



TRABAJO FIN DE GRADO

Autoinjerto versus Aloinjerto versus
Injerto Híbrido
en plastia de ligamento cruzado
anterior de la rodilla

Autora

Adela Esther González Moreno

Directora

Dra. Nieves Blanco Rubio

Facultad de Medicina. Universidad de Zaragoza.

Departamento de Cirugía.

Curso académico 2020-2021

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS E IMÁGENES	4
INTRODUCCIÓN.....	5
0. ANATOMÍA.....	5
1. FUNCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.....	7
2. MECANISMO DE LESIÓN	7
3. DIAGNÓSTICO	8
4. TRATAMIENTO.....	11
5. COMPLICACIONES.....	16
6. RESULTADOS VALORABLES TRAS LA CIRUGÍA DE RECONSTRUCCIÓN DEL LCA.....	16
7. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	17
OBJETIVO.....	18
MATERIAL Y MÉTODOS.....	18
RESULTADOS.....	18
DISCUSIÓN.....	20
○ ESCALAS SUBJETIVAS DE SATISFACCIÓN.....	20
○ ESTABILIDAD POSTOPERATORIA DE LA RODILLA.....	23
○ FUNCIONALIDAD.....	26
○ RETORNO AL DEPORTE	28
○ FRACASO CLÍNICO DE LA PLASTIA	29
○ COSTES.....	33
○ PRINCIPALES INDICACIONES SEGÚN ESTUDIOS RELEVANTES	34
CONCLUSIONES DE NUESTRO ESTUDIO	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS	41

RESUMEN

Introducción: La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) está experimentando un auge debido a la práctica deportiva. A la hora de proceder a su reparación existe gran discrepancia en cuanto al tipo de plastia a utilizar. Actualmente pueden emplearse autoinjertos, aloinjertos, injertos híbridos que combinan ambos anteriores y plastias sintéticas. Dadas las diferentes ventajas y desventajas que presenta cada una de estas opciones, el objetivo de nuestro estudio fue hacer un despistaje sobre los principios de la reconstrucción del LCA (RLCA) y presentar los principales resultados obtenidos en base al tipo de injerto utilizado.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica en la base de datos MedLine hasta abril de 2021, que fue completada con una revisión manual de la revista de la SECOT. Se obtuvieron 44 artículos para la evaluación de sus resultados y posterior discusión.

Resultados y discusión: Los artículos estudiados se analizaron según los siguientes apartados: escalas subjetivas (IKDC subjetiva, Tegner y Lysholm), estabilidad postoperatoria de la articulación (medida con las maniobras Pivot Shift y Lachman y con la artrometría), resultados funcionales (escala overall IKDC y Rango de movimiento), el fracaso clínico de la plastia, retorno al deporte y costes totales. Según las escalas subjetivas de satisfacción, de estabilidad y la tasa de fracaso de la plastia se observó cierta superioridad de los autoinjertos e injertos híbridos respecto al resto de plastias. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la funcionalidad, el retorno al deporte y la tasa de infecciones. Los aloinjertos resultan más costosos que los autoinjertos, pero el mayor coste lo tienen los injertos sintéticos.

Conclusiones: Las indicaciones de la plastia a utilizar siguen siendo un tema de controversia, por ello, su elección debe ser individualizada y ha de basarse en la experiencia del cirujano, la disponibilidad del injerto, las características del paciente, su historia médica y sus expectativas. Parece existir unanimidad en cuanto a que los autoinjertos suelen ser la primera opción en pacientes con alta demanda funcional y los injertos sintéticos no se recomiendan para la reconstrucción primaria.

Palabras clave: “Anterior cruciate ligament”, “reconstruction”, “autograft”, “allograft”.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament (ACL) rupture is experiencing an increase due to sports practice. For its reconstruction, there is great discrepancy as to the type of graft to be used. Currently, autografts, allografts, hybrid grafts that combine both anterior and synthetic grafts can be used. Given the different advantages and disadvantages presented by each of these options, the aim of our study was to make an overview of the principles of ACL reconstruction (ACLR) and to present the main results obtained based on the type of graft used.

Material and methods: A literature search was performed in MedLine database until April 2021, which was completed with a manual review of SECOT journal. Forty-four articles were obtained for evaluation of their results and subsequent discussion.

Results and discussion: The articles studied were analysed according to the following sections: subjective scales (subjective IKDC, Tegner and Lysholm), postoperative joint stability (measured with the Pivot Shift and Lachman manoeuvres and with arthrometry), functional outcomes (overall IKDC scale and range of motion), clinical failure of the plasty, return to sport and total costs. According to the subjective scales of satisfaction, stability and graft failure rate, autografts and hybrid grafts were found to be superior to other grafts. No significant differences were found in terms of function, return to sport and infection rate. Allografts are more expensive than autografts, but the highest cost is for synthetic grafts.

Conclusions: The indications for the type of graft remain a matter of controversy, so the choice should be individualised and based on the surgeon's experience, the availability of the graft, the patient's characteristics, his medical history and his expectations. There seems to be unanimity that autografts are usually the first choice in patients with high functional demand and synthetic grafts are not recommended for primary reconstruction.

Key words: "Anterior cruciate ligament", "reconstruction", "autograft", "allograft".

Índice de Tablas, Gráficos e Imágenes

TABLAS

NÚM.	CONTENIDO	PÁGINA
1	Resultados Estudios obtenidos	ANEXOS
2	Resultados estudios escalas subjetivas	ANEXOS
3	Resultados estudios estabilidad de rodilla	ANEXOS
4	Resultados estudios funcionalidad	ANEXOS
5	Resultados estudios retorno al deporte	ANEXOS
6	Resultados estudios fracaso de la plastia	ANEXOS
7	Resultados estudios costes	ANEXOS

IMÁGENES

NÚM.	CONTENIDO	PÁGINA
1	Anatomía rodilla derecha	5
2	Anatomía LCA fascículos	6
3	Imagen LCA cadáver	6
4	Imagen maniobras exploradoras	9
5	Radiografía simple. Fractura de Segond	9
6	Resonancia Magnética sagital	10
7	Tipos de fijación de la plastia	12
8	Técnicas de tunelización	13
9	Plastias autólogas	14
10	Plastias alogénicas	15
11	Plastias sintéticas	15

GRÁFICOS

NÚM.	CONTENIDO	PÁGINA
1	Porcentaje Estudios IKDC subjetivo	21
2	Porcentaje Estudios Lysholm	22
3	Porcentaje Estudios Tegner	23
4	Porcentaje Estudios Pivot Shift	24
5	Porcentaje Estudios Lachman	24
6	Porcentaje Estudios laxitud articular	27
7	Porcentaje Estudios escala IKDC	28
8	Porcentaje Estudios ROM	29
9	Coste de las Plastias	35

INTRODUCCIÓN

Las lesiones ligamentosas de rodilla conforman una de las patologías más frecuentes de la articulación (1), en concreto, la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) presenta un importante auge debido al aumento de la práctica deportiva. Se estima una incidencia acumulada aproximada de 70 casos por cada 100.000 habitantes por año (2), siendo las mujeres tres o cuatro veces más propensas a las lesiones del LCA que los hombres (3,4).

La mayoría de lesiones se producen durante la práctica deportiva(1,5), como consecuencia de una deceleración brusca, salto o cambio de dirección, así como por trauma directo o colisión. En el 50-70% de los casos, se asocian lesiones meniscales o del cartílago articular (5).

La rotura del LCA produce alteración del patrón de la marcha, alteración de las fuerzas ejercidas contra el suelo, de la duración de las pisadas, de la simetría entre ambas extremidades, de la repetitividad del gesto durante la marcha, de la alteración de la estabilidad rotacional de la rodilla en el eje sagital y alteración del equilibrio con apoyo bipodal (6). Esto convierte la reparación del LCA en una de las intervenciones más frecuentes de la cirugía ortopédica. Sin embargo, no todos los pacientes son iguales, ni las distintas plastias existentes en la actualidad valen para todos ellos (7).

0. ANATOMÍA

Dado que la mejor reparación del ligamento cruzado anterior será aquella que se asemeje más a la anatomía y reproduzca mejor su función original (8), vamos a hacer un recuerdo anatómico de este ligamento.

La articulación de la rodilla es compleja ya que precisa una gran estabilidad en extensión completa al soportar el peso del cuerpo en bipedestación, así como requiere de una gran movilidad para garantizar los movimientos de la marcha. Para cumplir con estas funciones, es imprescindible la integridad de los ligamentos de la rodilla (9).

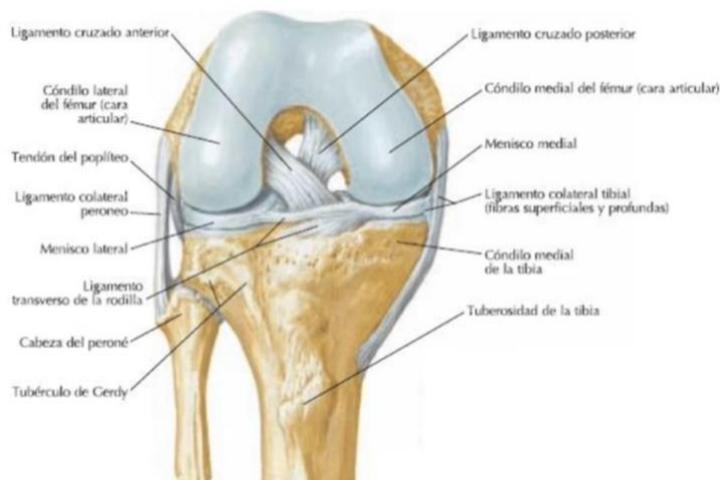


Figura 1. Anatomía de rodilla derecha en flexión: visión anterior. Fuente: Sarasa et al. (10)

Autoinjerto versus Aloinjerto versus Injerto Híbrido en plastia de ligamento cruzado anterior

El LCA discurre de manera intraarticular entre la porción posterior de la superficie interna del cóndilo femoral externo y el área preespinal de la cara superior de la extremidad proximal de la tibia.

Su longitud media varía entre 18-33mm o 22-41mm, dependiendo del autor, y tiene una anchura media entre 7-12mm (11,12).

Está formado por dos fascículos: anteromedial y posterolateral (denominados según su inserción tibial). El anteromedial presenta una tensión máxima con el desplazamiento anterior de la tibia en flexión (60-90º), mientras que el posterior lo hace en extensión (0-5º) (11,13). Cuando solo se lesiona uno de los dos fascículos podríamos hablar de rotura parcial del ligamento, las cuales suponen aproximadamente de un 10-27% de las lesiones de LCA (14).

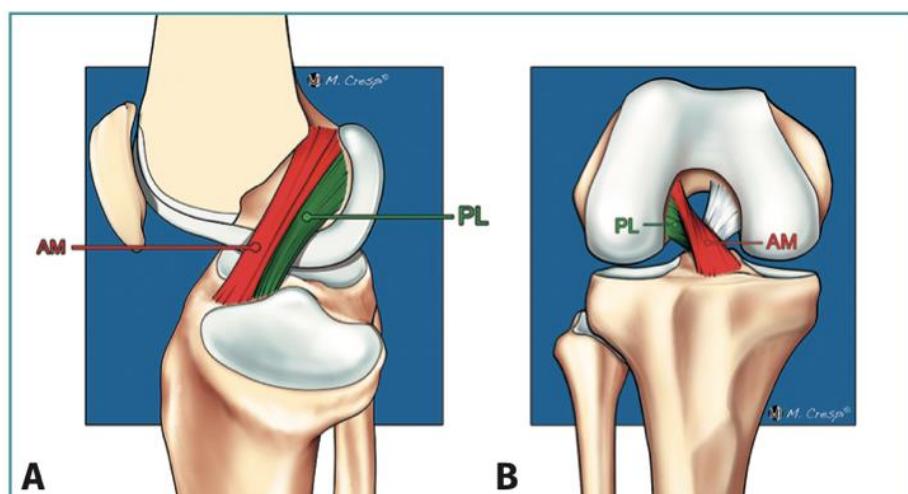


Figura 2. Anatomía del ligamento cruzado anterior. Esquemas sagital (A) y coronal (B) que ilustran el fascículo anteromedial (AM) y posterolateral (PL). Fuente: Cruz et al. (14).

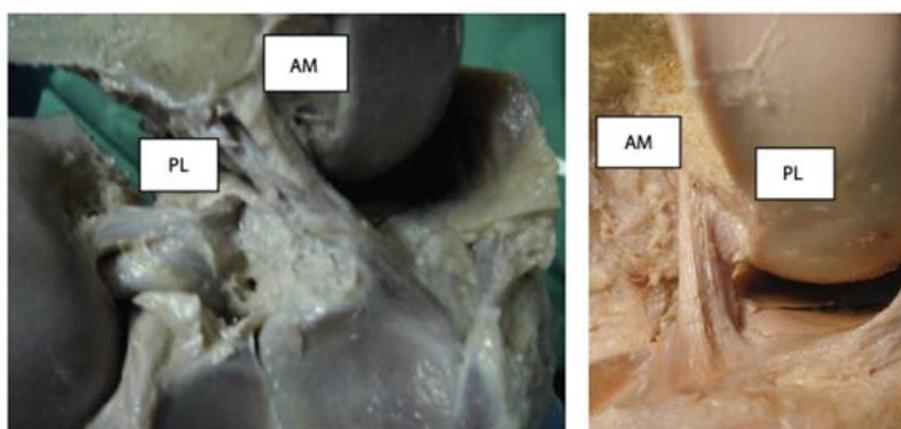


Figura 3. Visión medial del LCA tras extirpar el cóndilo femoral interno donde se aprecia la diferenciación de los dos fascículos: anteromedial (AM) y posterolateral (PL). Fuente: Maestro et al. (15)

VASCULARIZACIÓN:

El LCA está irrigado predominantemente por sangre proveniente de tejidos blandos (grasa, almohadillas, sinovial) (11).

La irrigación arterial se la da la arteria genicular media, así como las anastomosis de pequeños vasos que existen entre aquellos del ligamento y de los de la red vascular subcortical del fémur y la tibia. A pesar de ello, el aporte sanguíneo es bastante pobre, lo que hace más complicada su capacidad de recuperación (12).

A este sistema arterial le acompaña el venoso, que también puede ser lesionado en traumatismos de rodilla, aunque el daño suele revestir de menor gravedad. La hemorragia resulta más fácil de cohibir y el retorno sanguíneo busca caminos alternativos a la vena dañada (16)

INERVACIÓN:

En cuanto a la inervación, el LCA recibe fibras nerviosas del nervio tibial. Además, cabe mencionar que en su espesor cuenta con una serie de mecanorreceptores que, aunque no se conoce con exactitud su mecanismo de acción, contribuyen a la detección de cambios de tensión, aceleración, dirección del movimiento, así como registran la posición de la rodilla en el espacio. Estos receptores sensoriales se agrupan en: Órganos de Ruffini, corpúsculos de Paccini, órganos tendinosos de Golgi y terminaciones nerviosas libres. Por tanto, el LCA influye en la información propioceptiva de la articulación que recibe el cerebro (11,12).

1. FUNCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

La función predominante del LCA es la de estabilizador primario limitando el desplazamiento anterior de la tibia con relación al fémur y, en menor medida, como estabilizador secundario controlando en carga la laxitud en varo, en valgo y la rotación tibial interna (16).

2. MECANISMO DE LESIÓN

Gran parte de estas fracturas se deben a la práctica deportiva, por lo que, como comentábamos antes, la incidencia de lesión del LCA está aumentando. Los deportes que engloban el 78% de las lesiones del LCA son el fútbol, el béisbol, el baloncesto y el esquí (4).

Además, se han descrito como posibles factores predisponentes en la lesión de LCA: variaciones hormonales en mujeres, déficits proprioceptivos, variantes anatómicas óseas como la estenosis de la escotadura intercondílea, mutaciones de genes de colágeno que producen una laxitud articular anormal y una menor fuerza del cuádriceps (3,13).

La mayoría de lesiones pueden clasificarse dentro de dos grandes grupos: de contacto o directas y de no contacto o indirectas.

