

---

# ACTUALIZACIÓN EN EL TRATAMIENTO DE LAS LESIONES DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

---

TRABAJO FIN DE GRADO

UPDATE ON THE TREATMENT OF INJURIES OF THE ANTERIOR CRUCIATED LIGAMENT



**Universidad Zaragoza**

AUTOR: RAUL BOSQUE JIMÉNEZ  
DIRECTORA: DRA. NIEVES BLANCO RUBIO

Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza  
Departamento de Cirugía (Traumatología y ortopedia)  
Curso académico: 2023-2024

## Tabla de contenido

<b>RESUMEN:</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract:</b> .....	<b>3</b>
<b>Introducción:</b> .....	<b>4</b>
<b>Anatomía del Ligamento Cruzado Anterior:</b> .....	<b>4</b>
<b>Función Biomecánica del Ligamento Cruzado Anterior:</b> .....	<b>5</b>
<b>Importancia Clínica de la Rotura del Ligamento Cruzado Anterior y mecanismo lesional:</b> ...	<b>6</b>
<b>Clasificación de la lesión según la intensidad de la inestabilidad:</b> .....	<b>6</b>
<b>Diagnóstico:</b> .....	<b>6</b>
Prueba de resalte lateral o Pivot Shift .....	7
La prueba del signo de la palanca.....	7
La prueba de Lachman.....	8
Prueba del cajón anterior .....	8
Radiografía Convencional en el Diagnóstico de Lesiones de Rodilla: .....	8
Resonancia Magnética en el Diagnóstico de Lesiones del Ligamento Cruzado Anterior (LCA): .....	9
<b>Tratamiento conservador:</b> .....	<b>9</b>
<b>Tratamiento quirúrgico:</b> .....	<b>10</b>
Indicaciones:.....	10
Contraindicaciones: .....	10
Complicaciones:.....	10
<b>Escalas de evaluación:</b> .....	<b>12</b>
<b>Justificación del tema:</b> .....	<b>13</b>
<b>Objetivo:</b> .....	<b>13</b>
<b>Material y métodos:</b> .....	<b>13</b>
<b>Resultados:</b> .....	<b>14</b>
<b>Discusión:</b> .....	<b>15</b>
<b>Opciones de injertos en la cirugía reparadora del ligamento cruzado anterior:</b> .....	<b>15</b>
<b>Tipo de fijación en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior:</b> .....	<b>20</b>
<b>Técnicas de tunelización:</b> .....	<b>21</b>
<b>Asociación de plastias laterales y extra-articulares:</b> .....	<b>22</b>
<b>Indicación de la osteotomía en la cirugía de ligamento cruzado anterior:</b> .....	<b>24</b>
<b>Técnicas de bioaumento en el tratamiento quirúrgico de las lesiones de ligamento cruzado anterior:</b> .....	<b>25</b>
<b>Tiempo de demora en la cirugía del ligamento cruzado anterior:</b> .....	<b>27</b>
<b>Cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior en uno o dos tiempos:</b> .....	<b>28</b>



**Vuelta al deporte:** ..... 29

**Analgesia postoperatoria:** ..... 30

**Conclusiones:** ..... 31

**Bibliografía:** ..... 32

**RESUMEN:**

La rotura del ligamento cruzado anterior está experimentando un auge debido a la práctica deportiva. Son múltiples los mecanismos lesionales como las opciones de tratamiento disponibles, desde la abstención quirúrgica a la sustitución de este mediante diferentes técnicas y el uso de injertos. La comprensión en evolución de la anatomía y biomecánica del ligamento cruzado anterior, junto con avances en técnicas quirúrgicas y rehabilitación, ha llevado a una mejora en el manejo de estas lesiones. A su vez, el tratamiento de estas ha experimentado avances significativos en los últimos años, siendo imprescindible el progreso en la comprensión de su biomecánica y mejoras en las técnicas quirúrgicas y su posterior rehabilitación. Para ello hemos realizado una revisión de la literatura disponible, la cual comprende algunos de los puntos más importantes a tener en cuenta a la hora de reparar el ligamento cruzado anterior.

