciones sobre las características biomecánicas y la preferencia del cirujano.

No obstante, la inclusión de injertos alógenos amplía aún más el espectro de posibilidades. La utilización de tejido proveniente de donantes humanos o animales brinda una solución cuando las opciones autólogas son limitadas (10). Aunque este enfoque aborda la disponibilidad de tejido, plantea desafíos inmunológicos que deben ser cuidadosamente analizados.

Al momento de elegir autoinjertos o aloinjertos para la reconstrucción del LCA se deberá tomar en cuenta el factor de la estabilidad, puesto que tendrá efectos en la funcionalidad a corto plazo e implicaciones a largo plazo.

En consecuencia, la superioridad del tendón de la corva sobre los aloinjertos en términos de evaluaciones subjetivas de la rodilla y estabilidad destaca la importancia de considerar no solo la función general sino también las complicaciones sensoriales al seleccionar el tipo de injerto (12). Mientras que, la asociación de aloinjertos con una estabilidad normal significativamente menor en comparación con autoinjertos plantea preocupaciones sobre la estabilidad a

largo plazo y tiene implicaciones importantes para la función a largo plazo de la rodilla reconstruida (13).

Por su parte, una variante autóloga única es la técnica de autoinjerto del ligamento cuadricipital, puesto que se aprovecha un componente de la propia rodilla del paciente (11). Desde este enfoque se destaca la adaptabilidad de las estrategias quirúrgicas para encontrar soluciones específicas basadas en la anatomía individual. No obstante, la extensión de la intervención al ligamento cuadricipital requiere una consideración minuciosa de los beneficios y posibles complicaciones.

Mientras que, la inclusión de la reconstrucción con injerto de ligamento artificial destaca la búsqueda de alternativas biocompatibles y duraderas. No obstante, los injertos sintéticos, aunque fueron explorados en la década de 1980, se asocian con tasas significativas de falla y sinovitis reactiva. Aunque ofrecen la ventaja de evitar la morbilidad del sitio donante, la alta tasa de falla y las complicaciones inflamatorias plantean interrogantes sobre su utilidad (14).

En consecuencia, la evaluación de la biocompatibilidad a largo plazo y la resistencia mecánica son cruciales para determinar su idoneidad en comparación con los métodos tradicionales.

Innovaciones en la reconstrucción del LCA

La continua evolución en el campo de la reconstrucción del LCA refleja un compromiso constante con la mejora de las técnicas quirúrgicas y la búsqueda de soluciones más efectivas. Las innovaciones en este campo, como se muestra en la tabla 2, van desde la reducción de la invasividad hasta el uso de terapias regenerativas, marcando un avance significativo en el tratamiento de las lesiones del LCA.

Tabla 2. *Innovaciones en la reconstrucción del LCA*

Innovación	Características	Beneficios
Técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas	Utilización de artroscopia para visualizar y reparar el LCA. Evitar grandes incisiones y desplazamiento de tejidos circundantes.	Reducción del trauma quirúrgico, sangrado y dolor postoperatorio. Recuperación más rápida y rehabilitación temprana.

Técnicas de imagen avanzada	Resonancia magnética (MRI) y tomografía computarizada (TC) para obtener imágenes detalladas y tridimensionales de la rodilla. Mejora de la precisión quirúrgica y colocación del injerto.	Planificación precisa del tipo de injerto, ubicación de túneles óseos y tensión del nuevo ligamento. Mayor estabilidad de la rodilla y resultados satisfactorios a largo plazo.
Nuevos materiales y dispositivos para la reconstrucción del LCA	Injertos sintéticos de alta resistencia con propiedades biomecánicas similares a los tejidos naturales. Dispositivos de fijación más avanzados para una mejor sujeción e integración del injerto.	Reducción de la necesidad de tejido autólogo y morbilidad asociada. Mejora de la estabilidad y función de la rodilla reconstruida. Acortamiento del tiempo de recuperación postoperatoria.
Terapias de regeneración de tejidos y biología molecular	- Investigación de terapias regenerativas como factores de crecimiento, células madre y terapias génicas.	- Estimulación de la formación de tejido más sano y funcional en el sitio del injerto. - Aceleración de la recuperación y reducción del riesgo de complicaciones.

