

REVISIÓN SISTEMÁTICA: ¿AUTOINJERTO
O ALOINJERTO EN LA RECONSTRUCCIÓN
PRIMARIA DEL LIGAMENTO CRUZADO
ANTERIOR (LCA)?

SYSTEMATIC REVIEW: ¿AUTOGRAFT OR
ALLOGRAFT IN PRIMARY ANTERIOR
CRUCIATE LIGAMENT (ACL)
RECONSTRUCTION?

TRABAJO DE FIN DE GRADO



Universidad
Zaragoza



15 DE MAYO DE 2024

AUTOR: JAIME ESCARDA LÓPEZ
TUTOR: ANTONIO LOBO ESCOLAR

ÍNDICE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. | MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 | ANATOMÍA Y FUNCIÓN | 5 |
| 2.2 | VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN..... | 7 |
| 2.3 | MECANISMO LESIONAL | 7 |
| 2.4 | DIAGNÓSTICO | 8 |
| 2.5 | TRATAMIENTO | 11 |
| 2.5.1 | Conservador | 11 |
| 2.5.2 | Quirúrgico | 12 |
| 2.6 | TIPOS DE INJERTO Y SUS CARACTERÍSTICAS..... | 12 |
| 2.7 | TÉCNICA QUIRÚRGICA | 14 |
| 2.8 | ESCALAS DE VALORACIÓN TRAS LA CIRUGÍA..... | 15 |
| 3. | OBJETIVOS | 16 |
| 3.1 | Objetivo general..... | 16 |
| 3.2 | Objetivos específicos | 16 |
| 4. | MATERIAL Y MÉTODOS | 16 |
| 4.1 | Criterios de selección..... | 18 |
| 4.2 | Criterios de inclusión | 19 |
| 4.3 | Criterios de exclusión | 19 |
| 5. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 19 |
| 5.1 | Valoración subjetiva..... | 20 |
| 5.2 | Valoración objetiva | 21 |
| 5.3 | Limitaciones..... | 23 |
| 6. | CONCLUSIONES | 25 |
| 7. | BIBLIOGRAFÍA | 26 |

RESUMEN

Introducción: El ligamento cruzado anterior (LCA) es un elemento fundamental a la hora de otorgar estabilidad y una correcta funcionalidad a la rodilla. Su reconstrucción cuando se produce una rotura mediante la utilización de un injerto ha demostrado ser una estrategia efectiva. El uso de autoinjerto o aloinjerto continúa siendo un tema de debate en la actualidad por las ventajas y desventajas que posee cada uno.

Objetivos: con esta revisión sistemática se busca conocer si existen diferencias objetivas evaluadas mediante escalas y scores; y/o mediante resultados clínicos, técnicas físicas o radiológicas reproducibles entre el autoinjerto y el aloinjerto en la reconstrucción de la rotura primaria del LCA.

Material y métodos: se ha realizado la búsqueda en la base de datos de PubMed y en la plataforma Cochrane entre febrero y abril de 2024 con el fin de encontrar artículos que comparasen el uso de auto y aloinjerto en poblaciones similares que hayan sufrido una rotura primaria del LCA. Criterios de inclusión: pacientes esqueléticamente maduros, resultados reproducibles y con una fecha de publicación en los últimos 10 años. Criterios de exclusión: revisiones sistemáticas y metaanálisis, cartas al editor, estudios que incluyan pacientes con re-rupturas del LCA, estudios que hagan uso de injertos artificiales, híbridos y/o en animales y estudios con puntuación de la escala PEDro < 6.

Resultados: ocho estudios con tiempo de seguimiento diferente con un total de 792 pacientes han sido empleados para comparar los resultados entre pacientes sometidos a autoinjerto de ST-RI frente a pacientes intervenidos con diversos tipos de aloinjerto. Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) favorables al autoinjerto en algunos de los estudios revisados en las siguientes variables: ensanchamiento del túnel femoral y tibial, artrometría, grado de osteoartritis, tasa de fracaso y maniobras de exploración física. También se han detectado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) favorables al aloinjerto en algunos de los estudios revisados en las siguientes variables: descenso de puntuación en la escala de actividad de Tegner y en el tiempo de vuelta al trabajo y al deporte.

Conclusiones: el autoinjerto ha mostrado mejores resultados en variables importantes en algunos de los estudios revisados, pero ambos injertos muestran resultados subjetivos similares, por lo que el aloinjerto puede ser un recurso a valorar en pacientes mayores con bajos niveles de actividad física.

ABSTRACT

Introduction: The anterior cruciate ligament (ACL) is an important structure providing stability and proper functionality to the knee. Its reconstruction following a rupture using a graft has proven to be an effective strategy. The use of autograft or allograft remains a topic of debate due to the advantages and disadvantages of each.

Objectives: This systematic review aims to determine if there are objective differences evaluated through scales and scores, and/or through reproducible physical or radiological techniques between autograft and allograft in the reconstruction of primary ACL rupture.

Methods: A search was conducted in the PubMed database and the Cochrane platform between February and April 2024 to find articles comparing the use of auto and allograft in similar populations that have suffered a primary ACL rupture. Inclusion criteria: skeletally mature patients, reproducible results, and publications within the last 10 years. Exclusion criteria: systematic reviews and meta-analyses, editorials, studies that include patients with ACL reruptures, studies that use artificial or hybrid grafts, studies with a PEDro scale score <6.

Results: Eight studies with different follow-up times with a total of 792 patients have been used to compare the outcomes between patients undergoing autograft ST-R1 versus patients operated with various types of allograft. Statistically significant differences ($p < 0.05$) favorable to autograft have been found in some studies in the following variables: femoral and tibial tunnel widening, arthrometry, degree of osteoarthritis, failure rate, and physical examination maneuvers. Statistically significant differences ($p < 0.05$) favorable to allograft have been found in some studies in the following variables: decrease in Tegner activity scale and in the time to return to work and sports.

Conclusions: Autograft has shown better results in important variables in some of the reviewed studies, but both grafts show similar subjective outcomes, so the allograft may be a resource in older patients with lower levels of physical activity.

1. INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior es un elemento indispensable en la estabilidad y la correcta funcionalidad de la rodilla. La reconstrucción de este ligamento ha demostrado ser un método efectivo para tratar la rotura del mismo, buscando restaurar la estabilidad de la articulación, disminuir el riesgo de lesiones de otros componentes de la misma (meniscos principalmente) y recuperar el correcto funcionamiento de dicha articulación^{2,18}.

A pesar de los avances realizados en las últimas décadas, esta vía de tratamiento no ha llegado a establecer una única hoja de ruta, siendo realizada de distinta manera en los distintos servicios de Traumatología.

Uno de los principales temas de debate que existe en la actualidad acerca de la intervención del ligamento cruzado anterior, consiste en establecer qué injerto se debe utilizar para su reconstrucción.

Dentro de este apartado, aparece, por un lado, la problemática de establecer cuál es el tendón con las mejores propiedades biomecánicas y estructurales. Por otro lado, siendo este el tema que va a tratar esta revisión bibliográfica, continúa existiendo cierto dilema sobre si hay una clara superioridad del autoinjerto respecto al aloinjerto y viceversa, ya que cada uno asocia diversas ventajas y desventajas.

La frecuencia con la que se realiza esta cirugía (200.000 al año en EEUU)⁸, el impacto mediático que conlleva cuando la sufre algún deportista de élite y la falta de unanimidad en la elección del injerto, ha hecho que nos parezca un tema relevante e interesante para realizar una revisión bibliográfica lo más actualizada posible.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANATOMÍA Y FUNCIÓN

La rodilla es la articulación más grande del cuerpo en términos de superficie y volumen articular. La estabilidad de la misma se debe en parte a la normalidad y congruencia de las estructuras óseas, pero está fundamentalmente determinada por la integridad funcional de sus cuatro ligamentos principales: colateral medial, colateral lateral, cruzado posterior y cruzado anterior^{14,15}.