**ABSTRACT:**

The rupture of the anterior cruciate ligament is experiencing a rise due to sports practice. There are multiple injury mechanisms and treatment options available, from surgical abstention to replacement using different techniques and the use of grafts. The evolving understanding of the anatomy and biomechanics of the anterior cruciate ligament, along with advances in surgical techniques and rehabilitation, has led to improvement in the management of these injuries. In turn, their treatment has experienced significant advances in recent years, with progress in understanding their biomechanics and improvements in surgical techniques and subsequent rehabilitation being essential. To do this, we have carried out a review of the available literature, which includes the most important points to take into account when repairing the anterior cruciate ligament.

## INTRODUCCIÓN:

La integridad funcional de la rodilla es esencial para la realización de actividades cotidianas y deportivas. Dentro del complejo entramado anatómico de esta articulación, el ligamento cruzado anterior (LCA) juega un papel crucial al proporcionar estabilidad y control en los movimientos de la rodilla. La ruptura del ligamento cruzado anterior es una lesión común, especialmente entre aquellos individuos involucrados en actividades deportivas que implican giros, cambios de dirección y movimientos bruscos. Esta lesión no solo afecta a la funcionalidad de la rodilla, sino que también puede tener consecuencias a largo plazo si no se aborda de manera adecuada. (1,2)

En este contexto, se analizarán las características anatómicas y funcionales del ligamento cruzado anterior, la relevancia clínica de su lesión y se examinarán críticamente las distintas modalidades quirúrgicas, con el objetivo de proporcionar una comprensión integral que informe y guíe las decisiones clínicas en este ámbito.

## ANATOMÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

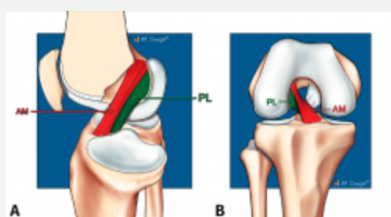
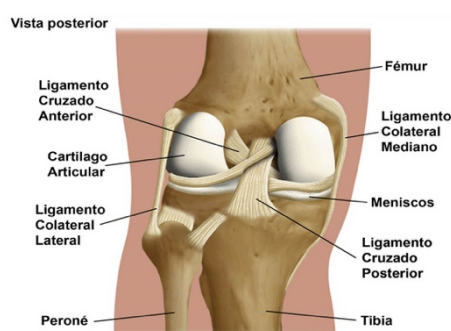
La óptima reparación quirúrgica del ligamento cruzado anterior será aquella que se asemeje más a la anatomía original, es por ello por lo que a continuación vamos a realizar un breve recuerdo anatómico de este ligamento.(2)

El ligamento cruzado anterior es una estructura fibrosa que conecta la tibia con el fémur, formando una "X" junto con el ligamento cruzado posterior dentro de la articulación de la rodilla. Situado en la parte central de la articulación, el ligamento cruzado anterior desempeña un papel crucial en la estabilización y guía de los movimientos de flexión y extensión de la rodilla. Su ubicación intracapsular lo coloca en una posición estratégica para resistir fuerzas externas y proporcionar control en los movimientos rotacionales. La estructura de este ligamento está compuesta principalmente por fibras de colágeno dispuestas en forma de haces, lo que le confiere resistencia y elasticidad. Esta compleja red de fibras colágenas se entrelaza con las estructuras circundantes, como los meniscos y otros ligamentos, para formar un sistema integral que asegura la estabilidad articular. (2,3)

Su longitud varía entre 18-41mm, y tiene una anchura media de entre 7 y 12mm.

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 (60º-90º), mientras que el posterior lo hace en extensión (0º-5º).