Fuente: tomado de 15,16,14,17,18,19,20

La introducción de técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas, centradas en el empleo de la artroscopia, representa un cambio paradigmático en la aproximación a la reconstrucción del LCA. La capacidad de realizar procedimientos con incisiones más pequeñas, evitando el desplazamiento extensivo de tejidos, no solo reduce el trauma quirúrgico, el sangrado y el dolor postoperatorio, sino que también acelera la recuperación y rehabilitación. En consecuencia, no solo se beneficia una recuperación más rápida, sino que también un retorno más temprano a las actividades físicas y deportivas (15, 16).

En busca de una planificación quirúrgica precisa el empleo de técnicas de imagen avanzada, como la resonancia magnética (MRI), la tomografía computarizada (TC) y la tomografía computarizada de doble energía (TCED) se

convierten en herramientas de suma importancia. La capacidad de obtener imágenes detalladas y tridimensionales de la rodilla proporciona a los cirujanos una visión más completa de la anatomía y la lesión del LCA. Esto se traduce en una planificación más precisa del tipo de injerto, la ubicación de los túneles óseos y la tensión adecuada del nuevo ligamento. La mejora en la precisión quirúrgica se refleja en una mayor estabilidad de la rodilla y resultados más satisfactorios a largo plazo (14, 17, 18).

Cabe señalar que, la inclusión de nuevos materiales y dispositivos para la reconstrucción del LCA marca un cambio hacia opciones más avanzadas y eficientes. La utilización de injertos sintéticos de alta resistencia reduce la dependencia de los tejidos del propio paciente, disminuyendo la morbilidad asociada. Además, los dispositivos de fijación más avanzados ofrecen una mejor sujeción del injerto, promoviendo una integración más rápida y sólida. Estos avances en materiales y dispositivos no solo mejoran la estabilidad y la función de la rodilla reconstruida, sino que también acortan el tiempo de recuperación postoperatoria.

La perspectiva futura se centra en la síntesis de polímeros biológicos innovadores derivados de fuentes renovables, caracterizados por una biodegradación más constante y una mayor biocompatibilidad en comparación con los poliésteres o polímeros no biodegradables. Este paso potencial en la hoja de ruta del desarrollo de estructuras de ligamentos busca mejorar la respuesta biológica y la integración a largo plazo en el entorno del LCA (19).

Así, el uso de nuevas tecnologías como la exploración de terapias regenerativas y biología molecular representan un enfoque prometedor hacia la mejora de la cicatrización y reparación del LCA. Un enfoque revolucionario, es la curación del LCA mediante esponjas de colágeno, conocido como el procedimiento BEAR. Esta estrategia de regeneración, en contraposición a la reconstrucción completa, está ganando reconocimiento entre ortopedistas y científicos, señalando un cambio hacia terapias que buscan aprovechar los procesos naturales de curación del cuerpo para restaurar la función del LCA (19).

El uso de factores de crecimiento, células madre y terapias génicas tiene el potencial de estimular la formación de un tejido más sano y funcional en el sitio del injerto, acelerando la recuperación y reduciendo el riesgo de complicaciones. Las evidencias recopiladas en el estudio: “Aplicación de la terapia con células madre para la regeneración del injerto del LCA” (21), revela que casi todos los linajes de células madre utilizados han demostrado una capacidad destacada para promover la regeneración de tendones y huesos en modelos animales.

Específicamente, las Células Madre Mesenquimales de Médula Ósea (BMSC) son las más investigadas, evidenciando su potencial para la diferenciación en tejidos específicos del linaje de tendón/ligamento. Además, las Células Derivadas del Ligamento (LDSC) y las Células Derivadas del Tendón (TDSC) han demostrado un mayor potencial para la diferenciación específica del linaje de tendón/ligamento. No obstante, a pesar de estos avances prometedores, la aplicación clínica de la terapia a menudo ha producido resultados decepcionantes.