Los ligamentos cruzados son dos ligamentos robustos (anterior y posterior), ubicados centralmente en la cápsula articular, por fuera de la cavidad sinovial. Son denominados así debido al trayecto cruzado que tienen respecto al otro, siendo los principales encargados de otorgar la estabilidad anteroposterior a la rodilla¹⁴.

Concretamente, el ligamento cruzado anterior tiene como principal obligación impedir el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur. A su vez, aunque en menor medida, se encarga de controlar la laxitud en varo, en valgo y la rotación. Por lo tanto, el LCA es un elemento clave para garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento de la articulación de la rodilla¹.

En cuanto a su anatomía, como ya hemos comentado, es un ligamento intraarticular extrasinovial que sigue un trayecto oblicuo desde la porción medial del cóndilo femoral externo (CFE) a la región intercondilar anterior de la tibia proximal. (*Ilustración 1*) En cuanto a sus dimensiones, la longitud media de este ligamento oscila entre los 31 y 39 milímetros y su anchura es de 10 milímetros de media².

Este ligamento posee una estructura fibrosa que se divide en varios fascículos o bandas. El número de estas es un tema discutido, pero generalmente se habla de 2 bandas^{2,3,4}:

- **Banda antero-medial:** con inserción proximal medial y superior en CFE. La inserción distal es anterior y medial en espinas tibiales. Es el principal estabilizador en flexión, especialmente entre 60 y 90°.
- **Banda postero-lateral:** se inserta más lateral y distal en CFE. La inserción tibial presenta expansiones hasta el asta anterior del menisco externo. Es el principal estabilizador en extensión en grados leves de flexión de la tibia y de la estabilización rotatoria. Evita la traslación anterior de la tibia y limita la rotación.

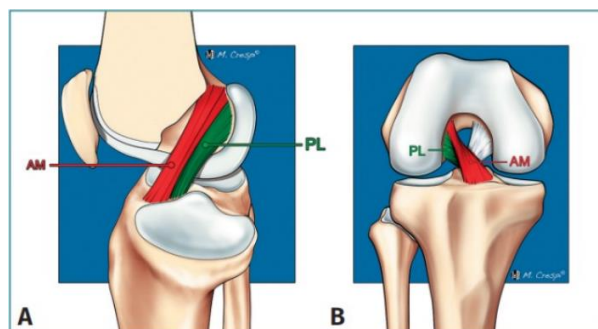


Ilustración 1 Anatomía normal del ligamento cruzado anterior (LCA). Esquema sagital (A) y coronal (B). AM: fascículo anteromedial; PL: fascículo posterolateral²

2.2 VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

La vascularización de la extremidad inferior va a depender fundamentalmente de la arteria femoral, que se divide en arteria femoral superficial y arteria femoral profunda al transcurrir por el hiato de los aductores. Será la arteria femoral superficial la que se continúe con la arteria poplítea, la cual se ramifica dando lugar a la denominada arteria genicular media, encargada de nutrir al ligamento cruzado anterior^{26, 27}.

A pesar de su vascularización, el LCA posee una escasa capacidad de cicatrización en caso de sufrir algún tipo de lesión o rotura. Algunos estudios comentan que esto puede ser debido a las fuerzas biomecánicas que actúan sobre el mismo, su particular anatomía, la falta de irrigación en su núcleo, el entorno biológico de la articulación y las propiedades reparadoras de sus propias células²⁸.

Esta dificultad en su cicatrización hace que la reconstrucción quirúrgica con injerto adquiera una mayor relevancia en su tratamiento, obteniendo unos mejores resultados funcionales a largo plazo en comparación con el manejo conservador de la lesión²⁸.

Por otro lado, la inervación del ligamento cruzado anterior se lleva a cabo mediante una serie de ramificaciones procedentes del nervio tibial⁴.

2.3 MECANISMO LESIONAL

La rotura del LCA es una de las lesiones más graves que se pueden producir en el deporte. Podemos diferenciar las roturas en parciales o totales, siendo más frecuentes estas últimas. Las roturas parciales representan alrededor de un 10-27% de las lesiones del LCA y suponen un reto para su diagnóstico².

En cuanto al mecanismo de lesión de dicho ligamento, se ha visto que los movimientos de valgo asociado a la rotación interna son los que generan una mayor tensión en el LCA. Es por ello que la rotación del fémur sobre la tibia fija (pie apoyado) durante un movimiento de valgo excesivo o forzado (pivote) constituye el patrón de movimientos que con mayor frecuencia se asocia a este tipo de lesiones. (*Ilustración 2*)

Por otro lado, la hiperextensión de la rodilla, asociada o no con rotación interna de la tibia, también puede ocasionar, con relativa frecuencia, la rotura del LCA¹⁵.

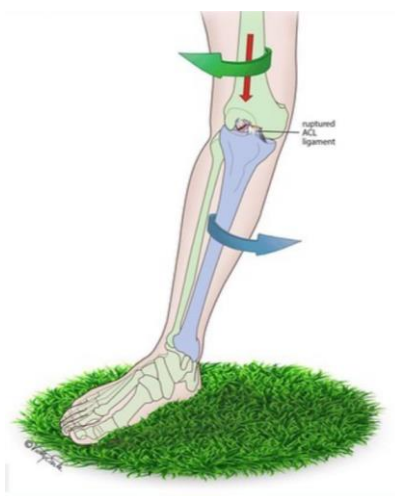


Ilustración 2 Mecanismo lesional de rotura del LCA³⁸

Este tipo de lesiones se dan con mayor frecuencia en deportes donde se realizan movimientos de pivoteo: fútbol, baloncesto, esquí, rugby y béisbol. Se ha visto que alrededor de la mitad de los pacientes que sufren una rotura del LCA asocian daño a cartílago articular, ligamentos y/o meniscos a nivel de la rodilla³.

Como dato característico, en deportes como el fútbol o el baloncesto, se ha demostrado que las roturas del LCA son de 2 a 4 veces más frecuentes en las mujeres respecto a los hombres²⁹. Algunas de las posibles causas que pueden originar esta variación son: la fuerza muscular, diferencias en la alineación de la pelvis-extremidad inferior y una mayor laxitud ligamentosa³.

2.4 DIAGNÓSTICO

Inicialmente, se debe proceder con la anamnesis, donde se establece el foco de atención en el mecanismo que ha producido la lesión para ver si coincide con el anteriormente comentado. Además, alrededor del 40% de los pacientes refieren haber sentido un

chasquido o “pop” en el momento de la lesión. Posteriormente, se valora la inestabilidad de la articulación mediante las distintas maniobras exploratorias que se pueden realizar en la consulta¹⁵.

En las horas siguientes, el 70% de los afectados desarrollará un hemartros severo, por lo que, si realizamos artrocentesis, lo habitual será encontrar un líquido con abundante sangre¹⁵.

Dentro de las maniobras que nos permiten estudiar el LCA, las que adquieren mayor relevancia y se realizan con mayor frecuencia debido a su utilidad, son^{6,31}:

- **Pivot shift:** el paciente se colocará en decúbito supino. El doctor deberá elevar la extremidad a valorar a unos 20-30° y deberá colocar una mano a la altura de la rodilla y la otra en el pie o la tibia a nivel distal. Una vez se haya adoptado esta posición, se debe inducir un movimiento de compresión impactando la tibia contra el fémur asociando un movimiento de rotación interna, simulando un valgo. Seguidamente, se debe conducir la pierna en flexión y posteriormente en extensión. En caso positivo, la tibia se interiorizará y se producirá un crujido articular por inestabilidad de las estructuras. (Ilustración 3)



Ilustración 3 Pivot Shift¹⁶

- **Test de Lachman:** con el paciente en decúbito supino y la rodilla flexionada a unos 20-30°, el doctor se colocará en el lado del paciente que será evaluado. La mano superior se coloca en la parte anterior del tercio distal del fémur, mientras que la otra mano abarca internamente el extremo proximal de la tibia. Posteriormente, el terapeuta estabilizará el fémur con su mano superior, mientras que con la inferior realizará una tracción anterior de la tibia valorando el desplazamiento de ésta y sus diferencias respecto a la contralateral. (Ilustración 4)