- a. Mecanismo directo: ocurre más frecuentemente durante la posición de valgo y rotación externa en carga. También puede producirse lesión en la hiperextensión de rodilla. Mucho menos frecuente resultaría la lesión por una carga directa con la rodilla flexionada y ruptura concomitante del ligamento cruzado posterior (11).
- b. Mecanismo indirecto: asociado al cambio de dirección o desaceleración brusca con la pierna y pie fijos, forzándose de esta forma la rotación y torsión en valgo, así como la contracción vigorosa del cuádriceps, sin necesidad de que se produzca un trauma directo sobre la articulación (17).

Las lesiones del LCA en valgo forzado indirectas son las más frecuentes (17).

Muchas de estas situaciones asocian concomitantemente lesiones de otras estructuras articulares como los meniscos, lesiones condrales o de otros ligamentos, ensombreciendo el pronóstico (12). Un estudio de 2009 en el que querían comprobar la relación entre el mecanismo de producción y las lesiones concomitantes en las roturas del LCA, estableció que existe relación significativa entre el mecanismo de valgo forzado y las lesiones óseas subcondrales, hecho que no resulta tan evidente en las lesiones en varo (17).

Al contrario de lo que se puede pensar, Codesido et al. indican que la demora quirúrgica, no es un factor determinante a la hora de encontrar más lesiones intraarticulares (17). Sin embargo, Paschos et al. atribuyen la demora de reconstrucción del ligamento, a un aumento en el desarrollo futuro de osteoartritis radiográfica de rodilla (18).

3. DIAGNÓSTICO

Una buena historia clínica es fundamental en la evaluación de un trauma importante de la rodilla y constituye, posiblemente, el indicador más certero de ruptura del LCA (4). En esta deben registrarse el mecanismo de producción, los síntomas referidos por el paciente y los signos observados por el especialista, así como el estado previo de la articulación y la actividad física habitual del paciente antes de la lesión.

Los síntomas principales son el chasquido, dolor agudo en la rodilla, sensación de inestabilidad e impotencia funcional (13). Como signo característico destaca la aparición de hemartros temprano (en un tiempo inferior a dos horas tras la lesión) (4,13).

Maniobras

- Test Lachman: se realiza ejerciendo una fuerza anterior sobre la tibia con la rodilla en 30º de flexión (una mano sujetla tibia y otra el fémur). Según algunos autores, es el test con mejor valor predictivo negativo (4) y otros apuntan a esta prueba como la más sensible (85%) y específica (94%) (13).
- Cajón anterior: se realiza con 90º de flexión sentados sobre el pie del paciente y ejerciendo una fuerza anterior sobre la tibia.

Autoinjerto versus Aloinjerto versus Injerto Híbrido en plastia de ligamento cruzado anterior

- Pivot-shift: con rotación interna de la tibia y valgo forzado pasamos de la extensión a la flexión de la rodilla, apreciando subluxación anterior de la meseta externa de la tibia bajo el fémur, que se reduce con 30º de flexión. Maniobra con mejor valor predictivo positivo (4), siendo más fiable cuando el paciente se encuentra bajo anestesia (13).
- Otras: pruebas que nos pueden ayudar en el diagnóstico son el cajón máximo de Jakob, prueba de claudicación de Jakob y prueba de la sacudida de Hughston (16)



Imagen 4. Técnica de las principales maniobras para el diagnóstico de rotura de LCA. Fuente: Sarasa et al. (10)

Con referencia a las maniobras citadas, si aparece un Lachman y pivot shift positivas pero cajón anterior negativo, es sugerente de afectación del fascículo PL. Si ocurre lo contrario, pensaremos en la rotura del fascículo AM (14).

De entre las pruebas de imagen destacan la radiografía (Rx) y la resonancia magnética (RM):

- Radiografía simple: suele ser la primera prueba de imagen que se realiza en una rodilla traumática y nos sirve sobretodo para descartar otras lesiones. El examen radiológico de rutina debe incluir la proyección anteroposterior en carga, la lateral y de la articulación patelofemoral en 45º de flexión. Puede observarse arrancamiento o avulsión de la cápsula articular anteroexterna de la tibia que se produce en el episodio de subluxación de la meseta tibial externa (fractura de Segond), patognomónica de lesión de LCA (4).



Imagen 5. Rx simple de rodilla AP, en la que se visualiza fractura de Segond. Fuente: Arel de lima et al. (19)

- Resonancia Nuclear Magnética (RNM): es la prueba de imagen de elección para el diagnóstico, con una sensibilidad de 86% y una especificidad del 95% (13). En edad pediátrica alcanza una sensibilidad del 95% y una especificidad del 88% (20). En las lesiones parciales del ligamento, muestra menor fiabilidad diagnóstica que en aquellas lesiones que son completas (14). Esta prueba es de gran utilidad para el diagnóstico de lesiones concomitantes.

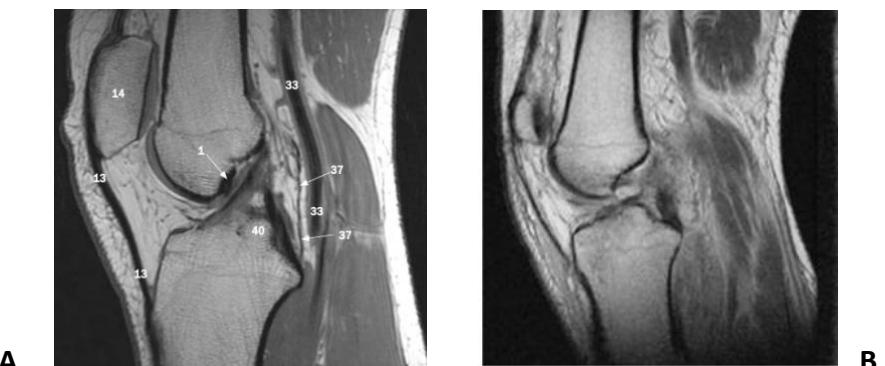


Imagen 6. Imágenes sagitales de Resonancia Magnética con potenciación de densidad de protones. En la imagen A se aprecia la integridad del LCA [1] con el resto de estructuras conservadas. Fuente: Weir et al. (21). En la imagen B, se observa una solución de continuidad a nivel medio del LCA con horizontalización de la porción inferior, compatible con rotura completa. Fuente: Pescador et al.

El protocolo de estudio por RNM debe incluir secuencias en densidad protónica con supresión selectiva de la grasa en los 3 planos ortogonales (14). En un 50% de los casos se apreciará una zona de edema óseo en la parte anterior del cóndilo femoral externo y la parte posterior de la meseta tibial externa en las secuencias de T2. Para que este edema óseo aparezca es necesario que se haya producido un contacto entre estas dos zonas, solo posible si se ha producido la subluxación de la meseta tibial externa por insuficiencia del LCA.

Otros signos indirectos de la lesión del LCA (se observan en la resonancia magnética) son la presencia de una traslación anterior de la tibia en los cortes sagitales y el acodamiento del LCP por perdida de tensión al desplazarse la tibia anteriormente (23).

Evaluación artrométrica: la medición de la translocación tibial anterior con diferentes dispositivos (como el KT-1000) puede resultar útil en el diagnóstico. Una diferencia mayor de 3 mm con respecto a la rodilla sana es indicativa de rotura del LCA. Si la diferencia es de 3-5 mm se considera parcial, mientras que si resulta mayor de 5 mm concluiremos que se trata de una lesión completa (14). Una exploración clínica compatible con insuficiencia del LCA y una evaluación artrométrica positivas, son métodos diagnósticos fiables (24).

Esta prueba también nos puede resultar de utilidad durante el seguimiento postoperatorio o después del tratamiento conservador (4,25)

La exploración artroscópica es la técnica definitiva para confirmar el diagnóstico de rotura parcial del LCA (14). Sin embargo, algunos autores defienden que la artroscopia debe estar considerada dentro del arsenal terapéutico y no como medio para realizar

un diagnóstico. Solo formará parte de la exploración en el caso de persistencia de sensación de inestabilidad con exploración clínica y RNM negativas (24).

4. TRATAMIENTO

o LESIONES COMPLETAS DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

El LCA es un ligamento cordonal. Dada su estructura, cuando se lesiona se produce una retracción de sus extremos dificultando el restablecimiento de su continuidad presentando, por lo tanto, escaso poder de cicatrización. Es por ello, que lo habitual suele ser la reconstrucción quirúrgica mediante injerto tendinoso. Sin embargo, disponemos también del tratamiento conservador. Para ello debemos tener en cuenta una serie de premisas para tomar la mejor decisión terapéutica para cada caso.

Se ha comprobado que la lesión del LCA predispone a sufrir inestabilidad crónica de rodilla, mayor riesgo de lesión meniscal y del cartílago articular y probablemente aumente el riesgo de sufrir artrosis en el futuro (4,26).

El tratamiento de elección para cada paciente dependerá de la edad del paciente, el grado de inestabilidad de la lesión, la asociación de otras lesiones, el nivel de actividad del paciente y sus expectativas funcionales, laborales y deportivas (27).

a. Conservador

Pacientes con una actividad física elevada tienen peores resultados con tratamientos conservadores. Sin embargo, aquellos con comorbilidades, baja demanda funcional, niños que no hayan cerrado la fisis o roturas parciales asintomáticas, son buenos candidatos a tratamientos conservadores.

Su principal premisa será el fortalecimiento de la musculatura de la rodilla, evitando deportes de contacto o que impliquen los mecanismos de lesión previamente citados y, en algunos casos, la colocación de ortesis estabilizadora de la articulación durante la práctica deportiva. Esto debe seguirse de un programa de rehabilitación durante meses (16,26).

b. Quirúrgico

Los resultados después de la cirugía serán mejores cuanto mejor sea nuestro conocimiento de la anatomía y nuestra comprensión sobre la función de la rodilla (8).

En la reconstrucción del LCA, es preciso tener en cuenta tres factores de los que van a depender las posibilidades terapéuticas (27):

- El grosor del ligamento es directamente proporcional a su resistencia e inversamente proporcional a su posibilidad de alargamiento.
- La estructura del ligamento: no todas sus fibras poseen la misma longitud, por lo que varía su resistencia y elasticidad.
- La extensión y dirección de las inserciones.

La resistencia media del LCA medida en personas jóvenes es de 2160N y la rigidez media es de 242N/mm (27) y un área de sección transversal de unos 44 mm^2 (1). Es necesario la restauración funcional del LCA a sus dimensiones nativas, la orientación del colágeno y los lugares de inserción para mantener la estabilidad de la rodilla (28).

Las variables que influyen en el éxito de la ligamentoplastia son (1):

- Tipo de fijación
- Localización del túnel femoral y tibial
- Técnicas de tunelización
- Tensión del injerto.
- Tipo de injerto

TIPO DE FIJACIÓN

La fuerza que experimenta el LCA durante las actividades de la vida diaria se estima en 500N, por lo que cualquier sistema de fijación para la ligamentoplastias debe ser superior a esta cifra (27,29).

A nivel femoral o proximal, se puede utilizar una fijación por compresión, por expansión o por suspensión. En cuanto a esta última, podemos distinguir según su unión al hueso entre suspensión cortical, esponjosa y córtico-esponjosa (10).

Por otro lado, la fijación tibial es más débil que la proximal debido a que tiene peor calidad ósea que el cóndilo femoral. Dada su mayor complejidad, lo más utilizado actualmente es el tornillo interferencial (27), el cual se inserta a través de la abertura del túnel y se coloca entre el injerto y la pared del túnel de manera que el injerto quede comprimido contra el hueso, logrando la máxima resistencia.

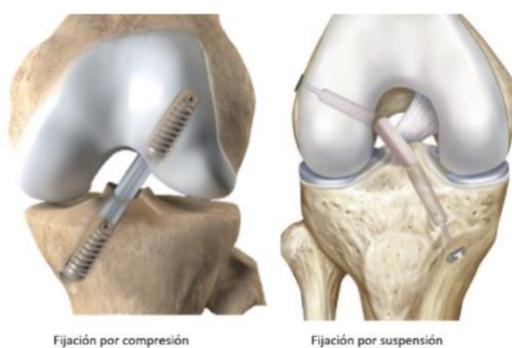


Imagen 7. Tipos de fijación de la plastia.

Fuente: sarasa et al. (10)

En un metaanálisis del 2017 se hace una comparativa de los métodos de fijación para la reconstrucción de la plastia de LCA mediante plastia con autoinjertos del tendón isquiotibial cuádruple. Este estudio demostró una mejor estabilidad y menos roturas del injerto utilizado con la fijación suspensoria femoral frente a fijación por compresión mediante tornillos (30).

LOCALIZACIÓN DEL TÚNEL FEMORAL Y TIBIAL (27)

En la actualidad se tiende a reproducir el recorrido intraarticular del LCA en su reconstrucción anatómica.

A nivel femoral, la tunelización debe realizarse lo más horizontal posible para intentar reproducir la anatomía normal y mejorar la estabilidad rotacional. Se situará en la región posterior del cóndilo femoral externo, en la rodilla derecha aproximadamente a las 10 horas, y en la rodilla izquierda, a las 2 horas, dejando 1-2mm de cortical posterior.

A nivel tibial, en la porción mas posterior de la huella del LCA y a nivel del borde posterior del cuerno anterior del menisco externo y levemente anterior al LCP.

TÉCNICAS DE TUNELIZACIÓN

Podemos distinguir dos técnicas(31):

- Un Haz: se realiza un único túnel femoral y otro tibial, enfocándose en la reconstrucción del haz anteromedial. Esta técnica consigue restablecer exitosamente el desplazamiento anterior/posterior, pero falla en la estabilidad rotacional.
- Doble haz/U-Dos: reconstruye tanto el haz AM como el PL, simulando mejor la anatomía normal del LCA. Esta aportación anatómica y cinemática podría ser la clave de superioridad en los resultados quirúrgicos a largo plazo, observándose mayor control rotacional y funcionalidad total de la rodilla. No obstante, es una cirugía más compleja, con mayor coste económico y que requiere un tiempo quirúrgico superior.

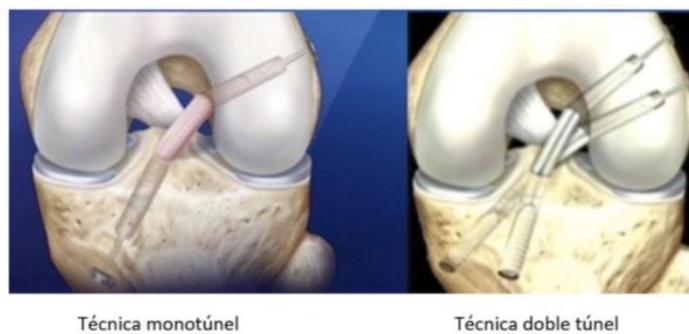


Imagen 8. Técnicas de tunelización. Fuente: Sarasa et al. (10)

Un estudio reciente demuestra que ambas técnicas tienen resultados similares en las escalas de valoración subjetiva (32). Pero, si valoramos los aspectos físicos de la estabilidad conseguida con pruebas como KT-1000 y pivot shift, la técnica de doble túnel resulta superior. Además, la valoración de los resultados quirúrgicos a largo plazo apunta que el doble túnel podría reducir el numero de rerroturas de la plastia de LCA.

TIPO DE INJERTO

Se considera que el injerto más adecuado para la plastia será aquel que cumpla los siguientes requisitos: que permita una fijación rígida y fuerte, que sea resistente a las cargas cíclicas, que no sufra movimientos dentro del túnel y que se integre rápidamente (27).

El tipo de plastia a emplear supone un tema de gran controversia en la reconstrucción ligamentosa de la rodilla y será desarrollado en la discusión del trabajo.

Autoinjertos: Son aquellos cuyo donante es el propio paciente.

Pueden ser varias las plastias usadas para la reconstrucción de LCA, pero podemos destacar 3 como las más utilizadas (1).

- Hueso-tendón-hueso (HTH): se obtiene un segmento del tendón rotuliano junto con una pastilla ósea rotuliana y otra tibial.
- Tendones de los isquiotibiales: se conforma por los tendones semitendinoso y gracilis/recto interno, se doblan por la mitad para así obtener 4 fascículos.
- Tendón cuadripucital (TC): puede extraerse con o sin pastilla ósea.