Métodos de evaluación objetiva de la función y estabilidad de la rodilla después de la reconstrucción del LCA

La evaluación objetiva de la función y estabilidad de la rodilla después de la reconstrucción del LCA es un componente esencial en el seguimiento postoperatorio. Así, la importancia de una evaluación completa y precisa para asegurar la eficacia de la intervención quirúrgica y la recuperación del paciente es esencial. Las pruebas clínicas, como el cajón anterior, el test de Lachman y el Pivot Shift, se destacan como herramientas fundamentales para detectar inestabilidades en la articulación de la rodilla (22). Estas pruebas, diseñadas para evaluar movimientos específicos y maniobras, ofrecen información valiosa sobre la función y estabilidad articular, donde se podrá identificar posibles complicaciones y ajustar el plan de tratamiento según la respuesta individual de cada paciente.

Un indicador clave en la evaluación postoperatoria es la medición de la fuerza muscular. Desde este indicador un análisis comparativo entre la rodilla afectada y la no afectada proporciona información sobre el desarrollo adecuado de la musculatura de la rodilla intervenida. Esta evaluación de la fuerza no solo informa sobre el progreso de la rehabilitación, sino que también guía la prescripción de ejercicios específicos para fortalecer la zona afectada y restablecer la funcionalidad.

El estudio de Macías (23) que evalúa la fuerza del paciente sometido a la reconstrucción del LCA revela consideraciones cruciales al momento de determinar la efectividad del procedimiento. La plastia de tendón de la corva (HT) muestra consistentemente resultados inferiores en la fuerza en flexión en comparación con otras opciones, como la plastia de tendón rotuliano (QT). Además, se detecta un deterioro de la fuerza tanto en flexión como en extensión en el grupo de pacientes con HT, mientras que el grupo QT solo presenta deterioro en la extensión.

Las comparaciones entre diferentes tipos de plastias, como el uso de tendones de la corva (HT) versus tendones rotulianos (BPTB), también destacan diferencias en la recuperación de la fuerza. El grupo BPTB demostró mayor similitud con la rodilla contralateral a los 5 años en comparación con el grupo HT. Sin embargo, aunque el grupo BPTB presentó menor fuerza en el cuádriceps en comparación con el HT en varios momentos de la recuperación, el grupo HT mostró menor fuerza en los isquiotibiales en todas las valoraciones (23).

Del mismo modo, la evaluación en bajo el rango de movimiento es otro parámetro crítico después de la cirugía. La capacidad de la rodilla para moverse en diferentes direcciones y amplitudes es un indicador directo de la efectividad de la reconstrucción del LCA (24). Restaurar adecuadamente el rango de movimiento es esencial para garantizar la funcionalidad completa de la articulación y prevenir limitaciones a largo plazo.

Desde los enfoques cuantitativos, las escalas de puntuación funcional introducen un elemento que permite medir el nivel de función articular y la calidad de vida relacionada con la rodilla. Estos cuestionarios estandarizados ofrecen una visión más holística de la recuperación al evaluar la capacidad del paciente para realizar actividades físicas y deportivas. Esta información es valiosa tanto para el paciente como para el equipo médico, ya que permite adaptar el plan de tratamiento según las necesidades individuales y mejorar la comunicación sobre los objetivos de rehabilitación.

Tasa de éxito y tasas de complicaciones a largo plazo

La tasa de éxito y las tasas de complicaciones a largo plazo son aspectos críticos que permiten evaluar la efectividad y seguridad de la cirugía de reconstrucción del LCA. Estos indicadores proporcionan información valiosa sobre el rendimiento a largo plazo de la intervención y son esenciales para orientar las decisiones clínicas y mejorar las prácticas quirúrgicas.

Una alta tasa de éxito en la prevención de re-lesiones y la restauración de la estabilidad de la rodilla es un indicador positivo de una cirugía exitosa. Esto implica que los pacientes sometidos a la reconstrucción del LCA han logrado una recuperación funcional satisfactoria, con una reducción significativa en el riesgo de nuevas lesiones y una restauración efectiva de la estabilidad articular. Esta tasa de éxito puede estar vinculada no solo a la técnica quirúrgica utilizada sino también a la calidad del proceso de rehabilitación postoperatoria y al compromiso del paciente con el plan de tratamiento.

Por otro lado, una baja tasa de complicaciones a largo plazo es esencial para garantizar la seguridad y la calidad de la cirugía. Las complicaciones a largo plazo, como infecciones, aflojamiento del injerto o daño en los tejidos, pueden tener un impacto significativo en la función y la calidad de vida de los pacientes. Una tasa baja de complicaciones indica que la intervención quirúrgica ha sido llevada a cabo con éxito, minimizando los riesgos asociados y asegurando una recuperación duradera.