Ilustración 4 Lachman¹⁶

- **Cajón anterior:** con el paciente en decúbito supino y la rodilla a valorar flexionada unos 90°, apoyando la planta del pie en la camilla. El terapeuta se coloca en sedestación sobre el dorso del pie de la pierna que se desea valorar y con ambas manos se abarca el tercio proximal de la tibia con los pulgares sobre la parte anterior de la misma. Posteriormente, se realiza una tracción anterior de la tibia para valorar si existe un desplazamiento anterior anormalmente aumentado respecto a la otra rodilla. (*Ilustración 5*)

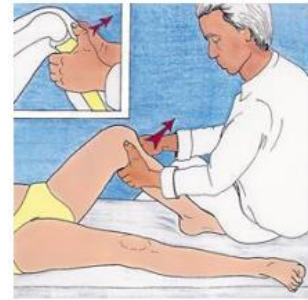


Ilustración 5 Cajón Anterior¹⁶

- **Artrometría:** se utiliza para evaluar la laxitud en los movimientos de traslación anterior y posterior de la tibia respecto al fémur. En la actualidad, existen artrometros electrónicos (artrómetro KT1000, KT2000...), que permiten cuantificar la fuerza que aplicamos en la evaluación, el desplazamiento producido y compararlo con la extremidad contralateral para ver si existen diferencias. (*Ilustración 6*)



Ilustración 6 Artrometría³¹

Las maniobras de cajón anterior, Lachman, Pivot-shift y artrometría permiten un diagnóstico fiable de la insuficiencia del LCA y pueden completarse con su realización bajo anestesia, evitando de esta manera la aparición de contractura muscular refleja, que dificulta el diagnóstico de la lesión. El test de Lachman y la artrometría son los métodos diagnósticos más significativos³⁰.

La exploración física, tanto sin como con anestesia, unida a la anamnesis tiene una capacidad diagnóstica en la insuficiencia del LCA superior a la prueba de imagen que se suele realizar en caso de sospechar una lesión a este nivel, la Resonancia Magnética, siendo con frecuencia suficientes para llegar al diagnóstico³⁰.

A pesar de esto, la presencia de derrame y dolor en situación aguda puede dificultar la exploración en fases iniciales, siendo necesaria su repetición en la fase subaguda de la lesión. Es por ello que en pacientes con dificultad para realizar el examen clínico o en caso de querer confirmar la lesión mediante una prueba de imagen, se recurre a la RM^{11,30}.

A pesar de no constituir una prueba de detección o de screening, el GOLD ESTÁNDAR para el diagnóstico de la rotura de LCA es la artroscopia, que permite la visualización directa de todas las estructuras intraarticulares, proporcionando un alto nivel de precisión tanto para diagnóstico como para tratamiento. Sin embargo, se reserva para cuando la clínica y la imagen indiquen alta sospecha de la lesión y queramos realizar una intervención quirúrgica⁷.

2.5 TRATAMIENTO

En todos los pacientes que sufren una lesión aguda del LCA debe comenzarse un programa de rehabilitación con el objetivo de disminuir el edema, recuperar el arco de movimiento completo de la rodilla y restablecer la fuerza del músculo del cuádriceps antes de tomar la decisión acerca del tratamiento definitivo de la lesión¹⁰.

La decisión sobre si se debe llevar a cabo un tratamiento quirúrgico o conservador depende de diversas variables. Entre ellas, son fundamentales el grado de inestabilidad y la limitación funcional de la rodilla, sumados y contrastados con los objetivos futuros del paciente en lo que a actividad física se refiere. Además, otros factores como las lesiones asociadas, la edad y las circunstancias tanto sociales y familiares como económicas adquieren relevancia a la hora de tomar la decisión¹⁵.

2.5.1 Conservador

Se lleva a cabo mediante un programa de rehabilitación buscando obtener el mejor nivel funcional para el paciente evitando el riesgo de una nueva lesión. Para ello, se intenta eliminar la inestabilidad, restaurar la movilidad, recuperar la fuerza y alcanzar e incluso mejorar las capacidades físicas previas a la lesión¹⁵.

Los resultados del tratamiento conservador son muy controvertidos. Algunos estudios muestran que, en estos pacientes, se asocian peores resultados en cuanto a las sensaciones subjetivas de inestabilidad y en cuanto al retorno a niveles previos de actividad deportiva, deteriorándose aún más con el paso del tiempo^{10,33}.

Por otro lado, artículos como el realizado por Filbay S. et al¹¹ o el realizado por Fernández R.³² destacan la falta de estudios que lleven a cabo una comparación entre pacientes intervenidos quirúrgicamente con pacientes que realicen una correcta rehabilitación y un seguimiento adecuado.

2.5.2 Quirúrgico

Por otro lado, existe la posibilidad de realizar un tratamiento quirúrgico, siendo la reconstrucción artroscópica considerada actualmente como el GOLD STANDARD de tratamiento¹⁰.

Entre las recomendaciones del tratamiento quirúrgico, podemos encontrar: atleta en activo, pacientes con lesión meniscal reparable acompañada de la lesión del LCA, lesión completa con otro ligamento lesionado y pacientes que sufren de gran inestabilidad de la articulación en las actividades de la vida cotidiana^{10,15}.

El éxito del tratamiento quirúrgico también depende de diferentes variables entre las que se pueden destacar las propiamente quirúrgicas (técnica quirúrgica, tipo de injerto, tensión o fijación aplicada al injerto), y las asociadas con el proceso de rehabilitación pre y postquirúrgico, siendo estas últimas de igual o mayor importancia que las anteriores¹⁵.

El tratamiento quirúrgico, cuando se lleva a cabo, tiene como principales objetivos: restaurar la funcionalidad de la rodilla, abordar las barreras psicológicas para reanudar una vida activa, prevenir más lesiones de la rodilla, reducir el riesgo de osteoartritis y optimizar la calidad de vida a largo plazo¹¹.

2.6 TIPOS DE INJERTO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Como ya hemos comentado, el tratamiento quirúrgico de la rotura primaria del LCA se basa principalmente en la reconstrucción del ligamento mediante el uso de un injerto.

Para que el injerto sea considerado como ideal debe reproducir las propiedades estructurales del LCA normal, tener una baja tasa de morbilidad, fácil disponibilidad, baja reacción inmunogénica y proveer de una fijación fuerte para permitir una rehabilitación precoz y exigente⁹.

Se pueden clasificar los injertos en dos grupos principales:

- Autoinjertos: son los que se usan con mayor frecuencia para la reconstrucción del LCA. Proviene del propio paciente que va a ser intervenido, de forma que sus principales ventajas son un mayor potencial biológico de asimilación e integración y la ausencia de riesgo de transmisión de enfermedades. (*Ilustración 7*) Dentro de sus desventajas, encontramos la morbilidad del sitio donante. En

este grupo, los que se utilizan con mayor frecuencia en nuestro medio son, por orden de mayor a menor frecuencia^{8,9}:

- *Isquiotibiales (ST-RI)*: se obtiene de los tendones de la inserción distal de los músculos semitendinoso (ST) y recto interno o gracilis (RI), que forman la “pata de ganso” a este nivel.
- *Hueso-Tendón-Hueso (HTH)*: se obtiene del tercio central del tendón rotuliano con la pastilla ósea de la rótula y de la tuberosidad tibial adyacente como sus extremos.
- *Tendón Cuadricipital*: el injerto consta de una pastilla ósea de la rótula proximal y parte del tendón del cuádriceps, que se reseca hacia proximal.