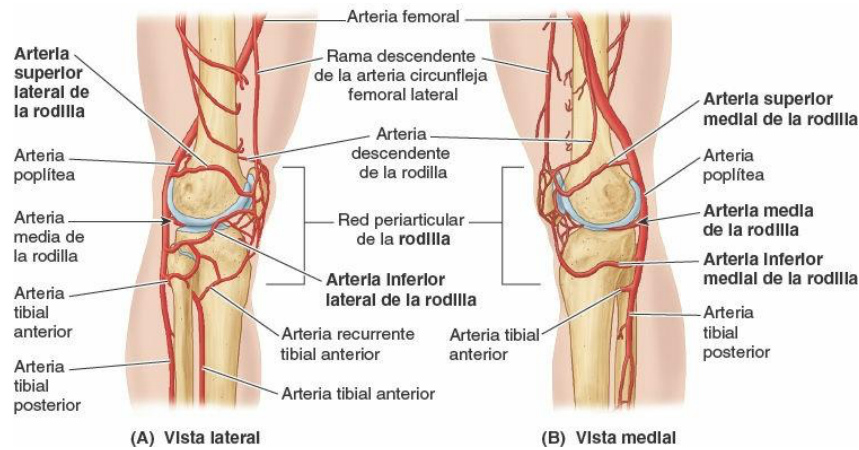
Cuando solo se lesiona uno de los dos fascículos podríamos hablar de rotura parcial del ligamento, las cuales suponen aproximadamente de un 10-27% de las lesiones del ligamento cruzado anterior. (3)



**Figura 1.** Anatomía normal del ligamento cruzado anterior (LCA). Esquemas sagital (A) y coronal (B) que ilustran la anatomía fascicular del LCA. AM: fascículo anteromedial; PL: fascículo posterolateral.

El ligamento cruzado anterior es una estructura intraarticular y extrasinovial, situada en la escotadura intercondílea de la rodilla, que discurre oblicuamente, desde su inserción a nivel de la región anteromedial del platillo tibial, hasta la porción medial del cóndilo femoral lateral. La distancia máxima entre las superficies internas de ambos cóndilos femorales (anchura de la escotadura intercondílea) es de  $21 \pm 3$  mm frente a los  $15 \pm 3$  mm en los casos de roturas inveteradas de este ligamento, debido a la artrosis secundaria. Esto se traduce en la necesidad de practicar el ensanchamiento del espacio intercondíleo en el tratamiento quirúrgico de las roturas inveteradas del ligamento cruzado anterior para evitar el atrapamiento del injerto que se utilice como sustituto intraarticular. (2)

La irrigación sanguínea del ligamento cruzado anterior es limitada y principalmente proviene de la arteria geniculada media. Este muestra una capacidad de cicatrización reducida después de sufrir una lesión o someterse a reparación quirúrgica, lo que implica la necesidad de recurrir a técnicas de reconstrucción o sustitución del ligamento. (4)



En lo que respecta a su inervación, el ligamento cruzado anterior es abastecido por fibras nerviosas del nervio tibial. Además, es importante destacar que dentro de su grosor posee una variedad de receptores sensoriales que, aunque su funcionamiento exacto no está completamente comprendido, contribuyen a percibir cambios de tensión, velocidad, dirección del movimiento y también registran la posición de la rodilla en el espacio. Estos receptores sensoriales se dividen en diferentes tipos, como los órganos de Ruffini, los corpúsculos de Paccini, los órganos tendinosos de Golgi y las terminaciones nerviosas libres. Por lo tanto, el ligamento cruzado anterior desempeña un papel significativo en la transmisión de información propioceptiva desde la articulación hacia el cerebro. (4)

#### **FUNCIÓN BIOMECÁNICA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:**

La función principal del ligamento en cuestión es proporcionar estabilidad durante la actividad física al prevenir el desplazamiento excesivo de la tibia con respecto al fémur. Este ligamento es especialmente crucial en situaciones que implican cambios rápidos de dirección, en los movimientos característicos en deportes como el fútbol, baloncesto y esquí.