En ese sentido, el estudio “Complicaciones en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior: cohorte retrospectiva” revela que, en el análisis de 428 cirugías de reconstrucción del

LCA, las complicaciones, que se observan en la tabla 3, se manifestaron principalmente entre el primer y sexto mes posquirúrgico, con las rerroturas siendo más críticas en el primer año (25). Esto destaca la necesidad de un seguimiento prolongado de los pacientes, al menos durante el primer año después de la cirugía.

Por su parte el estudio de Moreno (26), señala que la evaluación a medio-largo plazo revela una serie de desafíos y posibles complicaciones que deben ser cuidadosamente considerados, poniendo especial atención a los jóvenes y deportistas, puesto que el 13% de ellos sufre de aflojamiento, insuficiencia o rotura de la plastia con recidiva de la inestabilidad, debido a nuevos traumatismos o un retorno precoz al deporte.

Tabla 3. *Complicaciones a medio-largo plazo en la reconstrucción del LCA*

Complicación	Incidencia/Consideraciones
Rigidez o Artrofibrosis	Evaluar rango de movimiento postoperatorio.
Exceso de Cicatriz o Pinzamiento	Monitorizar la formación de cicatrices y su impacto.
Adherencia Rotuliana	Considerar movilización temprana para prevenir adherencias.
Síndrome del Cíclope	Vigilar la presencia de masa fibrosa en el espacio intercondilar.

Atrofia Muscular Duradera	Emplear estrategias de rehabilitación específicas.
Neuroma Safeno	Monitorear la presencia de dolor o síntomas neurológicos.
Tendinitis	Relacionar con la técnica quirúrgica y el tipo de injerto.
Rodilla en Resorte Medial	Observar cambios en la biomecánica de la rodilla.
Patela Infera	Evaluar la posición de la patela en seguimientos regulares.
Pseudoartrosis de Rótula	Requiere una evaluación detallada para determinar la necesidad de intervención adicional.
Osteoporosis	Considerar factores nutricionales y hormonales.
Cicatriz Queloide	Puede requerir tratamiento adicional para mejorar la estética y función.
Extrusión de Tornillo Subcutáneo	Vigilar la presencia de material de fijación superficial.
Artrosis (escisión meniscal, demora de la cirugía, cronicidad)	- Conectar con la necesidad de intervenciones tempranas y gestión de factores de riesgo.

Fuente: Tomado de (26).

Es importante destacar que la evaluación de estos indicadores debe considerar factores adicionales, como las características individuales de los pacientes, la experiencia del cirujano, la elección del tipo de injerto y las técnicas de rehabilitación. Además, la recopilación y el análisis sistemático de datos a largo plazo son esenciales para obtener conclusiones significativas sobre la efectividad y seguridad de la cirugía de reconstrucción del LCA.

En Ecuador, la tasa de éxito y las complicaciones a largo plazo en el tratamiento de reconstrucción del LCA en atletas pueden variar según varios factores. Según estudios internacionales, la incidencia de complicaciones y fallos en este tipo de

cirugía oscila entre el 5% y el 25% (25). Sin embargo, es importante considerar que estos porcentajes pueden variar según el hospital y el equipo médico.

El objetivo principal de la cirugía y la rehabilitación es minimizar el riesgo de nuevas lesiones y garantizar el éxito deportivo en todas sus dimensiones. De esta manera, en cuanto a las complicaciones a largo plazo, es posible que se presenten en algunos casos. Entre las complicaciones reportadas se incluyen infecciones, rigidez en la rodilla, dolor crónico, debilidad muscular y falla en la reconstrucción del ligamento (27). No obstante, es importante destacar que no todos los pacientes experimentan complicaciones y que la mayoría logra una recuperación exitosa, pudiendo retomar sus actividades deportivas.

Es fundamental que los atletas sigan las indicaciones de su equipo médico y realicen una rehabilitación adecuada después de la cirugía para maximizar las posibilidades de éxito y minimizar las complicaciones a largo plazo. La rehabilitación puede incluir ejercicios de fortalecimiento muscular, terapia física y un seguimiento regular con el médico tratante.