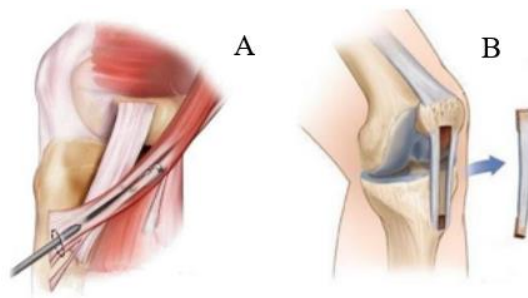


Ilustración 7 Injerto ST-RI (A). Injerto HTH (B) ¹⁷

- Aloinjertos: proceden de otro individuo, generalmente de un cadáver. Algunas ventajas de estos son que evitan la morbilidad de la zona donante, tienen mejores resultados estéticos y un menor tiempo quirúrgico y dolor postoperatorio¹⁹. Sin embargo, existe un riesgo potencial de transmisión de enfermedades y una incorporación más lenta del nuevo tejido a la estructura ósea²¹, pudiendo ocasionar un ensanchamiento de los túneles óseos realizados durante la cirugía debido a la presencia de líquido sinovial con elevado número de citoquinas y agentes proinflamatorios²³. En este grupo, el tendón rotuliano y el tendón de Aquiles son los más utilizados, aunque se está investigando con otros tejidos como el músculo tibial anterior, el músculo tibial posterior... que han demostrado mayor resistencia desde el punto de vista biomecánico. Además, se están desarrollando nuevos injertos sintéticos, pero la presencia de

complicaciones asociadas a su uso ha hecho que no se consideren una alternativa en la actualidad^{8,9}.

En el caso de los aloinjertos, se deben preservar hasta que son necesarios y se deben esterilizar para disminuir la transmisión de enfermedades desde el donante al receptor. Estos procedimientos pueden provocar alteraciones en la biomecánica de los injertos³⁴.

Los aloinjertos pueden ser conservados mediante diversos métodos: frescos-congelados, criopreservados o liofilizados. Por otro lado, existen principalmente dos métodos de esterilización: óxido de etileno e irradiación gamma. En la literatura se ha demostrado que el óxido de etileno puede causar sinovitis y que la irradiación puede disminuir la fuerza del injerto^{20,25}.

2.7 TÉCNICA QUIRÚRGICA

La cirugía de reconstrucción del LCA se lleva a cabo mediante artroscopia, que permite al cirujano introducir una serie de herramientas en la articulación a través de pequeñas incisiones realizadas a este nivel. Tras la obtención y/o preparación del injerto, el cirujano realizará una perforación circular en el fémur y otra en la tibia de aproximadamente 9 milímetros de diámetro denominadas “túnel femoral” y “túnel tibial”, respectivamente¹².

La localización de estos túneles es uno de los factores más determinantes para el éxito o fracaso de la reconstrucción⁴.

Existen diversas técnicas donde se modifica la posición y ángulo de inclinación del túnel femoral manteniendo el túnel tibial en la misma ubicación y orientación. Entre ellas, destacan tres técnicas principales: técnica anteromedial, técnica transtibial y técnica trastibial híbrida². (Ilustración 8)

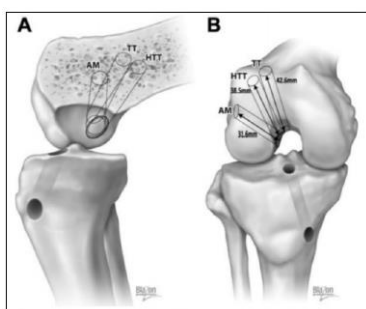


Ilustración 8 Se muestran tres técnicas de perforación del túnel femoral. HTT: Transtibial Híbrida, AM: Anteromedial, TT: Transtibial²

En cuanto a los sistemas de fijación, estos deben soportar una fuerza no inferior a 500N, que es la que experimenta el LCA durante las actividades de la vida diaria. Además, el tipo de injerto condicionará el sistema de fijación utilizado⁴.

Se ha visto que la fijación entre el tendón y el hueso es uno de los componentes más débiles de la reconstrucción del LCA, especialmente en el lado femoral. La correcta fijación es fundamental debido a que, en caso de ser insuficiente, empeora la estabilidad de la rodilla, incrementa el tiempo de integración de la plastia dentro del túnel, permite la movilidad dentro del mismo y produce ensanchamiento de la tunelización⁴.

Hay una multitud de sistemas de fijación femoral, clasificándolos en tres variantes principales: tornillos interferenciales, fijación transversal y fijación cortical⁴.

Por otro lado, a nivel tibial nos encontramos con más dificultades que en el fémur para la fijación del injerto debido a que la calidad ósea de la metafisis tibial es inferior a la del cóndilo femoral externo. Los métodos de fijación tibial son: tornillos interferenciales, tornillo cortical, tornillo con arandela dentada o con doble grapa para partes blandas⁴.

El patrón estándar de fijación consiste en un tornillo interferencial en la tibia y cross pin transversal en el fémur³⁵.

2.8 ESCALAS DE VALORACIÓN TRAS LA CIRUGÍA

Históricamente, los resultados tras las intervenciones quirúrgicas en cirugía ortopédica y traumatología (COT) estaban basados en valores clínicos aportados solo por el cirujano. En la actualidad, cada vez disponemos de más instrumentos de medición, generales y específicos, que miden el impacto de estas intervenciones en la salud del paciente³⁷.

Algunos médicos cuestionan el valor de los resultados informados por los pacientes, ya que los consideran de naturaleza subjetiva. Sin embargo, se ha comprobado que la validez de estos cuestionarios es mejor que los resultados basados solo en datos clínicos objetivos³⁶.

Dentro de este grupo de cuestionarios de valoración por parte del paciente, disponemos de los siguientes^{36,37}:

- Lysholm Knee Score (LKS): consta de 8 ítems que permiten valorar de forma subjetiva la reconstrucción del LCA.
- International Knee Documentation Committee (Cuestionario IKDC): evalúa síntomas, función y actividad deportiva aplicable a una variedad de condiciones de la rodilla.
- Escala de actividad de Tegner: muy utilizada conjuntamente con el Lysholm. Su punto débil es que valora la actividad con un deporte específico más que las actividades requeridas para participar en los mismos.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

El objetivo general consiste en la revisión y análisis de la bibliografía publicada en los últimos 10 años acerca de la reconstrucción con injerto biológico (autoinjerto o aloinjerto) en la rotura primaria del LCA en pacientes esqueléticamente maduros.

3.2 Objetivos específicos

De manera más concreta, se busca conocer si existen diferencias objetivas evaluadas mediante escalas, scores (Lysholm Knee Score, Tegner activity scale e IKDC) o mediante resultados clínicos y técnicas físicas y/o radiológicas reproducibles (ROM, artrometría con KT-2000, exploración física, alargamiento de los túneles óseos realizados en la intervención y/o la vuelta al trabajo y a la actividad física) entre los pacientes en los que se ha realizado la reconstrucción con autoinjerto y en los que se ha optado por utilizar el aloinjerto tras la rotura primaria del LCA.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

La búsqueda bibliográfica se ha realizado fundamentalmente en la base de datos de Pubmed y en la plataforma Cochrane, de donde se ha extraído el núcleo de los artículos empleados para realizar esta revisión.

El objetivo de la búsqueda ha sido la revisión de artículos publicados en los últimos 10 años (2014-2024) con el fin de que el contenido de estos fuese lo más actual posible y, a la vez, no estar limitados por un bajo número de publicaciones.

La escritura de este trabajo ha sido realizada entre febrero y abril de 2024, aunque los primeros pasos para la elaboración de esta revisión sistemática datan de diciembre de 2023, donde se realizaron las primeras búsquedas acerca del tema para orientar y fijar los objetivos de la misma.

No se ha utilizado un filtro de búsqueda que afectase a los idiomas, puesto que era preferible tener una visión global acerca del tema y muchos de los estudios publicados estaban redactados en inglés, siendo estos los que han adquirido mayor relevancia en cuanto a número en esta revisión.

Por otro lado, se han consultado diferentes páginas web y revistas científicas, destacando la plataforma de Google Scholar, que ha sido empleada para la búsqueda y lectura de estudios con el fin de ampliar la visión acerca de la cuestión a analizar, la búsqueda de imágenes y poder aportar un marco teórico suficiente y simplificado.