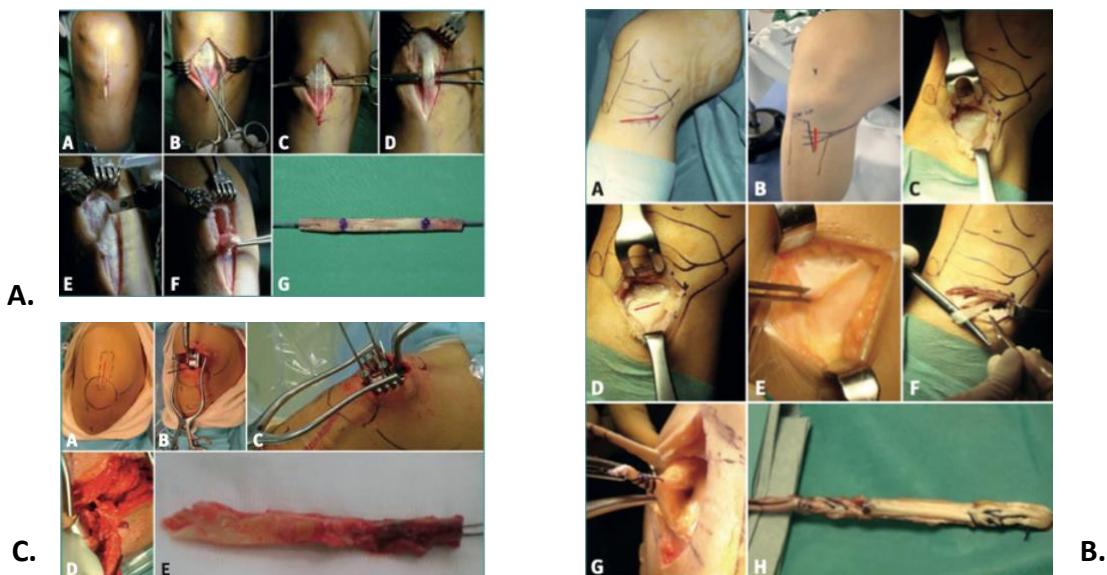


Imagen 9. Técnicas de extracción de las plastias. Figura A: plastia autóloga Hueso-Tendón-Hueso (HTH). Figura B: plastia autóloga de tendones semitendinoso y recto interno (isquiotibiales). Figura C: plastia autóloga de tendón cuadripucital (TC). Fuente: Pipa et al. (1)

Aloinjertos: procedentes del banco de tejidos.

Pueden clasificarse de igual forma que los autólogos: con pastilla ósea (HTH, tendón de Aquiles, TC- polo superior de la rótula) y sin pastilla ósea (tibial anterior, tibial posterior, ST-RI, tendones peroneos...) (1).



Imagen 10. Plastias procedentes del Banco de Huesos. Figura A: injerto Hueso Tendón Hueso. Figura B: injerto de Tendón de Aquiles. Fuente: Pipa et al. (1).

Híbridos: cuando el diámetro de un autoinjerto es inadecuado, puede emplearse concomitantemente un aloinjerto con el fin de aumentar su tamaño y evitar el fracaso de la plastia. Esto es considerado un injerto híbrido.

Sintéticas: compuestas por active biocompatible composite (ABC) o, más recientemente, LARS (Ligament Augmentation and Reconstruction System) (1).



Imagen 11. Plastia sintética tipo LARS. Fuente: Esaú et al. (33)

- ROTURAS PARCIALES DE LCA

En lo referente a roturas parciales de ligamento, se sigue un esquema terapéutico muy similar al de las lesiones completas.

El tratamiento conservador incluye un periodo de inmovilización durante la fase aguda sintomática, al que le siguen un programa rehabilitador que no difiere, en un principio, del utilizado en las roturas completas tratadas de forma conservadora, y revisiones periódicas. La reincorporación a la actividad deportiva no se recomendará antes de los 3-4 meses.

Además, recientemente se están empezando a incorporar nuevos tratamientos biológicos para la reparación o regeneración del LCA como son los factores de crecimiento, el plasma rico en plaquetas, células madre mesenquimales y andamiajes biológicos entre otros. Aunque a corto plazo presenten resultados clínicos prometedores, se necesitan más estudios a largo plazo para poder concluir su eficacia.

Aunque en algunos casos se prefiere el tratamiento conservador, otros estudios abogan por el manejo quirúrgico.

Su justificación reside en diferentes factores, siendo uno de los más importantes la progresión a roturas completas, así como el riesgo de lesiones degenerativas secundarias descritas en hasta un 15% en un seguimiento de 8 años.

Para ello pueden utilizarse tanto autoinjertos como aloinjertos. Se aconseja la preservación del remanente ligamentoso ya que mejora la orientación del injerto, la estabilidad mecánica, la vascularización y la propiocepción, además de requerir un menor tiempo quirúrgico (14)

5. COMPLICACIONES

Las complicaciones pueden ser clasificadas en intraoperatorias y postoperatorias.

Las intraoperatorias son poco frecuentes, pero revisten de gran importancia. Algunas de ellas podrían ser la fractura de la rótula en la extracción del injerto HTH, la rotura de la cortical del túnel femoral o la rotura de la plastia (10). Para prevenir la fractura de la rótula en la extracción del injerto, se recomienda no extraer más del 30% de esta (34).

En cuanto a las complicaciones postoperatorias, las que mayormente se describen son: insuficiencia de la plastia en los 6 meses siguientes a la intervención, tamaño inadecuado del injerto, fallos en la fijación del injerto, infecciones, artrosis, laxitud de la articulación, hipoestesia en el territorio safeno, dolor persistente e irritación entre otras.

Paschos et al. describieron osteoartritis sintomática de rodilla en más del 50% de los pacientes a los 10-20 años de una rotura del LCA (18). Tras la reconstrucción quirúrgica, se estima una incidencia de osteoartritis a los 7 años de seguimiento del 39-40% y de hasta el 74-80% a los 13-15 años.

Mitchell et al. demostraron que los pacientes sometidos a una cirugía de revisión del LCA presentaban significativamente más lesiones condrales y de más alto grado (35).

6. RESULTADOS VALORABLES TRAS LA CIRUGÍA DE RECONSTRUCCIÓN DEL LCA

Una reconstrucción del LCA se deberá valorar en base a la estabilidad, la funcionalidad y la satisfacción subjetiva del paciente. Existen multitud de parámetros para valorar estos ítems, pero nosotros vamos a centrarnos en los que nos servirán para hacer las comparaciones durante la discusión por ser los más empleados.

Cuando hablamos de estabilidad/laxitud de la articulación de la rodilla, existen diversos exámenes que nos permiten medir los resultados. Estos son los anteriormente citados: Pivot shift, cajón anterior, Lachman y los test instrumentales de laxitud como el KT 1000.

La evaluación funcional se realiza mediante:

- Overall IKDC (International Knee Documentation Committee): este método consta de una parte subjetiva que consta de 18 ítems y que se describe más abajo; y de una parte de evaluación clínica. Esta segunda parte se subdivide en

dos secciones; la primera documenta el rango de movilidad, la posición de la rótula, la alineación de la rodilla y la laxitud articular. La segunda sección, se centra en la inflamación, la limitación de la movilidad pasiva, evaluación ligamentaria, hallazgos compartimentales, morbilidad de la zona donante, hallazgos radiológicos y test funcional.

- El rango de movimiento de la articulación (ROM, range of movement).

También es muy importante conocer el grado de satisfacción del paciente tras la intervención. Este parámetro puede ser medido con:

- Escala Tegner: se trata de un índice de satisfacción subjetiva con una escala de 1 a 10. 0 representa incapacidad, 1-4 no realiza actividad física pero trabaja, 5-7 practica actividad física recreativa, 7-10 realiza actividad física competitiva.
- Escala Lysholm: este cuestionario consiste en 8 ítems relacionados con la función de la rodilla en las actividades de la vida cotidiana y en el deporte. Las puntuaciones por debajo de 65 se consideran pobres, entre 66-83 regulares; entre 84-94 buenas y por encima de 95 excelentes.
- IKDC Subjective Knee Evaluation: se trata de un test que debe llenar el paciente según su valoración personal. Tras sumar los ítems, se obtiene una puntuación de 0 a 100, interpretando una puntuación de 100 puntos como no limitación para las actividades del día a día y deportivas y ausencia de síntomas.

Adicionalmente a estos parámetros, existen otros en los que debemos fijarnos para determinar el resultado de la reconstrucción como son el fracaso de la plastia (entendiendo este como la necesidad de cirugía de revisión, la ruptura del injerto, un resultado artrométrico $> 5\text{mm...}$), los efectos adversos y complicaciones derivados de la cirugía, los costes que ésta conlleva, el tiempo requerido para el retorno al deporte y el resultado estético entre otros.

7. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Las lesiones del LCA están aumentando debido a un incremento de la práctica deportiva. Es frecuente que ocurra en personas jóvenes que demandan retornar a su actividad física previa con idéntica funcionalidad.

En este campo, existe controversia en la utilización e indicación de las diferentes plastias a utilizar, habiendo sido frecuente que su elección se hiciera en base a la preferencia y habilidad del cirujano.

Se hace imprescindible conocer las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas, así como los requerimientos de la actividad del paciente para ajustar la indicación de la misma a sus necesidades específicas.

OBJETIVO

El objetivo principal de esta revisión bibliográfica es hacer un despistaje sobre los principios de la reconstrucción del LCA y presentar los principales resultados obtenidos en base al tipo de plastia utilizada (autoinjerto versus aloinjerto versus injerto híbrido), área común de controversia.

Objetivos secundarios: analizar las diferencias entre los injertos atendiendo a los parámetros de fracaso del injerto, funcionalidad de la plastia, estabilidad de la articulación y escalas subjetivas de valoración por parte del paciente.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica usando la base de datos MedLine hasta abril de 2021.

Además, la búsqueda electrónica se completó con la revisión manual en la revista de la SECOT de los artículos de revisión relevantes.

Para conseguir la gran mayoría de los estudios disponibles de actualidad se usaron los términos de búsqueda de palabras clave y términos MeSH: “anterior cruciate ligament”, “reconstruction”, “autograft”, “allograft”.

Se aplicaron los siguientes filtros: full text, últimos 5 años, humanos.

En la selección de los artículos de interés para nuestro trabajo establecimos:

-Criterios de inclusión.

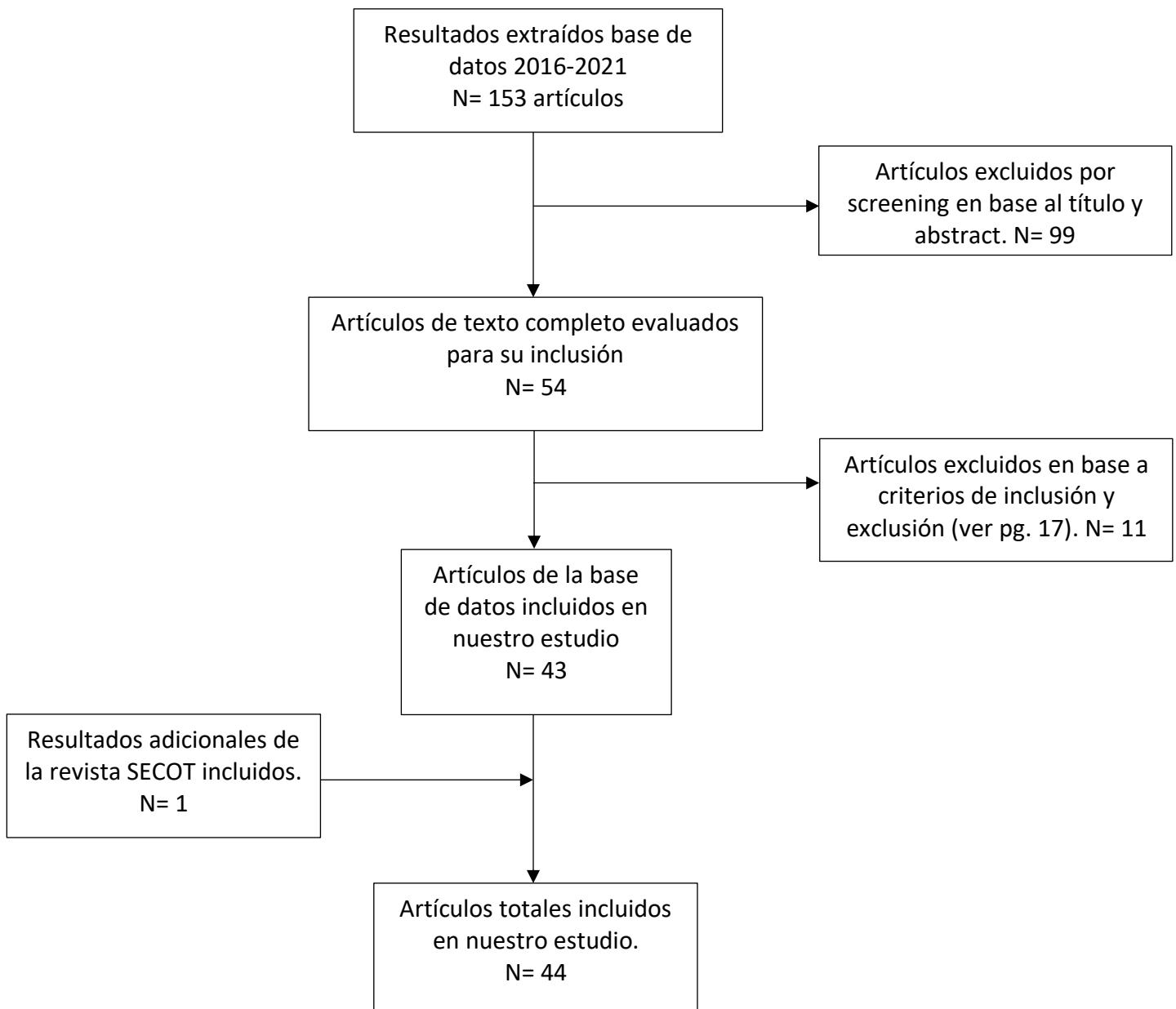
- Comparación de fracaso de las plastias.
- Comparación de la satisfacción subjetiva del paciente según las plastias.
- Comparación de la estabilidad del injerto según el uso de las plastias.
- Comparación de la funcionalidad de la rodilla según la plastia empleada.

-Criterios de exclusión.

- Estudios referidos a pacientes esqueléticamente inmaduros.
- Opiniones de expertos.
- Estudios de análisis de otras lesiones concomitantes.

RESULTADOS

Se encontraron un total de 153 estudios. Sobre los cuales se realizó un screening inicial de los resultados de búsqueda mediante títulos y abstract, seleccionándose 54 artículos. Se descartaron 9 de ellos por salirse del tema a estudiar respecto a los objetivos previamente fijados y por los criterios de exclusión y se encontró un artículo relevante en una búsqueda manual en la revista SECOT. Finalmente, se incluyen en este estudio 44 artículos de discusión.



El total de artículos se dividen según los siguientes apartados para su comparación y discusión: Escalas subjetivas, estabilidad postoperatoria de la articulación, resultados funcionales, retorno al deporte, fracaso de la plastia y costes.

Ver Anexo, *Tablas 1-7*.

DISCUSIÓN

Cuando nos planteamos la reconstrucción quirúrgica del LCA, existe controversia sobre distintas áreas del procedimiento. El momento de la reparación, la rehabilitación, el tipo de injerto utilizado y la técnica son algunos de los debates que se plantean.

Al seleccionar un injerto para nuestros pacientes, la decisión debe ser siempre individualizada. Se debe valorar la edad, el sexo, los objetivos para volver a hacer deporte y el temor o el riesgo de una futura artritis degenerativa. Cada uno de estos factores puede ayudar a orientar el asesoramiento a nuestros pacientes.