Es de esta manera que un plan de prevención o algunas estrategias correctivas a esta lesión, se vuelve información crucial para este contexto. Un Meta-análisis realizado por Donnell-Fink (28), examinó 24 estudios sobre la eficacia de los programas de prevención de lesiones del LCA. Según los resultados de este análisis, las intervenciones neuromusculares y propioceptivas demostraron una reducción significativa del 26,9% en las lesiones de rodilla y del 50,7% en las lesiones del LCA. Los investigadores no identificaron ningún componente específico del entrenamiento directamente vinculado a la prevención de lesiones del LCA; en cambio, observaron que las intervenciones realizadas en la pretemporada resultaron más efectivas que aquellas llevadas a cabo durante la temporada. Por ende, sugirieron que no son los elementos particulares del entrenamiento, sino más bien el momento de la intervención, lo que se revela como crucial.

Las observaciones mencionadas en el párrafo anterior concuerdan con las conclusiones de Dargo (29), quienes sugirieron que la importancia radica más en el momento de la implementación que en componentes específicos del entrenamiento. También señalaron que las intervenciones instauradas durante la pretemporada mostraron mejores resultados que aquellas introducidas durante la temporada. Además, los investigadores llegaron a la conclusión de que el entrenamiento neuromuscular y propioceptivo resultaba efectivo en la prevención de lesiones del LCA.

CONCLUSIONES

La revisión detallada de las diversas técnicas quirúrgicas para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) en atletas ha revelado una evolución significativa en la abordación de esta lesión. Desde las técnicas tradicionales, como la reconstrucción con autoinjertos de tendones rotulianos, hasta las innovaciones más recientes, como las estrategias mínimamente invasivas con el uso de artroscopia, cada enfoque ha sido analizado en términos de sus beneficios y limitaciones. Este análisis profundo ha permitido comprender las diferencias fundamentales entre estas modalidades, destacando la importancia de la adaptabilidad a las necesidades individuales del paciente y la constante búsqueda de reducir el trauma quirúrgico.

En cuanto a los avances tecnológicos y materiales utilizados en la reconstrucción del LCA, se ha explorado el impacto positivo de las técnicas de imagen avanzada, sistemas de navegación quirúrgica, biomateriales de última generación y dispositivos de fijación. Estos elementos han demostrado contribuir significativamente a la precisión del procedimiento quirúrgico, la integración exitosa del injerto, la resistencia a la carga y la prevención de complicaciones. La

adopción de tecnologías avanzadas no solo ha mejorado la experiencia del paciente, reduciendo el dolor y acelerando la recuperación, sino que también ha elevado los estándares de excelencia en la cirugía de reconstrucción del LCA.

Al evaluar críticamente los resultados clínicos y funcionales a largo plazo en atletas sometidos a diferentes técnicas de reconstrucción del LCA, se ha observado que la estabilidad de la rodilla, la recuperación del rango de movimiento, la fuerza muscular y el tiempo de retorno al deporte son aspectos cruciales. Además, la incidencia de complicaciones postoperatorias, como rigidez, artrofibrosis, y otros problemas, ha sido analizada detenidamente. La información recopilada señala que, si bien cada técnica tiene sus propias ventajas, la elección debe basarse en consideraciones individualizadas para maximizar los resultados positivos y minimizar las posibles complicaciones.

En conclusión, la cirugía de reconstrucción del LCA en atletas es un campo dinámico que ha evolucionado con el tiempo. Las técnicas quirúrgicas, los avances tecnológicos y la atención centrada en los resultados a largo plazo han transformado esta intervención en una disciplina altamente especializada. La comprensión de estas modalidades y la selección cuidadosa de la técnica más adecuada para cada paciente son esenciales para lograr una recuperación exitosa y duradera. La continuidad de la investigación y la implementación de