Para la lectura de muchos artículos ha sido necesario el registro en diferentes revistas y el inicio de sesión a través de la Universidad de Zaragoza en distintos portales.

La ecuación de búsqueda que se ha utilizado en la plataforma de PubMed ha sido la siguiente:

- Search: (((**"Anterior Cruciate Ligament"**[Mesh]) OR **"Anterior Cruciate Ligament Reconstruction"**[Mesh]) AND **"Autografts"**[Mesh]) AND **"Allografts"**[Mesh] AND (2014:2024[pdat]) Filters: **from 2014 - 2024** Sort by: **Most Recent**
 - o 83 artículos disponibles (6 seleccionados)

En cuanto a la plataforma Cochrane, la búsqueda se realizó con los siguientes términos:

- **"Autografts"** AND **"Allografts"** AND **"Anterior cruciate ligament"**. Filtros: últimos 10 años.
 - o 43 artículos disponibles (2 seleccionados)

Por lo tanto, a pesar de que la búsqueda en su conjunto ha obtenido un total de 126 resultados, el descarte de estudios repetidos y sumado al realizado tras la lectura de títulos,

resúmenes y/o metodología de muchos de ellos, se ha decidido, siguiendo los criterios de inclusión y exclusión determinados y que serán nombrados a continuación, seleccionar ocho estudios para la obtención de los objetivos fijados con anterioridad para esta revisión sistemática. (Ilustración 9)

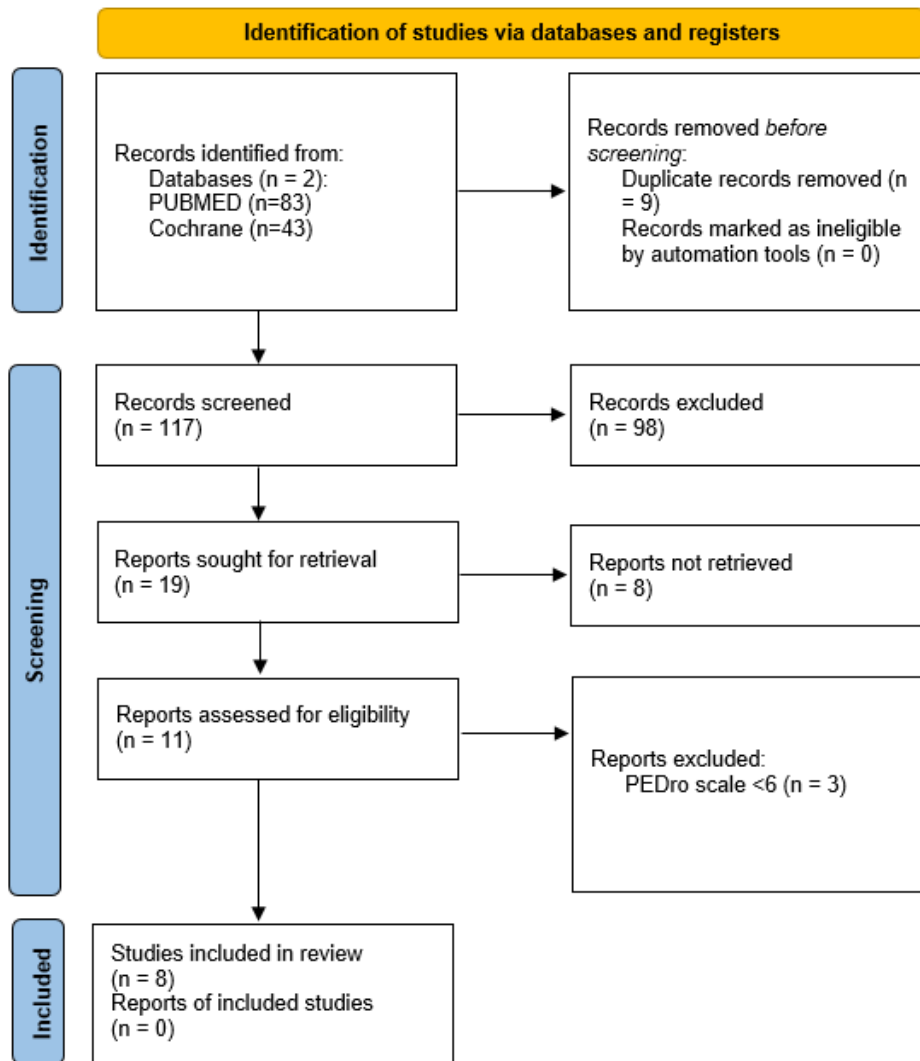


Ilustración 9 Diagrama de flujo (Prisma)

4.1 Criterios de selección

Los estudios que han sido seleccionados para llevar a cabo esta revisión sistemática consisten en ensayos clínicos y estudios de cohortes que comparan los resultados entre el uso de autoinjerto y aloinjerto en la reconstrucción de la rotura primaria del LCA.

Otro de los criterios que se estableció como necesario desde un inicio era que los estudios reflejasen los resultados obtenidos mediante las distintas escalas o scores y con técnicas ya sea físicas o radiológicas ya mencionadas en el apartado de objetivos, para

así poder realizar comparaciones entre los distintos artículos e intentar obtener unas conclusiones de la manera más objetiva y comprensible posible.

Los estudios que fueron seleccionados en un inicio, se sometieron a un cribado de validez interna mediante la escala PEDro con el objetivo de escoger aquellos que obtuviesen una puntuación mayor o igual a 6, lo que determina una buena calidad metodológica de los mismos.

4.2 Criterios de inclusión

- La muestra de los estudios deben ser pacientes esqueléticamente maduros.
- Estudios con resultados reproducibles.
- Artículos publicados en los últimos 10 años (2014-2024).

4.3 Criterios de exclusión

- Revisiones sistemáticas y metaanálisis para no arrastrar sesgos que se hayan podido producir en ellos.
- Cartas al editor.
- Estudios que incluyan pacientes con re-rupturas del LCA.
- Estudios que hagan uso de injertos artificiales, híbridos y/o incluyan animales.
- Estudios con una puntuación en la escala de PEDro menor a 6 puntos.

Keywords: “autografts”, “allografts”, “anterior cruciate ligament reconstruction”, “anterior cruciate ligament”

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la búsqueda y lectura de diversos artículos, finalmente fueron seleccionados ocho estudios cuya información se expone en la *Tabla 1*.

En ella, se muestran los distintos datos básicos de cada estudio (título, país, fecha de publicación) junto a la población y el tipo de injerto que se ha utilizado en cada uno de ellos, las variables y parámetros estudiados y los resultados obtenidos.

Algunas de las variables que han sido analizadas en algún estudio no han sido mencionadas en la tabla debido a que, además de no haber presentado diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$), se ha visto que solo han sido evaluadas en un estudio, de manera que consideramos que carece de interés a la hora de poder realizar una comparativa con el resto y obtener conclusiones de los mismos.

En la sección de resultados de la *Tabla 1*, se asume que aquellas variables estudiadas que no han sido mencionadas en dicho apartado no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Por último, cabe destacar que, en los estudios que se han revisado¹⁸⁻²⁵, no se demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) al inicio de los mismos en lo referente a los datos demográficos y a las condiciones de la articulación de la rodilla (osteoartritis, lesiones asociadas...) entre los dos grupos de cada estudio.

Los resultados obtenidos en cada uno de los artículos, con el fin de poder compararlos entre ellos, los hemos englobado en dos grupos principales:

5.1 Valoración subjetiva

Dentro de este apartado, nos referiremos a las diferentes escalas subjetivas (Tegner activity scale, Lysholm Knee Score y el cuestionario IKDC) que se han utilizado en los estudios para conocer la percepción del paciente acerca de su estado al final del seguimiento, ya sea físico, emocional o clínico respecto a la intervención que se le realizó.