En líneas generales, los aloinjertos producen menos morbilidad ya que no existe el daño en la zona donante, disminuyen el tiempo quirúrgico, puede predecirse su tamaño y existe mayor disponibilidad (1,36). Como factores en contra cuentan con mayor riesgo de transmisión de enfermedades y propiedades mecánicas/viscoelásticas más pobres, con mayor riesgo de rechazo, retraso en la osteointegración y mayor coste (1,13,36,37). La no transmisión de enfermedades, una mayor estabilidad, mejor osteointegración y una ligamentación más precoz, juegan un papel a favor del uso de autoinjertos. Por el contrario, suponen una mayor agresión a la articulación, sobre todo en la zona donante, aumentando el tiempo quirúrgico (1,12,38).

- ESCALAS SUBJETIVAS DE SATISFACCIÓN

El grado de satisfacción de los pacientes tras la reconstrucción del ligamento lesionado, puede ser uno de los principales factores de decisión a la hora de recomendar un tipo u otro de injerto.

Respecto al análisis de la escala subjetiva IKDC, Belk et al. (39) realizaron un metaanálisis en 2019 en el que encontraron diferencias entre el autoinjerto de isquiotibiales y el injerto híbrido. La puntuación preoperatoria en el autoinjerto oscilaba entre los 46 y los 48.5 puntos, encontrándose una mejoría tras la intervención quirúrgica entorno a los 75.7-87.5 puntos. El injerto híbrido irradiado puntuó entre 45.4-48.9 puntos antes de la reconstrucción y postoperatoriamente 71.3-89.8. Sin embargo, sus resultados fueron no concluyentes. Lo mismo ocurrió con los estudios de Wang et al. (40), Kang et al. (41) y Zheng et al. (42). Este último comparó tanto los resultados entre el injerto híbrido, el autoinjerto y el aloinjerto, sin poder encontrar diferencias significativas en las puntuaciones.

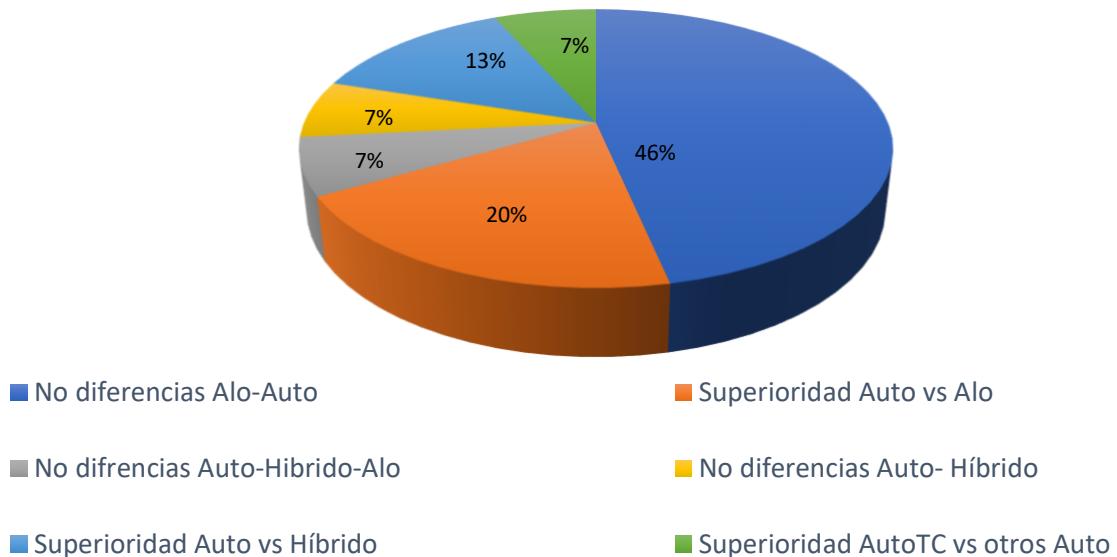
En contrapartida, un metaanálisis de 2018, hallaba una diferencia significativa que remarcaba peores resultados en el caso del injerto híbrido frente al autoinjerto (43).

Al comparar las puntuaciones entre los autoinjertos y los aloinjertos, Kan et al. (44), Biz et al. (45), Chen et al. (46), Keizer et al. (47) y Kwak et al. (48), no obtuvieron diferencias significativas. En un estudio de 2019, Yang et al. (49) concluyeron que la plastia autóloga con tendón del cuádriceps tenía resultados superiores con respecto al HTH autólogo y a

la plastia de isquiotibiales. Asimismo, otros estudios defienden la superioridad del autoinjerto versus el aloinjerto (50–53).

Los autoinjertos de HTH patellar y el de isquiotibiales fueron comparados por Salem et al. en cuanto a las puntuaciones obtenidas en la escala IKDC subjetiva, obteniendo resultados postoperatorios de 86.7 y 86.9 respectivamente, pero sin que estas puntuaciones fueran significativas (54).

Gráfico 1. Porcentaje de artículos que estudian la escala IKDC subjetiva



Las puntuaciones del test de Lysholm arrojaron resultados no concluyentes entre los autoinjertos de isquiotibiales y los injertos híbridos. Belk et al. (39) describieron puntuaciones de 63.2-64.9 preoperatorias y postoperatorias de 88.3-92 para los autoinjertos mientras que resultaron de 63.1-65.8 previo a la intervención y 80.2-90.6 postoperatorio en el caso de los híbridos. Resultados similares no concluyentes en el caso de las comparaciones entre autoinjertos e híbridos fueron encontrados en otros artículos (40,42). Sin embargo, Wang et al. (43) demostraron diferencias estadísticamente peores para los injertos híbridos con respecto a los autoinjertos. En la misma línea, un estudio de 2017, encontró diferencias significativas al comparar los autoinjertos y los injertos híbridos de tamaño superior a 8'5mm, en favor de los autoinjertos (52).

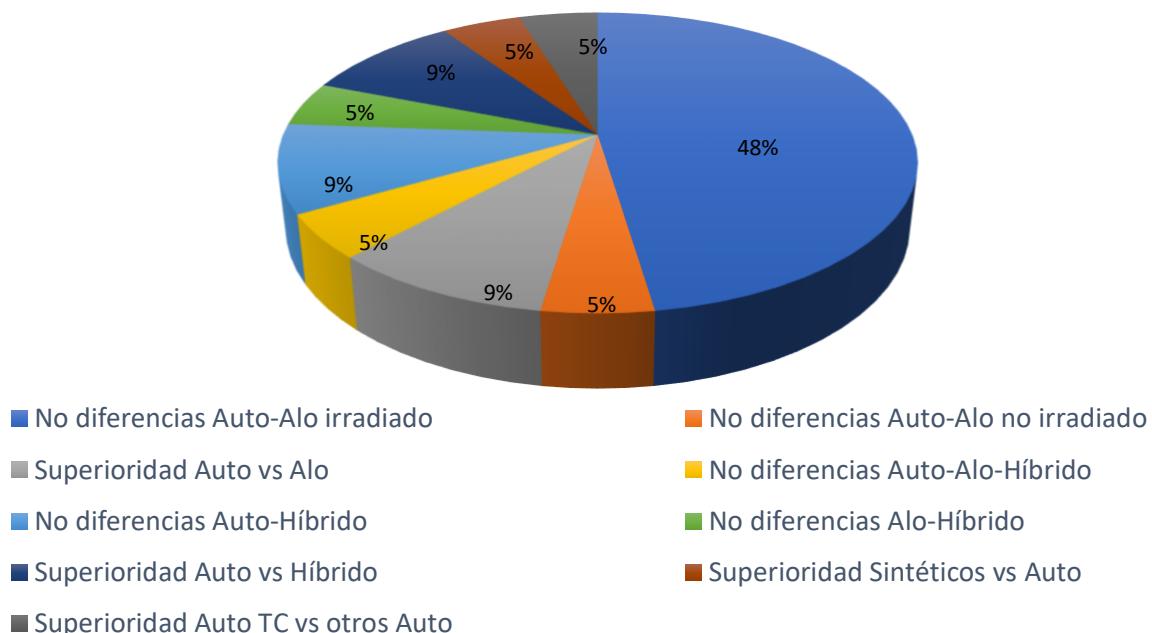
Al enfrentar autoinjertos y aloinjertos en esta escala subjetiva, no se encontraron diferencias significativas en la mayoría de los artículos (38,44–46,48,53,55,56). Solo destacaron diferencias significativas que remarcaban la superioridad del autoinjerto frente al aloinjerto irradiado en dos estudios (51,57). Sin embargo, Wang et al. en 2018, establecía que no existían diferencias si el aloinjerto no había sido irradiado (57).

Solo un estudio comparó dos tipos de autoinjertos, de tendón del cuádriceps versus tendones de isquiotibiales, encontrando mejores resultados en el primero (34). Kang et

al. (41) no obtuvo resultados concluyentes entre el autoinjerto de isquiotibiales con o sin aumento de su diámetro con otro tendón autólogo.

Yang et al. (49) determinó que los injertos sintéticos arrojaron un mejor resultado en esta prueba que los autoinjertos.

Gráfico 2. Porcentaje artículos que estudian la escala de Lysholm

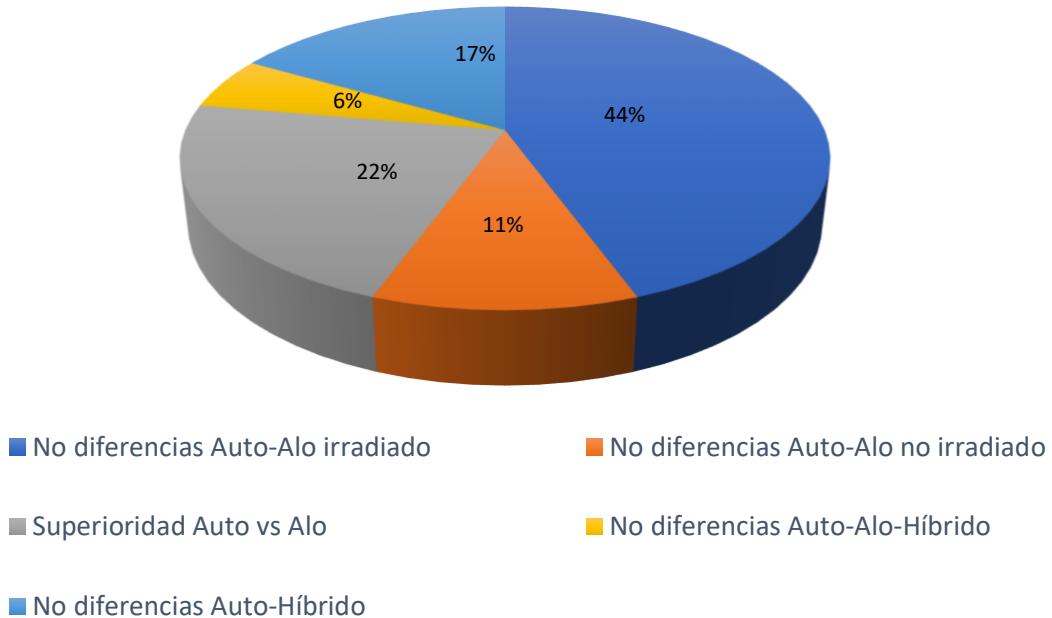


Por último, como escalas de valoración subjetiva del paciente, son varios los estudios que utilizaron la escala de Tegner para comparar las plastias.

Belk et al.(39) analizó las diferencias preoperatorias y postoperatorias de los autoinjertos de isquiotibiales frente a los injertos híbridos, concluyendo puntuaciones postoperatorias en ambos grupos similares (entorno a 5.1-7.5 puntos) con una clara mejoría respecto a las anteriores a la intervención, que mostraban resultados equiparables en las dos plastias (1.4-1.6 puntos), siendo no concluyentes las diferencias entre ambos. Varios estudios apoyan la misma conclusión (40-43)

En cuanto a los injertos autólogos y los aloinjertos, existen diversos resultados. Tanto Kan et al.(44) como Wang et al. (57) no encontraron diferencias significativas entre el autoinjerto y el aloinjerto no irradiado, mientras que concluían mejores puntuaciones en el test en el caso del autoinjerto frente al aloinjerto irradiado. Otros estudios tampoco encontraron resultados concluyentes entre el aloinjerto y el autoinjerto (38,45-48,53,56). Sin embargo, se demostraron puntuaciones significativamente superiores en el autoinjerto en otros estudios (50,51).

Gráfico 3. Porcentaje artículos que estudian la escala de Tegner



Tras una intervención quirúrgica, el paciente espera, además de resolver su problema funcional, que el dolor se vea reducido, regreso a su actividad laboral y deportiva, y un buen resultado estético. Es por ello que, aunque puedan parecer aspectos banales, resultan de gran importancia para el paciente y debemos tenerlos en cuenta.

El retorno a un trabajo de oficina, sin grandes requerimientos físicos, es más rápido en el aloinjerto (en torno a 7 semanas) que en el autoinjerto (unas 9 semanas) (58).

El dolor postoperatorio también fue más reducido en el caso de los aloinjertos frente a los autoinjertos (58). Los autoinjertos de tendón rotuliano y de tendón cuadripucital producen un aumento significativo del dolor anterior de rodilla frente al injerto de tendones de isquiotibiales (1,54).

Del mismo modo, a nivel estético, el grupo de aloinjertos se encontraba más satisfecho ya que la cicatriz era menor al haber solo una incisión (37).

- ESTABILIDAD POSTOPERATORIA DE LA RODILLA

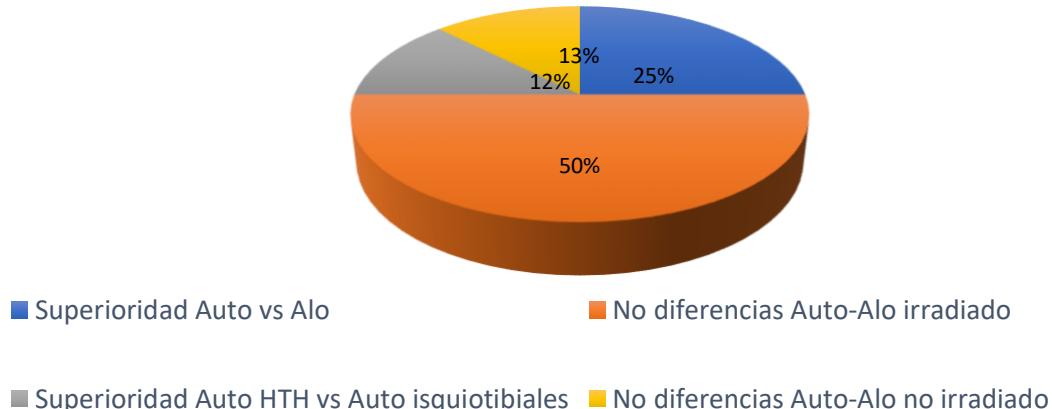
Como se ha descrito anteriormente, la principal función del ligamento cruzado anterior es participar en la estabilización de la articulación. Es por ello que, tras su reconstrucción, debe valorarse el grado de laxitud o estabilidad residual. Existen varios exámenes que podemos utilizar para determinarla.

Son varios los autores que optan por evaluarla mediante la maniobra de Pivot Shift. Los injertos autólogos demostraron un resultado significativamente mejor versus los aloinjertos irradiados en dos de los estudios encontrados (44,51) Sin embargo, Kan et al. (44) no pudo demostrar diferencias significativas entre los aloinjertos no irradiados y

los autoinjertos. Por el contrario, la mayoría de estudios que evaluaban las diferencias entre los autoinjertos y lo aloinjertos no pudieron demostrar diferencias significativas entre estos (45,48,50,59).

Solo encontramos un estudio que comparase los resultados obtenidos durante la maniobra entre dos tipos de injertos autólogos: el de isquiotibiales de 4 filamentos y el HTH rotuliano, obteniendo una desviación significativamente peor en el caso de tendón de isquiotibiales (49).

Gráfico 4. Porcentaje artículos que estudian la maniobra Pivot-Shift



La maniobra de Lachman fue estudiada como forma de medición de la estabilidad de la rodilla en 5 de los artículos seleccionados para nuestro trabajo. Cuatro de estos no hallaron diferencias significativas que les hicieran posicionarse a favor de una plastia autóloga o de un aloinjerto (45,48,50,59). Sólo Kan et al. (44) pudo demostrar una superioridad clínica en el caso de los autoinjertos frente a los aloinjertos irradiados, pero no al comprarlos estos primeros con aloinjertos no irradiados.