innovaciones seguirán guiando el camino hacia mejores prácticas y resultados óptimos en el tratamiento de las lesiones del LCA en atletas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Morales R, Torres E, Padilla J, Monllau J. ACL anatomy: Is there still something to learn? Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología [Internet]. 2023 febrero [citado el 2024 julio]; 12(10). Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirugia-ortopedica-traumatologia-129-avance-resumen-acl-anatomy-is-there-still-S188844152300070X
2. Orozco D, Rosero S, Flores P. Tratamiento funcional de la lesión de ligamento cruzado anterior de la rodilla: una revisión. La Ciencia al Servicio de la Salud y la Nutrición [Internet]. 2019 noviembre [citado el 2024 julio]; 10(2). Disponible en: http://revistas.espoch.edu.ec/index.php/cssn/article/view/326
3. Abed V, Dupati A, Hawk G, Johnson D, Conley C, Stone AV. Return to play and performance after anterior cruciate ligament reconstruction in the national women's soccer league. Orthopaedic Journal of Sports Medicine [Internet]. 2023 Mayo [citado el 2024 julio]; 4(11). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37162761/
4. Seijas M. Eficacia de las medidas preventivas en la recidiva lesional tras ligamentoplastia del LCA en el deporte: revisión sistemática [Tesis de pregrado, Universidad de Coruña] [Internet]; 2021 [citado el 2024 julio]. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/28915/SeijasFornos_Mart%c3%adn_TFG_2021.pdf?sequence=2&isAllowed=y
5. Viñao A. Factores de riesgo y prevención de la rotura del ligamento cruzado anterior en deportistas [Tesis de pregrado, Universidad de Valladolid] [Internet]; 2018 [citado el 2024 junio]. Disponible en: http://uvadoc.uva.es/handle/10324/20765.
6. Pons F. Rotura del ligamento anterior en deporte. NPunto [Internet]. 2019 enero [2024 julio]; 2(10). Disponible en: https://www.npunto.es/revista/10/rotura-del-ligamento-anterior-en-deporte
7. Sanz D. Anterior cruciate ligament structure and function. Injuries and prevention plan [Tesis de pregrado, Universidad del País Vasco] [Internet]; 2021 [citado el 2024 julio]. Disponible en: https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/56289/TFG_Sanz.pdf?sequence=1&isAllowed=y
8. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of anterior cruciate ligament injuries. Evidence-Based Clinical Practice Guideline

www.aaos.org/aclcpg Published [Internet]. August 22, 2022 [citado el 2024 julio]. Disponible en: https://www.aaos.org/globalassets/quality-and-practice-resources/anterior-cruciate-ligament-injuries/aclcpg.pdf
9. Mediavilla I, Aramberri M, Tiso G, Margalet E, Abat F. Ciencias básicas en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mediante los tendones isquiotibiales (revisión narrativa). Revista Española Artroscopia Cirugía Articular [Internet]. 2023 abril [citado el 2024 julio]; 30(1). Disponible en: https://fondoscience.com/sites/default/files/articles/pdf/reaca.30178.fs2207013-ciencias-basicas-reconstruccion-ligamento.pdf
10. Fan D, Ma J, Zhang L. Patellar tendon versus artificial grafts in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. Journal of Orthopaedic Surgery and Research [Internet]. 2021 [citado el 2024 julio]; 16(47). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8336077/
11. Ashraf Y, Senevirathna SR, Ashraf T. Conventional versus 'all-inside' anterior cruciate ligament reconstruction: a randomized controlled trial comparing hamstring strength and functional outcome. Bone and Joint Open [Internet]. 2020 Nov [citado el 2024 junio]; 1(11). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33241220/
12. Wang HD, Zhang H, Wang T, Zhang W, Wang F, Zhang YZ. Comparison of clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft versus soft-tissue allograft: a meta-analysis of randomised controlled trials. International Journal of Surgery [Internet]. 2018 abril [citado el 2024 julio]; 4(56). Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1743919118315243?via%3Dihub
13. Prodromos C, Joyce B, Shi K. A meta-analysis of stability of autografts compared to allografts after anterior cruciate ligament reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA [Internet]. 2017 [citado el 2024 julio]; 15(7). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17437083/
14. Wang M. Medical Imaging Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injury Based on Intelligent Finite-Element Algorithm. Journal of Healthcare Engineering [Internet]. 2021 octubre [citado el 2024 julio]; 6(10). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8514887/
15. Gerami MH, Haghi F, Pelarak F, Mousavibaygei SR. Anterior cruciate ligament (ACL) injuries: A review on the newest reconstruction techniques. Journal of Family Medicine and Primary Care [Internet]. 2022 marzo [citado el 2024 julio]; 11(3). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9051673/
16. Yu H, Deng W, Sang P, Liu Y. Arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament with autologous ipsilateral peroneus longus tendon. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, Chinese Journal of