Todos los estudios que se reflejan en los resultados¹⁸⁻²⁴, a excepción del estudio americano²⁵, utilizaron como variable de estudio el Lysholm Knee Score sin demostrar diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en ninguno de ellos.

Por otro lado, la Escala de actividad de Tegner fue valorada en cinco de los estudios revisados^{18,20,22,24,25}.

Diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en esta escala solamente se encontraron en el artículo escrito por Ahmet Issin et al.²⁰ En dicho estudio, esta escala fue valorada en el preoperatorio y en el postoperatorio con el fin de conocer cuánto descendía el nivel de actividad física de los pacientes al final del seguimiento (3 años) comparándolo con el nivel previo a la lesión. El descenso en la puntuación de la escala fue mayor en el

grupo intervenido con autoinjerto. A pesar de estos resultados, el propio artículo comenta que estas diferencias podrían ser explicadas por una mayor percepción del riesgo a una posible lesión o re-ruptura por parte de los pacientes, de forma que pudieron haber disminuido su actividad física conscientemente y no obligados por limitaciones o dolores asociados a la intervención.

Por otro lado, en cuanto al cuestionario IKDC, fue valorado por seis estudios^{19, 21-25} sin encontrar diferencias estadísticamente significativas en ninguno de ellos.

5.2 Valoración objetiva

La artrometría fue realizada tras la intervención y respectiva rehabilitación en cuatro de los estudios revisados^{18,19,20,22}. Algunos estudios como el llevado a cabo por Qiang Zhang et al¹⁸ y el realizado por Shaoqi Tian et al²² mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), mientras que el escrito por Mohsen Mardani-Kivi et al¹⁹ y el realizado por Ahmet Issin et al²⁰ no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en la artrometría.

El ROM (Range Of Motion) se analizó durante el seguimiento y al final del mismo en cinco estudios^{18,19,22,23,24}. No existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los pacientes intervenidos con aloinjerto o autoinjerto tras la rehabilitación realizada en los respectivos estudios.

La vuelta al deporte es una variable que se empleó en tres de los siete estudios^{19,21,24}. De estos, únicamente el realizado por Carlo Biz et al²⁴ demostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), siendo los resultados favorables al aloinjerto, donde la vuelta al deporte (running, ciclismo o natación) se realizó con mayor precocidad en este grupo con una diferencia de 6 meses de media aproximadamente. Además, este estudio también demostró diferencias estadísticamente significativas en el tiempo hasta la vuelta al trabajo, que fue menor en el grupo donde se utilizó el aloinjerto. El propio estudio, tras analizar estos resultados, menciona la posibilidad de que estos hayan sido debidos a la presencia de menor dolor en los primeros meses tras el postoperatorio en los pacientes con aloinjerto debido a la ausencia de morbilidad del sitio donante.

Otra de las variables analizadas en algunos estudios^{18,23,25} y que puede llegar a tener gran interés de cara a la elección del injerto en nuestros pacientes, es el alargamiento de

los túneles óseos realizados durante la cirugía de reconstrucción, que fue valorado mediante la realización de radiografías anteroposteriores y laterales.

Tanto el estudio realizado por Qiang Zhang et al¹⁸ como el elaborado por Yu-Hua Jia et al²³ demostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en esta variable, siendo favorables al autoinjerto y adquiriendo una mayor relevancia el alargamiento del túnel tibial respecto al femoral. Sin embargo, el estudio americano²⁵ no demostró diferencias estadísticamente significativas en lo referente a esta variable.

Uno de los estudios revisados²² valoró radiológicamente mediante la escala de Kellgren-Lawrence el desarrollo de osteoartritis, demostrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) a favor del autoinjerto.

En cuanto a la exploración física, solamente el estudio realizado por Shaoqi Tian et al²² demostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos, observándose estas diferencias en el pivot-shift, el test de Lachman y el cajón anterior al final del seguimiento, siendo estos resultados favorables al autoinjerto. Otros estudios que también analizaron estas pruebas^{23,24} no demostraron diferencias estadísticamente significativas.

Otro de los aspectos relevantes a la hora de tomar la decisión sobre el tipo de injerto que vamos a utilizar es la presencia de complicaciones, entre las que se incluye el fracaso del injerto. En todos los estudios revisados¹⁸⁻²⁵ se han valorado la presencia o ausencia de estas durante sus respectivos seguimientos.

A pesar de que en varios estudios apareció alguna complicación^{19, 21, 22} (infección superficial, hematoma, hipoestesia en el territorio del nervio safeno medial...), en todos ellos se resolvieron con o sin tratamiento durante el seguimiento sin dejar secuelas o estas no fueron incapacitantes²². Por tanto, a pesar de que puedan existir complicaciones asociadas a un tipo de injerto u otro, en ninguno de los estudios se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) al final del seguimiento entre los dos grupos.

Respecto al fracaso del injerto, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos en el estudio realizado por Yu-Hua Jia et al²³, con un seguimiento de 7 años, y por el estudio llevado a cabo por Craig R. Bottoni et al²⁵, con un seguimiento de 10 años. En el primero²³, el porcentaje de fracasos fue de 30.2%

en el grupo del aloinjerto, mientras que en el grupo del autoinjerto fue de 7,5%. En cuanto al segundo²⁵, de los 17 fracasos que se produjeron, 13 de ellos pertenecieron al grupo de aloinjerto y solamente 4 al grupo de autoinjertos. Por lo tanto, en ambos estudios se demostró una mayor tasa de fracaso en el grupo de pacientes con aloinjerto.

En el resto de artículos^{18-22,24}, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

5.3 Limitaciones

La revisión realizada ha tenido durante su curso una serie de limitaciones que hemos podido detectar. Por un lado, el método quirúrgico, donde se incluye el método de fijación de los injertos, no ha sido llevado a cabo de la misma manera ni por el mismo cirujano en los distintos estudios, lo que limita, en cierto modo, conocer si las diferencias entre los resultados son debidas exclusivamente al tipo de injerto.

Por otro lado, a pesar de que el autoinjerto utilizado en los estudios revisados¹⁸⁻²⁵ es el compuesto por los tendones del semitendinoso y del recto interno (ST-RI), el aloinjerto varía entre los distintos estudios. Además, a esto se suma que los procesos de esterilización realizados sobre los aloinjertos no han sido siempre los mismos. La radiación gamma se ha visto que daña las propiedades biomecánicas de los injertos^{20,25}, de forma que los estudios que han utilizado este tipo de técnica para la esterilización de aloinjertos^{18,20,22} han podido ver alterados sus resultados por este motivo.

Otra limitación encontrada es que de los estudios que hemos podido revisar, en ninguno se ha utilizado el injerto HTH en el grupo de autoinjerto (el cual es utilizado en muchos hospitales de nuestro país), de forma que este no tiene la presencia que nos habría gustado en un principio.