Durante la extensión de la rodilla, evita que la tibia se desplace hacia adelante respecto al fémur, limitando así la hiperextensión. En situaciones de flexión, el ligamento también contribuye a controlar la rotación y desplazamiento lateral de la tibia, proporcionando una estabilidad dinámica esencial para el funcionamiento normal de la articulación. (2)

### IMPORTANCIA CLÍNICA DE LA ROTURA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR Y MECANISMO LESIONAL:

La rotura del Ligamento Cruzado Anterior es una de las lesiones más frecuentes en el deporte, tiene una incidencia de 2,8 a 3,2 lesiones por 10.000 atletas. Representa un alto coste para su tratamiento y un largo periodo de rehabilitación postoperatorio, no siempre volviendo al nivel deportivo pre-lesional. La rotura del ligamento cruzado anterior es una lesión incapacitante que no solo compromete la función de la rodilla, sino que también puede tener implicaciones a largo plazo en la articulación. La alta incidencia de esta lesión, especialmente en atletas y personas activas, ha llevado a una creciente atención en la investigación y desarrollo de enfoques terapéuticos para su tratamiento. (2)

Existen dos variantes en la producción de la lesión del ligamento cruzado anterior: con contacto (deportes de contacto o accidentes de tráfico) o sin él (la mayoría de los casos). Suelen ser acciones con una brusca desaceleración, con la rodilla en extensión y momentos de valgo o varo con rotación de la pierna. (5)

La contracción activa del cuádriceps junto con debilidad de los isquiotibiales juega un papel crucial en este tipo de lesión.

Es importante señalar, que dependiendo de la fuerza que se crea, también podrá existir asociación con otras lesiones en mayor o menor medida: el ligamento cruzado posterior, el ligamento colateral medial y lateral, y los meniscos interno y externo. (6)

### CLASIFICACIÓN DE LA LESIÓN SEGÚN LA INTENSIDAD DE LA INESTABILIDAD:

	Anatomía Patológica	Síntomas	Dolor a la palpación	Tumefacción	Inestabilidad	Evolución
Grado I Leve	Rotura de algunas fibras	Dolor	Puntual	Leve	No. Abre <5 mm	Tendencia moderada a recaer.
Grado II Moderado	Rotura completa en profundidad y parcial en la periferia	Dolor e incapacidad moderada	Difuso	Moderada, con equimosis circunscrita y derrame articular	No o leve. Abre 5-10 mm	Recidiva frecuente
Grado III Grave	Rotura completa en profundidad y en la periferia	Dolor e incapacidad intensa	Extenso	Intensa, con hematoma difuso y derrame articular variable	Importante, con bostezo radiológico y deformidad. Abre >10 mm	Inestabilidad, lesiones articulares secundarias en superficies (artrosis), meniscos, y otros ligamentos

(7)

## DIAGNOSTICO

La identificación del mecanismo de lesión es fundamental en la evaluación clínica de una posible rotura del Ligamento Cruzado Anterior. La anamnesis inicial debe abordar detalladamente los eventos que llevaron a la lesión, comprendiendo la dirección y fuerza aplicada en el momento del traumatismo. Esto proporcionará indicios clave sobre la posible lesión del ligamento cruzado anterior y orientará las pruebas posteriores.

Un signo clínico temprano importante es la presencia de un derrame en la articulación de la rodilla. En situaciones donde el paciente presenta clínica relacionada con el derrame, la opción de realizar una artrocentesis bajo condiciones estériles se vuelve relevante. Según las características del líquido, ya sea sanguinolento o seroso, puede ofrecer pistas valiosas sobre la naturaleza y gravedad de la lesión. (8)

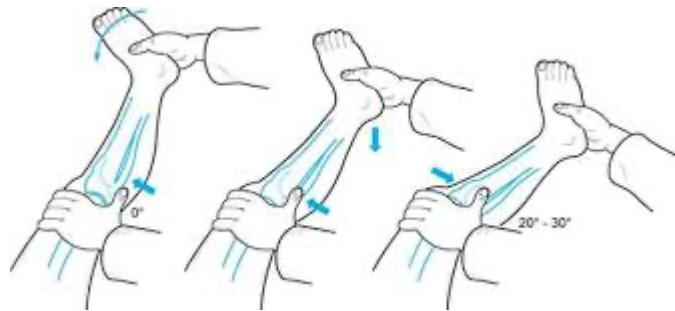
Otro síntoma principal que nos hará sospechar de esta lesión es un dolor intenso que el paciente siente en la rodilla y que le impide continuar con el ejercicio, junto con una inestabilidad de la rodilla, puede notar un dolor intenso junto con inflamación de esta en las 6 horas posteriores. (9)