Gráfico 5. Porcentaje artículos que estudian la maniobra de Lachman



En el análisis de ambas maniobras, echamos en falta más estudios que contrasten injertos híbridos, así como diferencias entre las distintas plastias autólogas.

Por último, para medir la laxitud residual de la rodilla pueden emplearse test instrumentales, como puede ser la artrometría KT 1000 o 2000, que cuantifica la desviación de la tibia en milímetros. Es una prueba muy utilizada en los estudios al ser una medida objetiva.

Belk et al. (39) compararon las diferencias entre el preoperatorio y tras la reconstrucción del ligamento con injertos autólogos de tendones isquiotibiales e injertos híbridos. En el caso de los autoinjertos se arrojaron resultados preoperatorios que oscilaban desde los 8.1 mm hasta los 9.2 mm, resultando una mejoría significativa tras la cirugía obteniendo una medición de 1.6 a 2.7mm. La artrometría cuantificó la desviación preoperatoria de los injertos híbridos entorno a los 8.2-9.3mm, obteniéndose de igual forma una mejoría significativa postoperatoria de 1.8-3.5mm. Sin embargo, al comparar los resultados entre los dos tipos de plastias, no se obtuvieron resultados concluyentes. Wang et al. (40) y Sochacki et al. (60) tampoco encontraron diferencias significativas entre estos dos tipos de injertos. Dos estudios determinaron que tras una reconstrucción con injertos híbridos había más inestabilidad de rodilla (3.5 +/- 2mm) que en el caso de los autoinjertos (2.5 +/-1mm) (43,52). El aumento de laxitud del injerto híbrido podría deberse a una incompleta remodelación a causa de la irradiación.

Para una buena planificación preoperatoria, Wang et al. recomiendan que antes de entrar a quirófano, se solicite el consentimiento informado para, en caso de que el diámetro del autoinjerto sea pequeño, se puedan obtener tendones isquiotibiales contralateral o usar aloinjerto no irradiado (43).

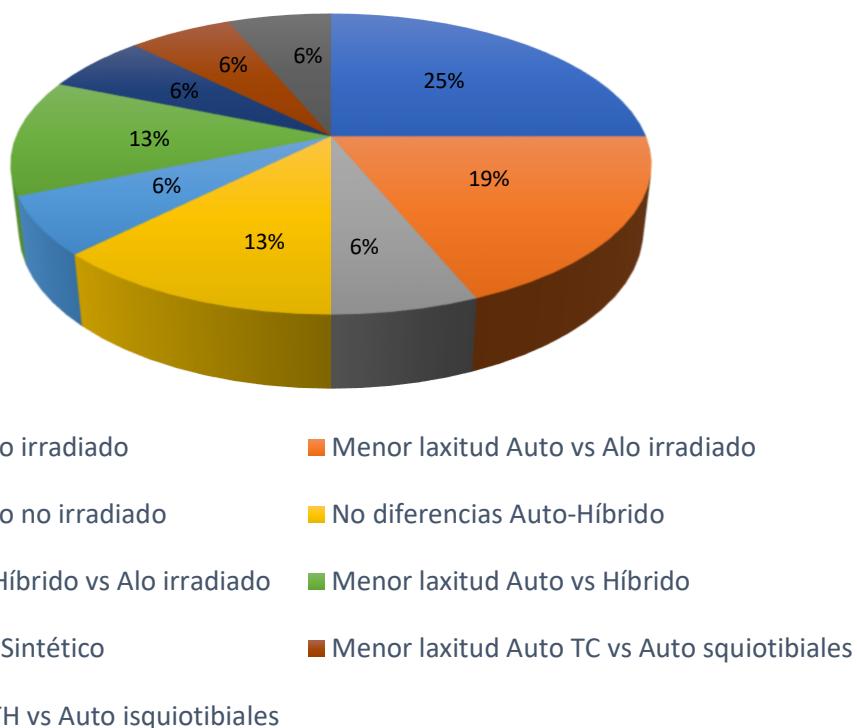
Al enfrentar las mediciones entre los autoinjertos, los aloinjertos y los injertos híbridos, Zheng et al. en 2019 (42) cuantificaron una desviación media de 2.5 +/-1.5mm en el caso de los aloinjertos, de 1.8 +/- 1.3mm en los híbridos y de 1.6 +/- 1.3mm en los autoinjertos, confirmándose de manera significativa que los aloinjertos revestían más laxitud que los otros dos grupos. Asimismo, otros autores confirman que de la reconstrucción con autoinjertos resulta una articulación con mayor grado de estabilidad (3.4 +/- 1.5mm) que la obtenida con injertos autólogos irradiados (2.2 +/- 0.7 mm) a partir del año de la cirugía (38,44,51,59). Zhang et al. demostró que existía un incremento gradual de la inestabilidad de la rodilla en el grupo del aloinjerto (38). Sin embargo, Kan et al. no encontró diferencias en los aloinjertos que no habían recibido irradiación respecto a los autoinjertos (44). Otros autores no pudieron demostrar diferencias significativas entre los aloinjertos y las plastias autólogas (45,48). Issin et al. comparó los resultados entre autoinjertos de isquiotibiales y aloinjertos de tibial anterior liofilizado, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos (56). Este estudio es relevante porque abre una puerta a la liofilización como forma de conservación ventajosa y comparable con otros tipos de plastia. Existen diversas formas de conservación y esterilización de los aloinjertos: congelación en fresco, criopreservación y liofilización. Los injertos liofilizados son menos inmonogénicos que los conservados en fresco o criopreservados, además la irradiación produce menos efectos sobre ellos al estar compuestos por una menor cantidad de

agua, conservando mejor la resistencia del injerto. Además, este tipo de injerto pueden ser conservados a temperatura ambiente, disminuyendo los costes respecto a la conservación en fresco y la criopreservación.

Yang et al. (49) estudió el aloinjerto de tendón rotuliano y el aloinjerto de isquiotibiales en seis filamentos, concluyendo que el primero presentaba un mayor grado de laxitud.

Otros dos estudios quisieron comparar los resultados entre plastias autólogas. Al enfrentar el injerto con tendones de isquiotibiales con aquel que empleaba tendón del cuádriceps, se demostró que el tendón cuadripucital obtenía menor translación tibial (34). Yang et al. (49) obtuvo mejores resultados en cuanto a una reducción de la laxitud del injerto en el caso del uso de HTH rotuliano autólogo frente a la plastia de tendones isquiotibiales en cuatro filamentos. Este mismo autor, pudo concluir tras su estudio que los injertos sintéticos configuraban una articulación más inestable en contrapartida a los injertos autólogos.

Gráfico 6. Porcentaje artículos que estudian la laxitud de la rodilla



○ FUNCIONALIDAD

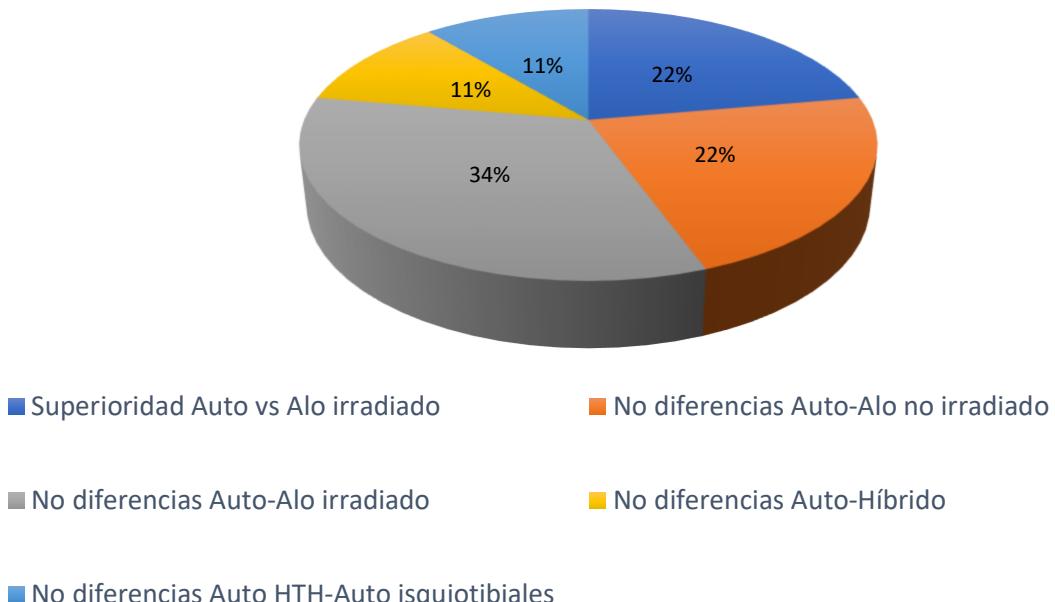
Una de las herramientas existentes para evaluar la función global de la rodilla es el cuestionario IKDC. Kurpa et al. (59) obtuvieron puntuaciones no significativas entre el aloinjerto irradiado de $94.79 +/- 6.54$ y de $94.81 +/- 5.63$ puntos en pacientes intervenidos con plastia autóloga. Lo mismo concluyeron otros dos estudios (50,51). Por el contrario, Kan et al. (44) y Wang et al. (57) sí que pudieron demostrar

Autoinjerto versus Aloinjerto versus Injerto Híbrido en plastia de ligamento cruzado anterior

significativamente la inferioridad del aloinjerto irradiado frente a los autoinjertos, pero no encontraron diferencias concluyentes entre los aloinjertos no irradiados.

Un único estudio detalló la escala de funcionalidad entre el autoinjerto de tendones isquiotibiales y el injerto híbrido, sin poder hallar diferencias estadísticamente significativas entre ambos (60).

Gráfico 7. Porcentaje artículos que estudian la escala IKDC



Cuatro estudios trataron de buscar diferencias para el aloinjerto y el autoinjerto en el rango de movimiento (ROM) tras la cirugía de reconstrucción del LCA. Ninguno de ellos pudo establecer diferencias significativas, ya que el ROM tanto en flexión como en extensión fue casi completo en ambos grupos (38,45,50,59). Kurpa et al. demostraron que el rango de movimiento de extensión aumentaba significativamente tanto en el aloinjerto como en el autoinjerto a medida que transcurría el tiempo postoperatorio(59). Pipa et al. en una revisión concluye que los injertos autólogos presentan una pérdida de extensión de rodilla superior con respecto a los aloinjertos (1). Como dato importante de indicación de buena evolución, Zhang et al. dictamina que se debería recuperar el ROM en los seis meses postoperatorios (38).

Gráfico 8. Porcentaje artículos que estudian el ROM



Guney et al. (61) compararon a pacientes sanos con pacientes intervenidos de reconstrucción de LCA con aloinjertos y autoinjertos de tendón cuadricipital y tendones isquiotibiales, observando resultados funcionales similares entre ambos. Sin embargo, observaron déficits de propriocepción y el deterioro de la función extensora de la rodilla en el grupo intervenido. Además, una proporción significativamente mayor de sujetos con injertos de tendón cuadricipital no identificó la posición de 15º de flexión de la rodilla.

La recuperación de la fuerza del muslo tarda en recuperarse al nivel previo a la lesión hasta dos años tanto si se han usado aloinjertos como si se han empleado autoinjertos (38). Existen resultados dispares en cuanto a la recuperación de la fuerza extensora del cuádriceps tras la reconstrucción con tendón cuadricipital versus tendones de isquiotibiales autólogos. Sin embargo, la fuerza flexora queda disminuida tras dos años de seguimiento en la plastia de isquiotibiales (34).

○ RETORNO AL DEPORTE

Uno de los objetivos que se persiguen con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior es la vuelta a la actividad física lo más temprana posible y al nivel que se practicaba antes de la lesión.

En la recuperación de la reconstrucción del ligamento influyen diversos factores: técnica quirúrgica, elección del injerto, proceso rehabilitador, elección del momento adecuado para la reincorporación a la actividad física, así como el estado psicológico del paciente, los condicionantes sociales que lo rodean, la edad y el sexo (62).

Existe unanimidad en considerar como superior el injerto autólogo, pero, dentro de estos, no existen diferencias significativas entre el injerto con HTH y el de tendón de isquiotibiales (62).

En cuanto a los tiempos de retorno al deporte, los aloinjertos presentan una recuperación más temprana (en 3 +/- 2.5 meses) que los autoinjertos (4.3 +/- 3.5 meses) (45). Smith et al. observó que los pacientes intervenidos con una plastia de HTH tardaban de 1.5 a 2.5 meses más en completar la rehabilitación postoperatoria que aquellos que habían sido reconstruidos con injertos autólogos de isquiotibiales o los de aloinjertos. Además, este mismo autor, comprobó que el injerto HTH tardó 4 meses más en reincorporarse a la actividad física (63). Por otro lado, dos estudios no encontraron diferencias significativas en el retorno al deporte entre el aloinjerto y el autoinjerto, estableciéndose una media entorno a las 20 semanas para ambos grupos (58,64).

No obstante, parece existir consenso en que no se recomienda la reincorporación al deporte antes de los 6 meses tras la cirugía por el riesgo de rotura del injerto y que este riesgo va disminuyendo a medida que nos acercamos a los 9 meses postoperatorios (62).

No solo es importante el tiempo que se necesita hasta retomar la actividad deportiva, sino que también debemos de determinar qué porcentaje de pacientes son capaces de

volver a practicar deporte. Se ha descrito que el 81% de los atletas vuelven a realizar algún tipo de actividad deportiva tras ser operados. De esos, un 65% vuelve al nivel deportivo previo a la operación (62). Un estudio concluyó que el 67.5 % de pacientes con injerto autólogo HTH de tendón rotuliano y un 66.7% de pacientes reconstruidos con plastia de isquiotibiales retronó al deporte (54). No tenemos datos de porcentajes de pacientes con aloinjerto.

Los pacientes jóvenes tienen un factor favorable a la hora de volver al nivel previo de su lesión. Del mismo modo, los hombres consiguen volver a practicar deporte mejor que las mujeres (62).

Tras una cirugía de revisión de LCA, la tasa de retorno al tipo de deporte previo es inferior y el tipo de plastia utilizada puede ser un factor decisivo. Por ello, un estudio de 2018 decidió hacer una comparación de los pacientes que retomaban el mismo tipo de deporte que practicaban antes de la lesión según la plastia utilizada, autoinjerto o aloinjerto (47). En el seguimiento a un año, el 51.1% de los pacientes del grupo de aloinjerto y el 62.8% del de autoinjerto habían vuelto a practicar el tipo de deporte previo, sin que esta diferencia fuera significativa. A los dos años de seguimiento, sí que encontraron un aumento significativo en los pacientes del grupo de autoinjertos que habían retomado su actividad (75%) frente a los del grupo de aloinjertos (43.3%). En cuanto al nivel de actividad física no encontraron diferencias significativas durante todo el periodo de seguimiento.

Entre las causas de no retomar el tipo de deporte parece jugar un papel importante el miedo a realizar algunos de los movimientos con la articulación lesionada. Keizer et al. (47) en un seguimiento de 1 año tras una cirugía de revisión, objetivaron una diferencia significativa en la tasa de vuelta a la actividad deportiva entre los pacientes que presentaban preocupación (49%) y los que no (82%). Con ello podemos plantearnos si sería beneficioso acompañar la rehabilitación con un programa psicológico para mejorar la tasa de retorno al deporte.

Otros factores que pueden intervenir en un resultado final más pobre son la cirugía posterior a los 3 meses, fumar, un IMC>30 o un rango de movilidad reducido previo a la cirugía (62).

- FRACASO CLINICO DE LA PLASTIA

Los fracasos de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) pueden deberse a una mala posición del injerto, una fijación inadecuada del injerto, un fallo en la incorporación del injerto, lesiones ligamentosas asociadas no reconocidas/no tratadas, una mala alineación ósea, una deficiencia meniscal y a infecciones asociadas.