| Autor/es, Año y País | Población | Intervención/Evaluación | | Resultados |
|---|--|--------------------------|---|--|
| | | Subjetiva | Objetiva | |
| Qiang Zhang, et al.¹⁸ (2017). China. | 82 pacientes (Edad media: 26-27 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (ST-RI, tibial anterior o Aquiles) | Lysholm y Tegner | ROM, ensanchamiento del túnel tibial, complicaciones y artrometría | p<0,05 en el ensanchamiento del túnel tibial y en la artrometría, ambos a favor del autoinjerto |
| | | Seguimiento de 3 años | | |
| Mohsen Mardani-Kivi, et al.¹⁹ (2016). Irán. | 222 pacientes (Edad media: 35 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (tibial posterior) | IKDC y Lysholm | Vuelta al trabajo y al deporte, artrometría, complicaciones y ROM | p>0,05 en todas las variables estudiadas |
| | | Seguimiento de 3-6 años | | |
| Ahmet Issin, et al.²⁰ (2018). Turquía. | 63 pacientes (Edad media: 33 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (tibial anterior) | Tegner y Lysholm | Artrometría y complicaciones | p<0,05 en el descenso de la escala de actividad de Tegner medidos antes y después de la intervención, siendo mayor en el autoinjerto |
| | | Seguimiento de 2 años | | |
| Alessandro Bistolfi, et al.²¹ (2020). Italia. | 94 pacientes (Edad media: 41 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (tibial anterior, peroneos o Aquiles) | IKDC y Lysholm | Vuelta al deporte y complicaciones | p>0,05 en todas las variables estudiadas |
| | | Seguimiento de 8-12 años | | |
| Shaoqi Tian, et al.²² (2016). China. | 83 pacientes (Edad media: 29 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (ST-RI) | IKDC, Lysholm y Tegner | Exploración física, complicaciones, osteoartritis, artrometría, ROM | p<0,05 a favor del autoinjerto en: artrometría, tasa de fracaso, exploración física y desarrollo de osteoartritis |
| | | Seguimiento de 7 años | | |
| Yu-Hua Jia, et al.²³ (2015). China | 106 pacientes (Edad media: 30 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (HTH patelar) | IKDC y Lysholm | Exploración física, ROM, complicaciones y ensanchamiento del túnel tibial y femoral | p<0,05 a favor del autoinjerto en el ensanchamiento del túnel femoral y tibial, con un mayor predominio del túnel tibial |
| | | Seguimiento de 7 años | | |
| Carlo Biz, et al.²⁴ (2019). Italia. | 43 pacientes (Edad media: 30-31 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (HTH patelar) | IKDC, Lysholm y Tegner | Exploración física, ROM, complicaciones y vuelta al trabajo y al deporte | p<0,05 a favor del aloiinjerto en el tiempo hasta la vuelta al trabajo y al deporte |
| | | Seguimiento de 3 años | | |
| Craig R. Bottoni, et al.²⁵ (2015). EEUU. | 99 pacientes (Edad media: 27-28 años) Autoinjerto (ST-RI) vs Aloiinjerto (Tibial posterior) | IKDC y Tegner | Ensanchamiento de túnel tibial y femoral y complicaciones | p<0,05 en la tasa de fracaso del injerto a favor del autoinjerto |
| | | Seguimiento de 10 años | | |

Tabla 1 Datos demográficos, intervención y resultados de los estudios

6. CONCLUSIONES

El autoinjerto ha demostrado menores tasas de fracaso, menor ensanchamiento de los túneles óseos y una menor laxitud en la artrometría en varios estudios. Esto nos lleva a pensar que, en pacientes jóvenes o pacientes mayores que desempeñen una elevada actividad física y que puedan realizar una rehabilitación adecuada para fortalecer la musculatura relacionada con la articulación de la rodilla, el autoinjerto puede ser una mejor opción.

Por otro lado, ambos injertos han mostrado resultados similares en cuanto a la satisfacción del paciente tras la intervención, por lo que en pacientes más mayores que no vayan a desempeñar actividades físicas que supongan un riesgo para el ligamento cruzado anterior como son los deportes de pivoteo, el aloinjerto podría ser una alternativa para la reconstrucción primaria de la rotura del LCA.

No obstante, siempre va a ser muy importante llegar a un acuerdo con el paciente para que, conociendo las ventajas y desventajas de cada injerto, este pueda decidir libremente sobre la actitud que se llevará a cabo.

Son necesarios más estudios con un seguimiento a largo plazo para poder obtener conclusiones con mayor seguridad, ya que estudios que comparen ambos tipos de injerto en poblaciones similares con una validez interna adecuada no son muy numerosos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Forriol Campos F, Maestro Fernández A, Vaquero J. El Ligamento cruzado anterior: morfología y función. Centro de Documentación de Fundación MAPFRE [Internet]. 2015 [citado 2024 feb 22]. Disponible en: <https://documentacion.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/es/bib/175992.do>
2. Sebastián Yumiseba Á, Vinicio Pogo E, Paul Cola D, et al. Reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior. RECIMUNDO [Internet]. 2023 oct [citado 2024 feb 22];7(4):224–34. Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2140>
3. Luz M, Gordo P, Somacarrera SC, Cristina M, González I, Mauricio López Vega J, et al. Las mil caras del ligamento cruzado anterior: Anatomía, patología y cambios posquirúrgicos para principiantes. Seram [Internet]. 2022 may [citado 2024 feb 22];1(1). Disponible en: <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/9235>
4. Ayala-Mejías J, García-Estrada G, Alcocer Pérez-España L. Lesiones del ligamento cruzado anterior. Acta ortopédica mexicana [Internet]. 2014 [citado 2024 feb 22];28(1):57–67. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022014000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. Campuzano Marín MA, Gómez-Castresana Bachiller F. Insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Valor diagnóstico de la exploración clínica y RM. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología [Internet]. 2010 nov [citado 2024 feb 22];54(6):363–71. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirurgia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-insuficiencia-del-ligamento-cruzado-anterior--S188844151000130X>
6. Villanueva T, Aquila M. Confiabilidad de las pruebas ortopédicas usadas en la evaluación física para el diagnóstico de lesión del ligamento cruzado anterior. [Internet] 2020 jun [citado 2024 feb 25]; Disponible en: <http://intra.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4933>

7. Busto-Villarreal J, Martínez-Guerrero J, et al. Correlación diagnóstica entre resonancia magnética y hallazgos artroscópicos en lesiones de ligamento cruzado anterior. *Acta ortopédica mexicana* [Internet]. 2022 [citado 2024 feb 25];36(5):303–7. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2306-41022022000500303&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Etcheto HR, Blanchod CC, Palanconi M, Meninato M, Mendoza C, Libertini M, et al. Elección de injertos en la cirugía de reconstrucción del ligamento cruzado anterior: revisión de conceptos actuales. *Revista Artroscopia* [Internet]. 2022 jul 13 [citado 2024 feb 25];29(02). Disponible en: <https://revistaartroscopia.com.ar/index.php/revista/article/view/263/231>
9. Calvo-Rodríguez R, Anastasiadis-Le-Roy Z, Calvo-Mena R, Figueroa-Poblete D. Elección de injerto en reconstrucción de ligamento cruzado anterior. ¿Existe un injerto ideal? *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular* [Internet]. 2017 may [citado 2024 feb 27];24(Vol. 24. Especial. Núm. 57. Mayo 2017):59. Disponible en: <https://fondoscience.com/reaca/vol24-especial-num57/eleccion-de-injerto-en-reconstruccion-lca-fs1704017>
10. Márquez Arabia WH, Márquez Arabia JJ, Gómez JC. ¿Qué ocurre con las lesiones del ligamento cruzado anterior, su tratamiento, la recuperación de la función y el desarrollo de osteoartritis a largo plazo? ¿Hay espacio para el tratamiento conservador? Revisión de conceptos actuales. *Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología*. [Internet] 2017 jun [citado 2024 feb 27];31(2):75–86. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0120884517300317>
11. Filbay S, Rheumatology HGBP& RC. Evidence-based recommendations for the management of anterior cruciate ligament (ACL) rupture. Elsevier [Internet]. 2019 [citado 2024 mar 2]; Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1521694219300191>
12. Alejandro G, Quiceno J, Darío I, Zuluaga A, Paz Venencia B, Julián A, Castro Padilla A. Reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior: técnica