Existen tres tipos de pacientes ante una lesión del ligamento cruzado anterior, los que toleran la ruptura y son capaces de continuar con las actividades previas a la lesión, los que toleran la ruptura, pero no realizan las actividades deportivas previas a la lesión y los que necesitan intervención quirúrgica debido a la inestabilidad articular. (10)

Existen una serie de exploraciones fundamentales a realizar ante la sospecha de una lesión del ligamento cruzado anterior:

### PRUEBA DE RESALTE LATERAL O PIVOT SHIFT

reproduce la inestabilidad rotacional subluxando la meseta tibial externa con respecto al cóndilo femoral externo. Esta maniobra es patognomónica de la lesión del ligamento cruzado anterior, y se realiza con la rodilla en los últimos grados de extensión, se hace una rotación interna



de la pierna mientras se aplica un valgo en la rodilla, que provoca que la tibia se subluje hacia delante en rotación interna. Se flexiona despacio la rodilla mientras se mantiene el valgo y la rotación interna. Se flexiona progresivamente hasta los 90°. Hacia los 30° se siente un desplazamiento posterior y súbito de la tibia sobre el fémur que se manifiesta por un resalte. (7,11)

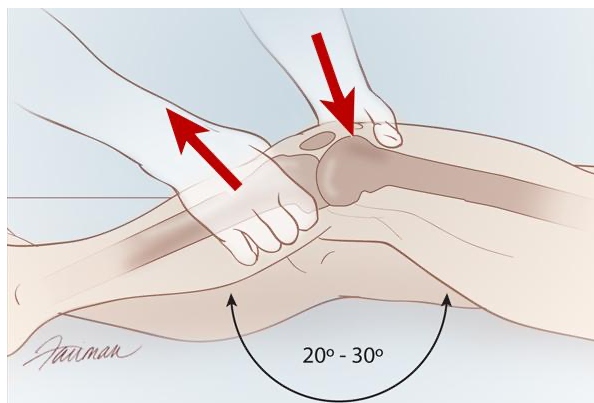
### LA PRUEBA DEL SIGNO DE LA PALANCA

se realiza con el paciente colocado en posición supina sobre una superficie dura. El médico examinador se sitúa de pie sobre el lado de la rodilla lesionada y coloca un puño debajo del tercio proximal de la pierna. Luego se aplica presión hacia abajo con la otra mano en el tercio distal del



muslo. Se presupone que la prueba de signo de palanca es negativa si el talón se levanta de la superficie de la mesa, lo que era indicativo de un LCA intacto. La presión vertical hacia abajo aplicada al fémur se transmitió a la tibia por el LCA, lo que hizo que el talón se elevara debido al mecanismo de palanca creado por el puño. La prueba es positiva si el talón permanece sobre la mesa a pesar de la presión aplicada al muslo, lo que es indicativo de un desgarro del LCA. (7,11)

**LA PRUEBA DE LACHMAN** también se realiza en posición supina con el examinador de pie en el lado de la rodilla lesionada. Sosteniendo el extremo distal del fémur con una mano mientras la otra agarraba el extremo proximal de la tibia, el examinador tira la tibia anteriormente del fémur con la rodilla flexionada a 20°. La prueba se considera positiva si la traducción anterior de la tibia en relación con el fémur tiene un punto final blando o retardado en comparación con la pierna no lesionada. (7,11)



**PRUEBA DEL CAJÓN ANTERIOR** es en supinación con una flexión de cadera de 45°, una flexión de rodilla de 90° y una rotación tibial neutra autoseleccionada. El examinador coge la extremidad inferior del participante sentándose ligeramente en el antepié. El examinador coloca una mano en el extremo distal lateral del fémur sin deformar el complejo de la banda iliotibial. El examinador prona completamente su otro antebrazo y coloca el talón de su mano en la tibia proximal medial posterior con el antebrazo orientado hacia el tubérculo tibial anterolateral. El examinador mueve la tibia hacia adelante y hacia atrás a través del rango de movimiento disponible, en una dirección medial-posterior-lateral-anterior, señalando así la cantidad de movimiento lateral-anterior desde el punto de partida medial-posterior. A continuación, el examinador repite la prueba del cajón en la rodilla contralateral. Si la tibia se desplaza hacia delante, la prueba será positiva, indicando rotura del ligamento. (12)