Reparative and Reconstructive Surgery [Internet]. 2020 julio [citado el 2024 junio]; 34(7). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32666726/
17. Zhuang C, Chen W, Zhang W, Jiang X. Clinical application of magnetic resonance imaging (MRI) in the reconstruction of anterior cruciate ligament tears in the knee joint. International Journal of Clinical and Experimental Medicine [Internet]. 2020 [citado el 2024 junio]; 13(11). Disponible en: https://e-century.us/files/ijcem/13/11/ijcem0115410.pdf
18. Liu D, Hu P, Cai Z. Valid and reliable diagnostic performance of dualenergy CT in anterior cruciate ligament rupture. European Radiology [Internet]. 2023 mayo [citado el 2024 junio]; 33(12). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37171489/
19. Urbanek O, Moczulska-Heljak M, Wróbel M, Mioduszewski A, Kołbuk D. Advanced Graft Development Approaches for ACL Reconstruction or Regeneration. Biomedicines [Internet]. 2023 [citado el 2024 julio]; 11(2). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36831043/
20. Zeng C, Lei G, Gao S, Luo W. Methods and devices for graft fixation in anterior cruciate ligament reconstruction. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2018 junio [citado el 2024 julio]; 29(6). Disponible en: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6513385/
21. Wang C. Application of Stem Cell Therapy for ACL Graft Regeneration. Stem Cells Internacional [Internet]. 2021 agosto [citado el 2024 julio]; 2(6). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34381504/
22. Chao BD, Gil GS. Rodilla: valoración analítica de la articulación. Revista Sanitaria de Investigación [Internet]. 2022 enero [citado el 2024 julio]; 24(1). Disponible en: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/rodilla-valoracion-analitica-de-la-articulacion/
23. Macías O. Efectividad de las diferentes plastias en la reconstrucción de ligamento cruzado anterior, una revisión sistemática [Tesis de pregrado, Universidad Miguel Hernández de Elche] [Internet]; 2023 [citado el 2024 junio]. Disponible en: https://dspace.umh.es/bitstream/11000/30283/1/TFG%20IV%C3%81N%20MAC%C3%8DAS.pdf
24. Perelli S. Manejo actual de las roturas del ligamento cruzado posterior. Una revisión narrativa. Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular [Internet]. 2021 septiembre [citado el 2024 junio]; 28(3). Disponible en: https://fondoscience.com/reaca/vol28-fasc3-num73/fs2101003-manejo-actual-roturas-ligamento
25. Correa J, Guzmán R, Restrepo V, Mejía L, Álvarez G, López J, et al. Complicaciones en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior: cohorte retrospectiva. Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología [Internet]. 2017 diciembre [citado el 2024 junio]; 31(4). Disponible en: https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-

ortopedia-traumatologia-380-articulo-complicaciones-cirugia-reconstruccion-ligamento-cruzado-S0120884517300779
26. Moreno T. Estado actual y revisión bibliográfica de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior [Tesis de pregrado, Universidad de Oviedo] [Internet]; 2023 [citado el 2024 junio]. Disponible en: http://hdl.handle.net/10651/68423
27. Guamán J, González A, Solano I, Ochoa A, Espinosa L, Aspiazu K, et al. Caracterización de los pacientes con lesión del ligamento cruzado anterior tratados con artroscopia en la Clínica Santa Ana, Cuenca-Ecuador. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]. 2018 marzo [citado el 2024 junio]; 37(3). Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/559/55963208019/
28. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN. Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: a meta-analysis. PloS one [Internet]. 2020 febrero [citado el 2024 julio]; 10(15). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26637173/
29. Dargo L, Robinson KJ, Games KE. Prevention of knee and anterior cruciate ligament injuries through the use of neuromuscular and proprioceptive training: an evidence-based review. Journal of Athletic Training [Internet]. 2019 julio [citado el 2024 junio]; 52(12). Disponible en: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29172648/