Sin hacer diferencias sobre el tipo de injerto, sabemos que la tasa de supervivencia del injerto de LCA es del 91% a los 25 años de intervención y que la tasa de fracaso disminuye significativamente tras 21 años de seguimiento (65).

Es importante conocer las características de osteointegración de cada tipo de injerto para orientar el comportamiento que pueden tener en el organismo y predecir su posible fracaso. En una segunda vista artroscópica podemos valorar el estado en el que se encuentra la plastia.

La ligamentación o maduración es mayor en los autoinjertos en comparación con los aloinjertos y los híbridos (1,36,42,66). La justificación de que el injerto híbrido no obtuviera resultados superiores puede ser debido al aumento de inflamación y reacción inmunológica que genera la parte alogénica irradiada. La tensión del injerto resulta superior en las plastias autólogas y en las híbridas frente a los aloinjertos (1,42,67). El hecho de que la fuerza tensora del injerto sea similar en el autoinjerto de tendones isquiotibiales y del injerto híbrido, a pesar de que este último tenía un diámetro superior, podría deberse también al papel que tiene la irradiación del injerto sobre sus propiedades viscoelásticas.

Respecto al efecto de la irradiación, Condello et al. aseguran que una dosis de 2 Mrad es segura para mantener la resistencia mecánica del aloinjerto (64).

Chen et al. (46) utilizaron la relación señal/ruido de la RNM para representar la biomecánica y la madurez del injerto. Partían de la base de que el aumento de la intensidad de la señal por un ángulo de flexión del injerto pronunciado podría estar en relación con la madurez de este, ya que el ángulo de flexión influye en la tensión del injerto y por lo tanto en su cicatrización. En toda su cohorte, el ángulo de flexión tuvo una asociación positiva significativa con la señal/ruido del injerto en el túnel femoral. En el aloinjerto a los 6 meses de la intervención quirúrgica y en el autoinjerto a los 12 meses. Se concluyó que el efecto biomecánico del ángulo de flexión del injerto en la curación del mismo puede ser diferente para ambos grupos después de una cirugía de reconstrucción.

El fracaso clínico ha sido descrito en multitud de artículos para comparar los tipos de plastia empleados y así poder formar una idea sólida sobre las indicaciones de cada una de ellas.

Si cotejamos las diferencias encontradas entre los injertos híbridos y los autoinjertos, existen multitud de conclusiones observadas. Belk et al. (39) en 2019 describen amplias tasas de fracaso en injertos híbridos que van desde 0-30%, Sochacki et al. (60) también en 2019 las puntuó entre un 2.4-14.3%, Wang et al. (40) en 2020 da una tasa de fracaso del injerto híbrido de un 8% y anteriormente, este mismo autor, en 2018 (43) describía un fracaso del 14.3% en este grupo. Al analizar los resultados arrojados en los autoinjertos, los mismos autores manifiestan tasas del 0-28.3% (39) , 3.2-8.4% (60) , 7.5% (40) y del 3.4% (43), respectivamente según se han citado en el injerto híbrido. Todos ellos llegan a la conclusión de que son diferencias no significativas, siendo valores muy similares en ambos grupos. Abouljoud et al. (68) no encontraban diferencias significativas en los casos en los que fracasaba la plastia entre autoinjertos e injertos híbridos, aunque varios de los artículos que estudiaban apuntaban a un aumento de la ruptura del injerto en los híbridos. Este hecho podía justificarse por el componente de aloinjerto que forma el injerto híbrido, ya que muchos de ellos son procesados

químicamente e irradiados, empeorando sus cualidades biomecánicas (43). Para tratar de despejar estas dudas, Kan et al. (41) diseñaron un estudio para analizar las tasas de fracaso de los autoinjertos de tendones isquiotibiales con un diámetro de corte de 8 mm o 7 mm, y comparar los resultados clínicos entre los TH pequeños aumentados con un aloinjerto y los TH relativamente grandes no aumentados en la reconstrucción del LCA de un solo haz. No hallaron diferencias significativas entre el autoinjerto de isquiotibiales de diámetro superior o igual a 8mm y el mismo tipo de injerto, pero de un tamaño igual o inferior a 8mm. Tampoco hallaron significancia entre diámetros mayores de 7mm versus menores o iguales a 7mm. En cambio, aumentaba por dos el riesgo de fracaso en injertos de menos de 7mm en comparación a aquellos con diámetro mayor o igual a 7mm. Por otra parte, aunque el injerto de tendones isquiotibiales aumentados con aloinjerto aumentaba el riesgo de fracaso respecto al injerto no aumentado, las diferencias no fueron significativas.

Al enfrentar los aloinjertos con los autoinjertos, tres estudios afirmaron que el empleo de autoinjertos disminuía significativamente el fracaso del injerto respecto a la plastia alogénica (37,44,53). En pacientes jóvenes (menores de 25 años) muy activos destacaba aun más este resultado (36). Por lo tanto, se puede afirmar que existe más riesgo de cirugía de revisión cuanto más joven es el paciente, probablemente porque realiza una actividad física más intensa y precoz (39,65,69). Frente a estas conclusiones, Mistry et al. encontraron una tasa de fracaso superior en el grupo del autoinjerto (4.1%) con respecto a la reconstrucción con aloinjerto (3.57%). Solo hubo un artículo que no contemplaba diferencias significativas entre los dos grupos (45).

El ensanchamiento del túnel tibial en el seguimiento de la reconstrucción de LCA es un factor determinante en el fracaso de la plastia. Zhang et al. (38) encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de pacientes que lo habían sufrido entre el grupo de aloinjertos (29.7 +/- 5.3%) y el de autoinjerto (26.7 +/- 4%). Existen dos factores que afectan a este hecho. En primer lugar, se debe a que el aloinjerto genera una respuesta inmune, inflamación crónica, liberación de citoquinas y finalmente resorción ósea. En segundo lugar, la cobertura sinovial sella la entrada intraarticular del túnel y disminuye el flujo de retorno de líquido sinovial, inhibiendo de esta forma el ensanchamiento del túnel tibial, y como ya hemos mencionado anteriormente, la ligamentación es menor en el aloinjerto.

La hipermovilidad hiperlaxitud se ha implicado como un factor que contribuye a las lesiones del injerto del LCA. Injertos de tendones rotulianos autólogos con hiperlaxitud de la articulación tuvieron un aumento significativo de lesiones del injerto (21%) frente a las no hipermóviles (0%). En el caso de aloinjertos aquellas rodillas hipermóviles también notificaron una diferencia significativa (30%) frente a las que no presentaban este factor de riesgo (4.8%) (70).

El factor de crecimiento IGF1 está involucrado en las fases de cicatrización, sobretodo en la fase inflamatoria y en la proliferativa. Es por tanto un factor muy importante en la integración del injerto al túnel óseo y en la fijación del mismo. Niveles bajos implican una probabilidad de fracaso de la plastia mayor. Hernández et al. (71) midieron los niveles de este factor en el primer día postoperatorio, a los 30 días y a los 90 días. En el

aloinjerto se evidenciaba un incremento de este a los 90 días, no encontrando diferencias significativas entre el primer día postoperatorio y el primer mes postoperatorio. En el caso de los pacientes con autoinjerto, el aumento de los niveles de IGF1 era patente ya a los 30 días de la intervención. Se establecía una diferencia significativa entre ambos grupos entre los 30 y los 90 días. De esta forma se confirma que el autoinjerto tiene una integración y fijación mayores y más precoces, disminuyendo el riesgo de fracaso de la plastia.

Lee et al. definieron una inclinación tibial postoperatoria mayor o igual a 12º como un factor significativo para la ruptura de la plastia (72).

La ruptura del injerto HTH rotuliano autólogo fue valorada frente a la presentada en la plastia autóloga de tendones isquiotibiales (54). En el grupo de edades que comprendían desde los 15 a los 21 años, la ruptura del injerto HTH fue menor que la de los isquiotibiales, con proporciones del 6.9% y 13.6% respectivamente. En el grupo de edades entre los 21 y los 25 años no se encontraron diferencias significativas. Sin embargo, una revisión realizada por Calvo et al. (73) afirmaba que la superioridad del injerto patelar se mantenía independientemente de la edad y el género de los pacientes.

El riesgo de recurrir a una cirugía de revisión es de 5.4% en aloinjertos y de 3.8% en injertos híbridos, siendo esta diferencia estadísticamente significativa (69). En otro estudio no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, entre el autoinjerto (2.8-10.3%) y el injerto híbrido (2.4-48.3%) (60). Por otro lado, se encontró que el aloinjerto de HTH presentó un riesgo de recurrir a cirugía de revisión 4.54 veces superior al autoinjerto (74).

La justificación a este aumento en el riesgo de cirugía de revisión en el caso del aloinjerto podría basarse en que este presenta peor revascularización y maduración, favoreciendo a que la integración del injerto sea menor (67,69). Además, podía surgirnos la duda de que la irradiación pueda jugar un papel decisivo en el caso de los aloinjertos, pero dos estudios descartan esta conclusión (69,74).

Al valorar los resultados obtenidos una vez realizada la cirugía de revisión, tanto el aloinjerto como el autoinjerto arrojan tasas de fracaso similares (75,76).

Svantesson et al. compararon las lesiones concomitantes asociadas a la cirugía de reconstrucción primaria frente a la cirugía de revisión (77). Las lesiones del cartílago aumentaron significativamente en la revisión del LCA, ya que el 23.0% tenía una lesión del cartílago en la revisión del LCA que no estaba presente en la reconstrucción primaria.

En 2020, se realizó un estudio para conocer la incidencia de pacientes que requerirían de una operación de rodilla ipsilateral tras una reconstrucción de LCA (78). Un 20.4% tuvieron que pasar por quirófano 6 años después de la reconstrucción. El 11.9% lo hizo en relación a una lesión meniscal, el 7.5% requiriendo una cirugía de revisión, el 7.8% por pérdida de la movilidad de esa articulación y el 6.7% por pérdida del cartílago articular. Se analizaron los factores de riesgo que llevaron a la necesidad de cirugía. La necesidad de reintervención de la rodilla ipsilateral no demostró diferencias

significativas entre una reconstrucción primaria con aloinjerto o con autoinjerto (35,78). Sin embargo, la reconstrucción del LCA con aloinjerto de tejido blando fue causa determinante para la intervención por pérdida de movilidad (78).

Las infecciones son una de las complicaciones más temidas de la reconstrucción del LCA. Un metaanálisis de 2017 (79) no encontró diferencias significativas entre los aloinjertos y los autoinjertos. Sin embargo, al estudiar los distintos tipos de plastias autólogas demostró que la plastia de HTH rotuliano presentaba un 77% menos de infecciones que el autoinjerto de isquiotibiales. No queda claro el por qué de este hecho. Una teoría que proponían era que la disección más profunda de los tendones de los isquiotibiales favorecía la formación de hematomas en la proximidad del túnel tibial además de que tenía un tiempo de extracción superior, aumentando así la probabilidad de contaminación bacteriana.

Tras la cirugía de revisión, Condello et al. no encontraron diferencias significativas en cuanto a la tasa de infecciones (64).

En cuanto a la transmisión de enfermedades que se presupone por el empleo de aloinjertos, el uso de irradiación ha disminuido su tasa, hasta el punto de que varios artículos no han encontrado diferencias significativas con respecto al autoinjerto (37,64).

Los pacientes sometidos a reconstrucción con aloinjerto presentaban menos complicaciones locales (hipoestesia, hematomas...) que el grupo de autoinjertos (50,58). Xu et al. no encontraron cambios osteortrósicos significativos al comparar autoinjertos e injertos híbridos (52).

○ COSTES

En el momento de elegir un tipo de injerto u otro en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior son muchas las variables a tener en cuenta como hemos ido desarrollando. En un escenario como es el que actualmente tenemos, en el que no hay una clara superioridad de un tipo de plastia u otro, el coste de cada una de ellas puede ser un factor a tener en cuenta. La decisión ultima siempre ha de ser individualizada y buscando el mayor beneficio para el paciente, no solo la diferencia monetaria.

Los costes pueden valorarse según el valor monetario de la plastia, los costes hospitalarios (duración de la intervención, días de ingreso hospitalario...), el tiempo que se tarda en volver al trabajo, etc.

Mistry et al. analizaron todos estos cargos (76). El coste promedio de la plastia autóloga fue de \$4072, inferior al que supone el aloinjerto: \$5195. La intervención quirúrgica en el caso del autoinjerto duraba una media de 12 minutos más debido a la extracción del propio injerto. Sin embargo, los costes totales de la cirugía suponían \$1000 más en los aloinjertos. Si valoramos los cargos totales hospitalarios, estos eran superiores en el grupo de autoinjertos debido al mayor tiempo quirúrgico y sumado a una mayor estancia hospitalaria que los aloinjertos. Finalmente, con todos los datos concluían que

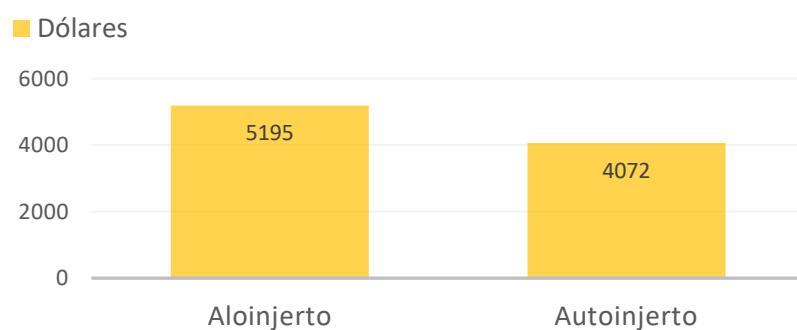
el aloinjerto resultaba menos coste-efectivo que el autoinjerto, al tener una efectividad similar pero un menor coste total. Entre los tipos de autoinjerto, el de tendones de isquiotibiales resultaba tener menor coste que el de HTH rotuliano.

Al contrario de lo que cabría esperar, Kim et al. notificaron un tiempo quirúrgico significativamente mayor en los aloinjertos (54.5 +/- 8.2 min) respecto a los autoinjertos (42.3 +/- 5.5 min) (67).

Kurpa et al. encontraron que el aloinjerto suponía un aumento del 32% del coste en comparación con los autoinjertos, achacándolo al mayor valor de la plastia (58). Biz et al. apoyaban la misma conclusión (45).

Las plastias sintéticas son con diferencia las que mayor coste llevan con respecto a los otros tipos de injertos (1).

Gráfico 9. Coste de las plastias



○ PRINCIPALES INDICACIONES SEGÚN ESTUDIOS RELEVANTES

Las principales indicaciones para el empleo de aloinjerto:

- Cirugía de revisión en la que el uso adicional de autoinjerto podría dar lugar a un aumento de comorbilidades del sitio donante (1,64).
- Lesiones complejas con necesidad de reconstrucción de otras estructuras funcionales de la rodilla (1,64).
- Cuando aparezcan signos clínicos y radiológicos de degeneración del injerto autólogo (64).
- Valorar en pacientes mayores de 40 años con baja demanda funcional (1).
- Los aloinjertos no irradiados pueden usarse con total seguridad con bioequivalencia al autoinjerto (49).

Autoinjertos: suelen emplearse como primera opción en la reconstrucción del LCA, sobretodo en pacientes con gran demanda funcional.

- El tendón del cuádriceps está incrementándose su uso más recientemente. Pipa et al. recomiendan su utilización en pacientes susceptibles de lesión de isquiotibiales y en pacientes con fisias abiertas (1). Por otra parte, Yang et al. defienden que se trata de una de las mejores opciones de la actualidad y que debería usarse como primera opción antes de las plastias de tendón rotuliano con pastilla ósea y de tendones de isquiotibiales (49).

- Tendón rotuliano (1): pacientes profesionales que requieren un retorno al deporte precoz, así como pacientes hiperlaxos o susceptibles de lesión de isquiotibiales.
- Tendones de isquiotibiales (1): pacientes que requieran arrodillarse, aquellos con fisis abiertas y los susceptibles de lesión del tendón rotuliano.

Los ligamentos sintéticos no se recomiendan para la reconstrucción primaria, pero pueden ser una alternativa útil en cirugía de revisión si no existe otra opción viable (49).