#### **RADIOGRAFÍA CONVENCIONAL EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES DE RODILLA:**

En la fase aguda de lesiones de rodilla, es esencial realizar radiografías convencionales en dos proyecciones, anteroposterior y lateral. Estas imágenes proporcionan una evaluación inicial de la articulación de la rodilla y pueden revelar signos indirectos de una posible rotura del ligamento cruzado anterior, como la fractura de Segond (fractura definida por una avulsión en la región anterolateral de la tibia), esta fractura está comúnmente asociada con la ruptura del ligamento cruzado anterior. (13)

Cuando se sospecha un aumento de la pendiente tibial, indicado por una inclinación de la meseta tibial en relación con el eje anatómico, se recomienda realizar una radiografía lateral de la articulación de la rodilla con una representación extendida de la parte inferior de la pierna. Se emplean diversos métodos de medición, y uno común es evaluar el ángulo entre la inclinación de la meseta tibial y el eje anatómico. Mediremos la pendiente dorsal fisiológica de la meseta tibial que oscila entre 7 y 13° de forma fisiológica. Un aumento de esta pendiente puede incrementar la carga sobre el ligamento cruzado anterior, predisponiendo al fallo del injerto de reemplazo del ligamento. Por lo tanto, una pendiente tibial patológica superior a 12° podría considerarse para corrección mediante osteotomía, reduciendo así el riesgo de rupturas del ligamento cruzado anterior. (13)

La desalineación en el plano frontal es descrita como una causa potencial de un aumento de la tensión del ligamento cruzado anterior. La desalineación es descrita como más de 3° de varo entre los ejes mecánicos del fémur y de la tibia. Si pacientes con esta condición no se someten a una alineación en varo, al mismo tiempo que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, tienen mayor riesgo de re-rotura de la plastia. Para el estudio de esta condición será necesario realizar una radiografía telemétrica para

Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

valorar la alineación de las extremidades inferiores y una radiografía tipo Schuss (en carga y con unos 30º de flexión de rodilla) para evaluar el deterioro del compartimento femorotibial. (14)

### RESONANCIA MAGNÉTICA EN EL DIAGNÓSTICO DE LESIONES DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA):

La resonancia magnética se posiciona como el gold estándar para aclarar las lesiones del ligamento cruzado anterior. Este enfoque proporciona una visión detallada de la estructura anatómica de la rodilla y permite identificar tanto signos directos como indirectos de una posible ruptura de este ligamento.



#### Signos Directos de Ruptura del LCA en la Resonancia Magnética:

- Interrupciones de continuidad: Pérdida de la integridad del ligamento.
- Falta de detección de la banda en posición anatómica: Ausencia de visualización adecuada en su ubicación normal.
- Contorno ondulado del LCA: Irregularidades en la forma del ligamento.
- Desplazamiento de la base de la banda tibial o femoral: Desplazamiento de la inserción del ligamento.
- Trastorno de la señal difusa del LCA: Alteraciones en la intensidad de la señal del ligamento.

#### Indicios Indirectos de Ruptura del LCA en la Resonancia Magnética:

- Edema óseo, en el área de la meseta de la tibia posterolateral y en el área del surco terminal del cóndilo femoral lateral: Signo patognomónico de una ruptura del LCA y sugiere un aumento en la disposición rotacional durante el incidente.
- Lesiones concomitantes: La resonancia magnética permite la identificación de lesiones adicionales, como lesiones de cartílago, roturas de menisco y otras lesiones ligamentarias.