- quirúrgica y reporte de casos. Elsevier [Internet]. 2013 [citado 2024 mar 2];27(3):166–70. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0120884513700142>
13. Mudarra J. Ligamento cruzado anterior: operación. Artroscopia Dr. Mudarra. [Internet]. 2023 [citado 2024 mar 2]. Disponible en:
<https://artroscopiadrmudarra.com/ligamento-cruzado-anterior-operacion/>
14. Panesso MC, Alexandra TGI, Constanza TCM. Biomecánica clínica de la rodilla. repository.urosario.edu.co. [Internet]. 2008 dic [citado 2024 mar 2]. Disponible en:
<https://repository.urosario.edu.co/items/1ff63165-669f-4a57-8f78-dde2ec572f2a>
15. Álvarez JR, López-Silvarrey FJ, Martínez JS, Melen HM, Arce JL. Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport. [Internet]. 2008 [citado 2024 mar 5];8(29):62-92.; Disponible en:
<https://www.redalyc.org/pdf/542/54222978004.pdf>
16. Ripol Sales, F. Hospital de Sagunto. Exploración de la rodilla. [Internet]. 2006 [citado 2024 mar 5]. Disponible en:
https://sagunto.san.gva.es/documents/d/sagunto/exploracion_de_la_rodilla
17. Martínez Bernabé, A. Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior ¿autoinjerto o aloinjerto? [Internet]. 2022 [citado 2024 mar 5]. Disponible en:
[UMH: Repositorio RediUMH](#)
18. Zhang Q, Hao G, Gu M, Cao X. Tibial tunnel enlargement and joint instability after anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective comparison between autograft and allograft. Acta cirurgica brasileira [Internet]. 2017 dic [citado 2024 mar 7];32(12):1064–74. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29319735/>
19. Mardani-Kivi M, Karimi-Mobarakeh M, Keyhani S, Saheb-Ekhtiari K, Hashemi-Motlagh K, Sarvi A. Hamstring tendon autograft versus fresh-frozen tibialis posterior allograft in primary arthroscopic anterior cruciate ligament

- reconstruction: a retrospective cohort study with three to six years follow-up. *International orthopaedics* [Internet]. 2016 sep [citado 2024 mar 7];40(9):1905–11. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26987981/>
20. Issin A, Öner A, Sofu H, Yurten H. Comparison of freeze-dried tibialis anterior allograft and four-strand hamstring autograft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica* [Internet]. 2019 ene [citado 2024 mar 7];53(1):45–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30243835/>
21. Bistolfi A, Capella M, Guidotti C, Sabatini L, Artiaco S, Massè A, et al. Functional results of allograft vs. autograft tendons in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction at 10-year follow-up. *European journal of orthopaedic surgery & traumatology : orthopedie traumatologie* [Internet]. 2021 may [citado 2024 mar 7];31(4):729–35. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33174066/>
22. Tian S, Wang B, Liu L, Wang Y, Ha C, Li Q, et al. Irradiated Hamstring Tendon Allograft Versus Autograft for Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Midterm Clinical Outcomes. *The American journal of sports medicine* [Internet]. 2016 oct [citado 2024 mar 7];44(10):2579–88. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27466222/>
23. Jia YH, Sun PF. Comparison of Clinical Outcome of Autograft and Allograft Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Tears. *Chinese medical journal* [Internet]. 2015 dic [citado 2024 mar 7];128(23):3163–6. Disponible en:
24. Biz C, Cigolotti A, Zonta F, Belluzzi E, Ruggieri P. ACL reconstruction using a bone patellar tendon bone (BPTB) allograft or a hamstring tendon autograft (GST): a single-center comparative study. *Acta bio-medica: Atenei Parmensis* [Internet]. 2019 dic [citado 2024 mar 7];90(12-S):109–17. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31821294/>
25. Bottoni CR, Smith EL, Shaha J, Shaha SS, Raybin SG, Tokish JM, et al. Autograft Versus Allograft Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized Clinical Study With a Minimum 10-Year Follow-up.

- The American journal of sports medicine [Internet]. 2015 oct [citado 2024 mar 7];43(10):2501–9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26311445/>
26. Paulos Arenas J. Vascularización de los ligamentos cruzados de la rodilla | An. anat. norm;5(5): 183-4, 1987. | LILACS [Internet]. 1987 [citado 2024 mar 20]. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-98335>
27. Aware, A. Todo lo que necesitas saber sobre la vascularización de la rodilla. [Internet]. 2023 [citado 2024 mar 20]. Disponible en: <https://aware.doctor/blog/448639/>
28. Marangoni L, Murillo B, Bittar I, Bustos D, Bertiche P, Cabral D. Rupturas Agudas de Ligamento Cruzado Anterior ¿Existe la Cicatrización Espontánea? - Revista de Artroscopia [Internet]. 2018 [citado 2024 mar 28]. Disponible en: <https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/111-volumen-05-numero-1/volumen-25-numero-2/824-rupturas-agudas-de-ligamento-cruzado-anterior-existe-la-cicatrizacion-espontanea>
29. Romero-Moraleda B, Cuéllar Á, González J, Bastida N, Echarri E, Gallardo J, et al. Revisión de los factores de riesgo y los programas de prevención de la lesión del ligamento cruzado anterior en fútbol femenino: propuesta de prevención. dialnet.unirioja.es [Internet]. 2017 [citado 2024 abr 2]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5916685>
30. Campuzano Marín MA, Gómez-Castresana Bachiller F. Insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Valor diagnóstico de la exploración clínica y RM. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. [Internet]. 2010 nov [citado 2024 abr 2] 1;54(6):363–71. Disponible en: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S188844151000130X?casa_token=tr0wbe0TPG0AAAAA:-J_veXKmsrSxJUmqduCLLV-ZBJFdSyEWsJkgDOX-oEPdsTVboU4_znehSp8i9YB4fBx6O_XRqy8
31. Abdalla RJ, Camanho GL, Cohen M, Dias L, Luíz S, Júnior J, et al. Estudo da precisão diagnóstica do artrômetro KT1000TM na lesões do ligamento cruzado anterior. Acta Ortopédica Brasileira [Internet]. 2005 [citado 2024 abr

- 6];13(4):175–8. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/aob/a/9vg4gCzxymSJccmfzyxt86r/>
32. Fernández R. Intervención conservadora en las roturas de ligamento cruzado anterior en deportistas amateurs. [Internet]. 2023 [citado 2024 abr 10]; Disponible en: <https://repositorio.uai.edu.ar/handle/123456789/2283>
33. Cohen M, Abdalla R, Ejnisman B, Filardi M. Lesión del. L.C.A. en atletas recreativos: ¿Tratamiento quirúrgico o conservador? - Revista de Artroscopia [Internet]. 1997 [citado 2024 abr 10]. Disponible en:
<https://www.revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/56-volumen-05-numero-1/volumen-4-numero-2/360-lesion-del-lca-en-atletas-recreativos-itratamiento-quirurgico-o-conservador>
34. Rivas DS, Espinoza IA, Goncalvez JA. Reconstrucción primaria de ligamento cruzado anterior con autoinjerto vs. aloinjerto. Revista Ecuatoriana de Ortopedia y Traumatología [Internet]. 2021 ago [citado 2024 abr 10];10(Fascículo 2):62–6. Disponible en:
<http://www.revistacientificaseot.com/index.php/revseot/article/view/165>
35. Prado Nóvoa M, Pérez-Blanca Cobos A, Ezquerro Juanco F, Postigo Pozo S, García Vacas F, Espejo Reina A, et al. Nueva técnica de fijación invertida para al LCA: estudio biomecánico in vitro en modelo porcino. [Internet] 2016 [citado 2024 abr 10]; Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/12458>
36. Arcuri F, Abalo E, Barclay F. Uso de escores para evaluación de resultados en cirugía del Ligamento Cruzado Anterior. Artroscopia. [Internet]. 2010 [citado 2024 abr 15]; 17 (3):241-7.; Disponible en:
https://revistaartroscopia.com.ar/ediciones-antteriores/images/artroscopia/volumen-17-nro-3/241_247-Uso_de_escores_para_evaluacin_de_resultados_en_ciruga_del_LCA.pdf
37. Herrera, D. A. M., & Bueno, J. P. Capítulo 33-escalas de valoración. Secot. Es. [Internet]. 2014 [citado 2024 abr 15]. Disponible en:
<https://www.secot.es/manual-residente>.

38. Cisneros A. El cambio de pivote de la sindesmosis del tobillo “¿Estamos reviviendo la historia de ACL?” Ortopedia Y Traumatología. [Internet] 2021 [citado 2024 abr 15]. Disponible en:
<https://www.cirugiadepieytobillo.com.mx/academia/el-cambio-de-pivote-de-la-sindesmosis-del-tobillo-estamos-reviviendo-la-historia-de-acl/>