CONCLUSIONES DE NUESTRO ESTUDIO

1. Segundo las escalas subjetivas de satisfacción y de estabilidad, se observa que hay cierta superioridad con mayores puntuaciones para los autoinjertos e injertos híbridos que para los aloinjertos (sobretodo aquellos que son irradiados) o injertos sintéticos.
2. Con respecto a las escalas de funcionalidad, no se observan diferencias entre ambos grupos de plastia autoinjerto versus aloinjerto.
3. En cuanto a la vuelta al deporte, no se observó diferencias entre ambos grupos, pero sí a los dos años de seguimiento siendo más satisfactorio para el grupo de los autoinjertos.
4. Se ha observado que en pacientes menores de 25 años muy activos la tasa de fracaso de la plastia es menor para los autoinjertos que para los aloinjertos, siendo una de las causas del fracaso del injerto el ensanchamiento del túnel tibial con una menor integración del injerto y una peor vascularización del mismo.
5. No se observó una necesidad de reintervención de la rodilla ipsilateral por otras patologías ni mayor tasa de infección con el uso de aloinjertos y autoinjertos, sin embargo, sí se observó una reintervención mayor en aloinjertos de tejidos blandos por pérdida de movilidad.
6. La transmisión de enfermedades sigue siendo mayor con el empleo de aloinjertos, aunque ha disminuido con el uso de la irradiación.
7. En cirugía de revisión y en lesiones complejas con necesidad de reconstrucción de otras estructuras y en pacientes mayores de 40 años con baja demanda funcional el aloinjerto podría ser una gran alternativa.
8. Los autoinjertos, por lo tanto, siguen siendo la primera opción en pacientes con alta demanda funcional.
9. Los injertos sintéticos no se recomiendan para la reconstrucción primaria, aunque puede ser una alternativa útil en cirugía de revisión si no existe otra opción viable.
10. Por lo tanto, la rotura del ligamento cruzado anterior supone un acontecimiento perjudicial para todos los pacientes. El tratamiento más empleado en la actualidad es el quirúrgico y busca garantizar el retorno a la actividad previa a la lesión, así como prevenir complicaciones futuras. Las indicaciones de la plastia a utilizar siguen siendo un tema de controversia a día de hoy, ya que cada uno tiene sus ventajas e inconvenientes. Es por ello que su elección debe ser individualizada y ha de basarse en la experiencia del cirujano, la disponibilidad del injerto, las características del paciente, de su historia médica y de sus

expectativas. Un resultado satisfactorio vendrá determinado por el seguimiento de los principios básicos de la biomecánica y la anatomía del LCA a la hora de llevar a cabo la técnica quirúrgica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pipa Muñiz I, Rodríguez García N, Toyos Munárriz C, Rodríguez López L, Maestro Fernández A. Revisión del estado actual de las plastias empleadas en la reconstrucción ligamentosa en cirugía de rodilla. Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;27(3).
2. Peifort-López X, Gil-González S, Berjaoui-Najib H, Barrera-Sancho A, Erquicia J, Perelli S. Cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior. ¿Uno o dos tiempos? Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;27(3).
3. Arzac Ulla IR, Burgos ET, Reymundez E, Regazzoni P, Ridao G. Estudio histopatológico en rotura aguda de ligamento cruzado anterior de rodilla. [Histopathological study in acute rupture of the anterior cruciate ligament of the knee.]. Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología. 2018 Feb 15;83(1):20.
4. Márquez J, Márquez W. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. Iatreia. 2009 Sep;22(3):256–71.
5. Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior Cruciate Ligament Injuries. Clinical Journal of Sport Medicine. 2012 Jul;22(4).
6. Sánchez-Alepuz E, Miranda I, Miranda FJ. Functional evaluation of patients with anterior cruciate ligament injury. A transversal analytical study. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. 2020 Mar 1;64(2):99–107.
7. Romanini E, D'Angelo F, de Masi S, Adriani E, Magaletti M, Lacorte E, et al. Graft selection in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Orthop Traumatol. 2010;11:211–9.
8. Sastre Solsona S. ¿Qué está de moda ahora en el ligamento cruzado anterior? Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;189–90.
9. Fernández P, Delgado A, Díaz A. Anatomofisiología de la rodilla. Fracturas del extremo distal del fémur. Fracturas de rótula. Madrid: Editorial Panamericana; 2015. 581–590.
10. Sarasa Roca M, Palanca Mart D. ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT SURGERY. SYSTEMATIC REVIEW. Trabajo fin de grado. 2017.
11. Cooper A, Khouri M. Ligamento Cruzado Anterior. Artroscopia. 1996;3(7).
12. Domingo Pérez J, García Álvarez F. Opciones Terapéuticas ante la Rotura del Ligamento Cruzado Anterior de la Rodilla. Autoinjerto vs Aloinjerto. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Zaragoza; 2017 Jul.
13. Vadillo P, Zamora E, Moreno A. LESIONES LIGAMENTOSAS (1): LIGAMENTOS CRUZADOS ANTERIOR Y POSTERIOR. In: Manual del Residente de COT de la SECOT [Internet]. 2014. p. 404–7.
14. Cruz Cámara A, Villalba Aramburu A, García Barcenilla R, Cerezal Pesquera L. Lesiones parciales del ligamento cruzado anterior. Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;27(3).

15. Maestro A, Álvarez A, del Valle M, Rodríguez L, Meana A, García P, et al. Reconstrucción anatómica bifascicular del ligamento cruzado anterior. Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia. 2009 Jan;53(1):13–9.
16. Acuña Morales P. Tratamiento quirúrgico versus tratamiento conservador en la lesión del ligamento cruzado anterior de rodilla: revisión bibliográfica. Trabajo fin de Grado. 2015.
17. Codesido P, Leyes M, Forriol F. Relación entre el mecanismo de producción y las lesiones concomitantes en las roturas del ligamento cruzado anterior. Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia. 2009 Jul;53(4):231–6.
18. Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. EFORT Open Reviews. 2016 Nov;1(11).
19. Ariel de Lima D, Helito CP, Lima FRA de, Leite JAD. Surgical indications for anterior cruciate ligament reconstruction combined with extra-articular lateral tenodesis or anterolateral ligament reconstruction. Revista Brasileira de Ortopedia (English Edition) [Internet]. 2018 Nov;53(6):661–7.
20. Duart-Clemente J, Arbeloa Gutierrez L, de Pablos Fernandez J. Lesiones del ligamento cruzado anterior en pacientes esqueléticamente inmaduros. Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;27(3).
21. Weir J, Abrahams PH, Spratt JD, Salkowski LR. Atlas de anatomía humana por técnicas de imagen. 2011. 226.
22. Pescador Hernández D, de Cabo Rodríguez A, Borrego Ratero D. Lesión del nervio ciático poplíteo externo, asociado a lesiones del ligamento cruzado anterior y del ángulo posterolateral de la rodilla. Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología [Internet]. 2011 Nov;55(6):457–9.
23. Delgado Martínez A.D. Capítulo 61. Lesiones de los ligamentos y meniscos de la rodilla. In: Cirugía Ortopédica y Traumatología. 4th ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2019. p. 690–701.
24. Campuzano Marín MA, Gómez-Castresana Bachiller F. Insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Valor diagnóstico de la exploración clínica y RM. Revista Espanola de Cirugia Ortopedica y Traumatologia. 2010 Nov;54(6):363–71.
25. Makino A, Garcés E, Costa Paz M, Ponte LA. Evaluación artrométrica de rodilla con KT 1000 en pacientes con ruptura del L.C.A sin y con anestesia. Artroscopia. 1998;5(1):40–3.
26. Tiamklang T, Sumanont S, Foocharoen T, Laopaiboon M. Double-bundle versus single-bundle reconstruction for anterior cruciate ligament rupture in adults. Cochrane Database of Systematic Reviews. 2012 Nov 14;
27. Ayala-Mejías J, García-Estrada G, Alcocer Pérez-España L. Lesiones del ligamento cruzado anterior [Internet]. Vol. 28, Acta Ortopédica Mexicana. 2014.
28. Naarendorp J-H, Zlotnicki JP, Chao T, Nagai K, Musahl V. Kinematic outcomes following ACL reconstruction. Current Reviews in Musculoskeletal Medicine. 2016 Dec 13;9(4).
29. Sharp JW, Kani KK, Gee A, Mulcahy H, Chew FS, Porrino J. Anterior cruciate ligament fixation devices: Expected imaging appearance and common complications. European Journal of Radiology. 2018 Feb;99.
30. Browning WM, Kluczynski MA, Curatolo C, Marzo JM. Suspensory Versus Aperture Fixation of a Quadrupled Hamstring Tendon Autograft in Anterior

- Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis. American Journal of Sports Medicine. 2017 Aug 1;45(10):2418–27.
31. Berumen-Nafarrate E, Carmona-González J, Tonche-Ramos JJ, Carmona-Máynez O, Aguirre-Madrid A, Moreno-Brito V, et al. Estudio comparativo de reconstrucción de ligamento cruzado anterior entre las técnicas de Un Haz y U-Dos. Acta Ortopédica Mexicana. 2019;33(6):370–5.
32. Mediavilla I, Aramberri M, Margalef E. Doble fascículo en el ligamento cruzado anterior. ¿Sigue indicado? Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular. 2020 Sep;27(3).
33. Esaú D, Reyes E. Sustitutos de tendones y ligamentos. Orthotips. 2014;10(4):227–34.
34. Sheean AJ, Musahl V, Slone HS, Xerogeanes JW, Milinkovic D, Fink C, et al. Quadriceps tendon autograft for arthroscopic knee ligament reconstruction: Use it now, use it often. British Journal of Sports Medicine. 2018;52(11):698–701.
35. Mitchell JJ, Cinque ME, Dornan GJ, Matheny LM, Dean CS, Kruckeberg B, et al. Primary Versus Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Patient Demographics, Radiographic Findings, and Associated Lesions. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery [Internet]. 2018 Mar;34(3):695–703.
36. Hulet C, Sonnery-Cottet B, Stevenson C, Samuelsson K, Laver L, Zdanowicz U, et al. The use of allograft tendons in primary ACL reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2019;27(6):1754–70.
37. Tisherman R, Wilson K, Horvath A, Byrne K, de Groot J, Musahl V. Allograft for knee ligament surgery: an American perspective. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2019;1882–90.
38. 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. 2017;32(12):1064–74.
39. Belk JW, Kraeutler MJ, Houck DA, Smith JR, McCarty EC. Comparing Hamstring Autograft With Hybrid Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery [Internet]. 2020;36(4):1189–201.
40. Wang H de, Gao SJ, Zhang YZ. Hamstring Autograft Versus Hybrid Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. American Journal of Sports Medicine. 2020;48(4):1014–22.
41. Kang H, Dong C, Wang F. Small hamstring autograft is defined by a cut-off diameter of 7 mm and not recommended with allograft augmentation in single-bundle ACL reconstruction. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2019;27(11):3650–9.
42. Zheng X, Hu Y, Xie P, Li T, Feng YE, Gu J, et al. Clinical outcomes and second-look arthroscopic findings of anterior cruciate ligament reconstruction with autograft, hybrid graft, and allograft. Journal of Orthopaedic Surgery and Research. 2019;14(1):1–8.
43. Wang H de, Gao SJ, Zhang YZ. Comparison of Clinical Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Hybrid Graft Versus a Hamstring Autograft. Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery [Internet]. 2018;34(5):1508–16.

44. Kan S-L, Yuan Z-F, Ning G-Z, Yang B, Li H-L, Sun J-C, et al. Autograft versus allograft in anterior cruciate ligament reconstruction. *Medicine*. 2016 Sep;95(38).
45. 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 Biomedica*. 2019;90(4):109–17.
46. Chen L, Wu Y, Lin G, Wei P, Ye Z, Wang Y, et al. Graft bending angle affects allograft tendon maturity early after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018;26(10):3048–54.
47. Keizer MNJ, Hoogeslag RAG, van Raay JJAM, Otten E, Brouwer RW. Superior return to sports rate after patellar tendon autograft over patellar tendon allograft in revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018;26(2):574–81.
48. Kwak YH, Lee S, Lee MC, Han HS. Anterior cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone allograft: Matched case control study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2018;19(1):1–7.
49. Yang X gang, Wang F, He X, Feng J tao, Hu Y cheng, Zhang H, et al. Network meta-analysis of knee outcomes following anterior cruciate ligament reconstruction with various types of tendon grafts. *International Orthopaedics*. 2020;44(2):365–80.
50. Wang H de, Zhang H, Wang TR, Zhang WF, Wang FS, 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;56(June):174–83.
51. Wang H-D, Zhu Y-B, Wang T-R, Zhang W-F, Zhang Y-Z. Irradiated allograft versus autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: A meta-analysis and systematic review of prospective studies. *International Journal of Surgery*. 2018 Jan;49.
52. Xu H, Dong J, Xin D, Zhang J, Kang K, Gao S. Second-look arthroscopic evaluation and clinical outcomes of anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with autograft and hybrid graft: A retrospective study. *Medical Science Monitor*. 2017;23:5564–73.
53. Goetz G, de Villiers C, Sadoghi P, Geiger-Gritsch S. Allograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction (ACLR): A Systematic Review and Meta-Analysis of Long-Term Comparative Effectiveness and Safety. Results of a Health Technology Assessment. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation [Internet]*. 2020 Dec;2(6):e873–91.
54. Salem HS, Varzhapetyan V, Patel N, Dodson CC, Tjoumakaris FP, Freedman KB. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Young Female Athletes: Patellar Versus Hamstring Tendon Autografts. *American Journal of Sports Medicine*. 2019;47(9):2086–92.
55. Hernández-Téllez IE, Godínez-Victoria MC, Floriano-Sánchez E, Sáenz-Guerra J. Niveles de IGF-1 en la plastia de ligamento cruzado anterior de rodilla empleando aloinjerto vs autoinjerto en pacientes del Hospital Central Militar [Internet]. 2019.
56. İssin 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*. 2019;53(1):45–9.

57. Wang SY, Zhang C, Cai YZ, Lin XJ. Autograft or Allograft? Irradiated or Not? A Contrast Between Autograft and Allograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2018;34(12):3258–65.
58. Krupa S, Reichert P. Factors influencing the choice of graft type in ACL reconstruction: Allograft vs autograft. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2020;29(10).
59. Krupa S, Reichert P. Clinical and functional evaluation of primary anterior crucial ligament reconstruction by using allograft. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*. 2020;29(9):1029–37.
60. Sochacki KR, McCulloch PC, Lintner DM, Harris JD. Hamstring Autograft Versus Hybrid Graft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Comparative Studies. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2019;35(6):1905–13.
61. Guney-Deniz H, Harput G, Kaya D, Nyland J, Doral MN. Quadriceps tendon autograft ACL reconstructed subjects overshoot target knee extension angle during active proprioception testing. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2020;28(2):645–52.
62. Guerrero Molina JA, Espregueira Mendes J. Retorno al deporte tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular* [Internet]. 2020 Sep;27(3).
63. Smith AH, Capin JJ, Zarzycki R, Snyder-Mackler L. Athletes With Bone-Patellar Tendon- Ligament Reconstruction Were Slower Bone Autograft for Anterior Cruciate With Hamstring Tendon Autograft or Soft Return-to-Sport Criteria Than Athletes to Meet Rehabilitation Milestones and Tissue Allograft: Secondary A. *Teaching Statistics*. 1993;15(1):30–1.
64. Condello V, Zdanowicz U, di Matteo B, Spalding T, Gelber PE, Adravanti P, et al. Allograft tendons are a safe and effective option for revision ACL reconstruction: a clinical review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2019;27(6):1771–81.
65. Sanders TL, Pareek A, Hewett TE, Levy BA, Dahm DL, Stuart MJ, et al. Long-term rate of graft failure after ACL reconstruction: a geographic population cohort analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2017;25(1):222–8.
66. Kim YK, Ahn JH, Yoo JD. A comparative study of clinical outcomes and second-look arthroscopic findings between remnant-preserving tibialis tendon allograft and hamstring tendon autograft in anterior cruciate ligament reconstruction: Matched-pair design. *CiOS Clinics in Orthopedic Surgery*. 2017;9(4):424–31.
67. Kim SG, Kim SH, Kim JG, Jang KM, Lim HC, Bae JH. Hamstring autograft maturation is superior to tibialis allograft following anatomic single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2018;26(4):1281–7.
68. Abouljoud MM, Everhart JS, Sigman BO, Flanigan DC, Magnussen RA. Risk of Retear Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using a Hybrid Graft of Autograft Augmented With Allograft Tissue: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery* [Internet]. 2018;34(10):2927–35.

69. Mirzayan R, Prentice HA, Essilfie A, Burfeind WE, Ding DY, Maletis GB. Revision Risk of Soft Tissue Allograft Versus Hybrid Graft After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*. 2020;48(4):799–805.
70. Larson CM, Bedi A, Dietrich ME, Swaringen JC, Wulf CA, Rowley DM, et al. Generalized Hypermobility, Knee Hyperextension, and Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Prospective, Case-Control Study With Mean 6 Years Follow-up. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery [Internet]*. 2017;33(10):1852–8.
71. Hernández-Téllez IE, Godínez-Victoria MC, Floriano-Sánchez E, Sáenz-Guerra J. IGF-1 levels in anterior cruciate ligament reconstruction using allograft vs autograft in patients at Central Military Hospital [Internet]. 2019. Available from: www.medigraphic.com/actaortopedica
72. Lee CC, Youm YS, Cho S do, Jung SH, Bae MH, Park SJ, et al. Does Posterior Tibial Slope Affect Graft Rupture Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery [Internet]*. 2018 Jul;34(7):2152–5.
73. Calvo R. R, Anastasiadis L. Z, Calvo Mena R, Figueroa P. D. Elección de injerto en reconstrucción de ligamento cruzado anterior. ¿Existe un injerto ideal? *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular [Internet]*. 2017 May;24(Supl).
74. Maletis GB, Chen J, Inacio MCS, Love RM, Funahashi TT. Increased Risk of Revision after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Bone-Patellar Tendon-Bone Allografts Compared with Autografts. *American Journal of Sports Medicine*. 2017;45(6):1333–40.
75. Mohan R, Webster KE, Johnson NR, Stuart MJ, Hewett TE, Krych AJ. Clinical Outcomes in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis. *Arthroscopy - Journal of Arthroscopic and Related Surgery [Internet]*. 2018;34(1):289–300.
76. Mistry H, Metcalfe A, Colquitt J, Loveman E, Smith NA, Royle P, et al. Autograft or allograft for reconstruction of anterior cruciate ligament: a health economics perspective. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2019 Jun 14;27(6).
77. Svantesson E, Hamrin Senorski E, Kristiansson F, Alentorn-Geli E, Westin O, Samuelsson K. Comparison of concomitant injuries and patient-reported outcome in patients that have undergone both primary and revision ACL reconstruction - A national registry study. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. 2020;15(1):1–15.
78. Sullivan JP, Huston LJ, Zajicek A, Reinke EK, Andrich JT, Brophy RH, et al. Incidence and Predictors of Subsequent Surgery After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A 6-Year Follow-up Study. *American Journal of Sports Medicine*. 2020;48(10):2418–28.
79. Bansal A, Lamplot JD, VandenBerg J, Brophy RH. Meta-analysis of the Risk of Infections After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction by Graft Type. *American Journal of Sports Medicine*. 2018;46(6):1500–8.

ANEXOS

TABLA 1. RESULTADOS. Artículos obtenidos para la discusión del trabajo.

AUTORES	AÑO	Nº PACIENTES (N)	TIPO DE PLASTIA	OBJETIVO
Belk et al.	2019	471 Inj. Híbrido 829 Autoinjerto	Híbrido vs Autoinjerto	Comparar resultados demográficos y clínicos
Mirzayan et al.	2020	1601 Aloinjerto 479 Inj. Híbrido	Aloinjerto vs Híbrido	Evaluar el riesgo de cirugía de revisión aséptica tras RLCA en pacientes de 25 años o menos
Kan et al.	2016	1636	Autoinjerto vs Aloinjerto irradiado y no irradiado	Comparar los resultados clínicos obtenidos entre las plastias
Smith et al.	2020	18 Aloinjerto 24 Auto. HTH 37 Auto. Isquiotibiales	Aloinjerto vs Autoinjerto HTH vs Autoinjerto Isquiotibiales	Evaluar el tiempo necesario para alcanzar el retorno al deporte
Wang et al.	2018	465 Autoinjerto 461 Aloinjerto no irradiado 141 Autoinjerto 138 Aloinjerto irradiado	Autoinjerto vs aloinjerto no irradiado Autoinjerto vs aloinjerto irradiado	Comparar los resultados clínicos y los efectos adversos derivados de la RLCA
Abouljoud et al.	2018	-	Autoinjerto isquiotibiales vs Híbrido	Comparar el riesgo de fracaso de la plastia
Wang et al.	2017	18835	Autoinjerto vs aloinjerto irradiado	Comparar los resultados clínicos (funcionalidad, estabilidad, complicaciones y fracaso)
Biz et al.	2019	21 Autoinjerto 22 Aloinjerto	Autoinjerto vs Aloinjerto	Comparar los resultados clínicos a medio plazo
Wang et al.	2018	396 Auto. Isquiotibiales 389 Aloinjerto	Autoinjerto isquiotibiales vs aloinjerto	Comparar los resultados clínicos
Mistry et al.	2019	-	Autoinjerto vs Aloinjerto	Resultados clínicos y costo-efectivos
Mohan et al.	2017	3021	Aloinjerto vs Autoinjerto	Cirugía de reconstrucción primaria vs cirugía de revisión
Sochacki et al.	2019	544	Autoinjerto isquiotibiales vs Híbrido	Comparar los resultados subjetivos, la estabilidad de la rodilla, el fracaso de la plastia y la cirugía de revisión

Zheng et al.	2019	28 Auto. Isquiotibiales 32 Inj. Híbrido 37 Alo. Tibial anterior	Autoinjerto isquiotibiales vs Híbrido vs Aloinjerto TA	Comparar los resultados clínicos y los hallazgos de una segunda revisión artroscópica
Salem et al.	2019	81 Auto. Isquiotibiales 175 Auto. HTH	Autoinjerto isquiotibiales vs autoinjerto HTH	Comparar resultados clínicos en mujeres jóvenes sometidas a RLCA
Sullivan et al.	2020	3276	Autoinjerto vs aloinjerto	Incidencia y tipos de cirugías posteriores tras 6 años de una reconstrucción de LCA
Hernández et al.	2019	40	Aloinjerto vs autoinjerto	Niveles IGF 1 postoperatorios
Wang et al.	2020	389 Auto. isquiotibiales 341 Inj. Híbrido	Autoinjerto isquiotibiales vs híbrido	Comparar los resultados clínicos obtenidos
Issin et al.	2019	27 Auto. Isquiotibiales 36 Alo. Tibial anterior liofilizado	Autoinjerto isquiotibiales vs aloinjerto TA liofilizado	Comparar resultados clínicos
Krupa et al.	2020	55 Aloinjerto 26 Auto. Isquiotibiales 18 Inj. sintético	Aloinjerto vs autoinjerto isquiotibiales vs sintético	Evaluar el resultado de la RLCA con aloinjerto
Kim et al.	2018	26 Auto. Isquiotibiales 30 Alo. Tibial anterior	Autoinjerto isquiotibiales vs aloinjerto TA	Comparar la maduración del injerto en una segunda revisión artroscópica
Krupa et al.	2020	62	Aloinjerto vs autoinjerto	Analizar el tiempo y coste de la cirugía, dolor y complicaciones postoperatorias, tiempo de retorno al trabajo y deporte y resultados estéticos
Kang et al.	2019	2243	Autoinjerto isquiotibiales vs híbrido	Analizar la tasa de fracaso de la plastia en base a su diámetro

Chen et al.	2018	28 Autoinjerto 20 Aloinjerto	Autoinjerto vs aloinjerto	Aclarar la asociación del ángulo de flexión del injerto y la madurez de este utilizando la RNM de alta resolución
Hulet et al.	2019	-	Aloinjerto vs autoinjerto	Revisión actual de las pruebas clínicas disponibles para la toma de decisiones del uso de aloinjerto
Anchal et al.	2017	10023 Autoinjerto 6057 Aloinjerto	Autoinjerto isquiotibiales vs autoinjerto HTH vs aloinjerto	Comparar la incidencia de infecciones postquirúrgicas
Keizer et al.	2018	36 Aloinjerto rotuliano 46 Autoinjerto rotuliano	Aloinjerto rotuliano vs autoinjerto rotuliano	Tasa de retorno al tipo y nivel de deporte tras cirugía de revisión
Zhang et al.	2017	38 Autoinjerto 32 Aloinjerto	Autoinjerto vs aloinjerto	Analizar el ensanchamiento del túnel tibial y la inestabilidad de rodilla tras RLCA
Wang et al.	2018	28 Inj. híbrido 29 Auto. isquiotibiales	Híbrido vs autoinjerto isquiotibiales	Comparar resultados clínicos después de 3 años de seguimiento
Tisherman et al.	2019	-	Aloinjerto vs autoinjerto	Analizar el procesamiento de los aloinjertos y sus consecuencias mecánicas y biológicas
Guney et al.	2019	67 injertos 20 sanos	Autoinjerto tendón cuádriceps vs autoinjerto isquiotibiales vs aloinjerto TA vs sanos	Comparar la sensación de posición activa de la rodilla, la fuerza muscular y las funciones de la rodilla
Condello et al.	2018	-	Aloinjerto vs autoinjerto	Analizar los resultados en cuanto a seguridad y efectividad
Yang et al.	2019	2962	Autoinjerto (HYH, isquiotibiales, cuádriceps) vs aloinjerto (HTH, isquiotibiales...) vs sintético	Comparar los resultados de diferentes injertos a corto plazo en la rodilla
Sheean et al.	2018	-	Autoinjerto tendón cuádriceps vs otros autoinjertos	Comparar resultados clínicos
Kwak et al.	2018	45	Autoinjerto tendón cuádriceps con pastilla ósea vs aloinjerto tendón cuádriceps con pastilla ósea	Comparar resultados clínicos obtenidos

Larson et al.	2017	183	Autoinjerto isquiotibiales vs autoinjerto tendón rotuliano vs aloinjerto	Determinar si la hipermovilidad generalizada y la hiperextensión de la rodilla contralateral afectan a las tasas de fracaso y resultados clínicos tras RLCA
Maletis et al.	2017	1029 Aloinjerto 4557 Autoinjerto	Aloinjerto HTH vs autoinjerto HTH	Comparar el riesgo de revisión aséptica
Xu et al.	2017	31 Autoinjerto 37 Inj. híbrido	Autoinjerto vs híbrido	Evaluación de segunda revisión artroscópica y resultados clínicos tras RLCA
Kim et al.	2017	25 Aloinjerto tibial anterior 25 Autoinjerto isquiotibiales	Aloinjerto TA vs autoinjerto isquiotibiales	Comparar la estabilidad, resultados funcionales y hallazgos en segunda artroscopia tras RLCA
Calvo et al.	2017	-	Autoinjerto rotuliano vs autoinjerto isquiotibiales vs autoinjerto cuadripucital vs aloinjerto vs sintético	Ventajas, desventajas y resultados clínicos de cada plastia
Pipa et al.	2020	-	Autoinjerto rotuliano vs autoinjerto isquiotibiales vs autoinjerto cuadripucital vs aloinjerto vs sintético	Revisión del estado actual de las distintas alternativas para la RLCA
Goetz et al.	2018	34 Autoinjerto 42 Inj. híbrido	Autoinjerto vs híbrido	Comparar las plastias en términos de seguridad y efectividad
Senders et al.	2017	1355	-	Definir la tasa de fracaso del injerto a largo plazo tras la RLCA y evaluar los factores asociados al fracaso de la plastia
Svantesson et al.	2020	1014	-	Evaluar los resultados obtenidos en la cirugía de reconstrucción primaria y la cirugía de revisión
Lee et al.	2018	64	-	Evaluar la asociación entre la inclinación de la tibia posterior y la ruptura del injerto de LCA

Tabla 2. Resultados estudios escalas de valoración subjetiva

ESCALA SUBJETIVA IKDC		ESCALA LYSHOLM		ESCALA TEGNER	
AUTOR	AÑO	AUTOR	AÑO	AUTOR	AÑO
Belk et al.	2019	Belk et al.	2019	Belk et al.	2019
Kan et al.	2016	Kan et al.	2016	Kan et al.	2016
Wang et al.	2017	Wang et al.	2018	Wang et al.	2018
Biz et al.	2019	Wang et al.	2017	Wang et al.	2017
Wang et al.	2018	Biz et al.	2019	Wang et al.	2019
Zheng et al.	2019	Wang et al.	2018	Wang et al.	2018
Wang et al.	2020	Zheng et al.	2019	Zheng et al.	2019
Kang et al.	2019	Hernández et al.	2019	Wang et al.	2020
Chen et al.	2018	Wang et al.	2020	Wang et al.	2019
Keizer et al.	2018	Issin et al.	2019	Issin et al.	2019
Wang et al.	2018	Kang et al.	2019	Kang et al.	2019
Yang et al.	2019	Chen et al.	2018	Chen et al.	2018
Kwak et al.	2018	Wang et al.	2018	Keizer et al.	2018
Xu et al.	2017	Zhang et al.	2017	Wang et al.	2018
Goetz et al.	2020	Yang et al.	2019	Zhang et al.	2017
Salem et al.	2019	Sheean et al.	2018	Kwak et al.	2018
		Kwak et al.	2018	Goetz et al.	2020
		Xu et al.	2017		
		Goetz et al.	2020		

Tabla 3. Resultados estudios estabilidad de la rodilla

PIVOT-SHIFT		LACHMAN		TEST INSTRUMENTALIZADOS	
AUTOR	AÑO	AUTOR	AÑO	AUTOR	AÑO
Kan et al.	2016	Kan et al.	2016	Wang et al.	2017
Wang et al.	2017	Biz et al.	2019	Sochacki et al.	2019
Biz et al.	2019	Wang et al.	2018	Zheng et al.	2019
Wang et al.	2018	Krupa et al.	2020	Wang et al.	2020
Krupa et al.	2020	Kwak et al.	2018	Issin et al.	2019
Yang et al	2019			Wang et al.	2018
Kwak et al	2018			Krupa et al.	2020
				Xu et al.	2017
				Zhang et al.	2017
				Yang et al.	2019
				Sheean et al.	2018
				Kwak et al.	2018
				Belk et al.	2019
				Kan et al.	2016
				Biz et al.	2019

Tabla 4. Resultados estudios funcionalidad de la rodilla

OVERALL IKDC		ROM	
AUTOR	AÑO	AUTOR	AÑO
Kan et al.	2016	Biz et al.	2019
Wang et al.	2018	Wang et al.	2018
Wang et al.	2017	Krupa et al.	2020
Wang et al.	2018	Zhang et al.	2017
Sochacki et al.	2019		
Salom et al.	2019		
Krupa et al.	2020		

Tabla 5. Resultados estudios retorno al deporte

RETORNO AL DEPORTE	
AUTOR	AÑO
Smith et al.	2020
Biz et al.	2019
Salem et al.	2019
Krupa et al.	2020
Guerrero et al.	2020

Tabla 6. Resultados estudios fracaso de la plastia

FRACASO DE LA PLASTIA	
AUTOR	AÑO
Kan et al.	2016
Abouljoud et al.	2018
Biz et al.	2019
Mistry et al.	2019
Belk et al.	2019
Sochacki et al.	2019
Salom et al.	2019
Wang et al.	2020
Kang et al.	2019
Hulet et al.	2019
Wang et al.	2018
Tisherman et al.	2019
Goetz et al.	2020
Wang et al.	2018
Wang et al.	2017
Krupa et al.	2020
Wang et al.	2018
Kwak et al.	2018

Tabla 7. Resultados estudios costes de la plastia

COSTES	
AUTOR	AÑO
Mistry et al.	2019
Krupa et al.	2020
Kim et al.	2018
Pipa et al.	2020