La resonancia magnética ofrece una visión detallada, permitiendo una evaluación minuciosa de las estructuras anatómicas de la rodilla. La detección de signos directos e indirectos de la ruptura del LCA proporciona información esencial para el diagnóstico preciso y contribuye a la planificación del tratamiento. Además, la capacidad de identificar lesiones concomitantes mejora la comprensión global de la condición del paciente y facilita la toma de decisiones clínicas para un abordaje terapéutico adecuado. (13)

### TRATAMIENTO CONSERVADOR:

Los planes de tratamiento ya sean quirúrgicos o no quirúrgicos, no solo difieren en cuanto a decidir si los pacientes deben someterse a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior, sino también en los programas de rehabilitación y las recomendaciones para futuras actividades deportivas. Es común que los médicos asesoren a los pacientes para ayudarles a determinar que opción es la más adecuada. Es esencial tener un entendimiento completo de cómo progresa clínicamente cada opción de tratamiento para poder tomar decisiones terapéuticas. (15)

Para aquellos que eligen un enfoque conservador, se requiere someterse a fisioterapia para fortalecer los músculos de la rodilla, especialmente los cuádriceps femorales y los isquiotibiales. (15)

Una alternativa puede ser esta opción de tratamiento, y es importante informar a los pacientes que sufren una rotura del ligamento cruzado anterior de que la cirugía no es la única opción para retomar las

Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

actividades deportivas; un enfoque conservador centrado en un plan de rehabilitación riguroso puede ser suficiente. (15,16)

## TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

---

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior es considerada actualmente el estándar de oro del tratamiento para recuperar la estabilidad y mejorar la función de la rodilla. (16)

La anatomía constituye el fundamento esencial de la articulación, y la cirugía más efectiva es aquella que se basa en un profundo conocimiento anatómico. La calidad de los resultados postoperatorios está directamente relacionada con la anatomía y la función específica de la rodilla. Más que la técnica quirúrgica, lo importante para alcanzar resultados exitosos y una óptima función, es la capacidad de restaurar la anatomía individual de cada paciente sin causar daños a otras estructuras, lo que implica adaptar cada procedimiento a las necesidades particulares de cada caso.

Existen una serie de indicaciones y contraindicaciones en las que nos basaremos para incluir un paciente en la opción de tratamiento quirúrgico o no: (17,18)

### INDICACIONES:

- Inestabilidad funcional crónica con rotura del LCA con sensación de inestabilidad.
- Rotura de LCA aguda con lesión meniscal asociada.
- Rotura LCA en pacientes con factores de riesgo (deportistas de elite)
- Actividades que requieran una pisada segura.
- Rotura de LCA con otras lesiones asociadas.

### CONTRAINDICACIONES:

- Infección local
- Lesión de partes blandas

### COMPLICACIONES:

Son numerosas las complicaciones que pueden sufrir los pacientes tras una cirugía de ligamento cruzado anterior, y podemos dividir estas en intraoperatorias y postoperatorias. (7,18,19)

#### Complicaciones intraoperatorias:

- Fractura de la rótula en la extracción del injerto: Durante la extracción de un injerto de tendón de la rótula, existe el riesgo de fracturar la rótula si se extrae más del 30% de la misma.
- Rotura de la cortical del túnel femoral: Durante la preparación del túnel femoral, puede ocurrir la rotura de la cortical del hueso, lo que puede afectar la estabilidad del injerto.
- Rotura de la plastia: Durante la colocación o la tensión del injerto, existe el riesgo de que la plastia se rompa, lo que puede comprometer la efectividad de la reconstrucción del LCA.

#### Complicaciones postoperatorias:

- Tamaño inadecuado del injerto: Si el injerto utilizado para la reconstrucción del LCA no es de un tamaño adecuado, puede afectar la estabilidad de la rodilla y aumentar el riesgo de re-rotura.
- Fallos en la fijación del injerto: Si la fijación del injerto no es adecuada, puede resultar en una estabilidad deficiente de la rodilla y aumentar el riesgo de complicaciones a largo plazo.
- Infecciones: Ante la sospecha se debe realizar una artroscopia de lavado con toma de cultivos e instauración de tratamiento antibiótico.

- Artrosis: La cirugía del ligamento cruzado anterior puede aumentar el riesgo de desarrollar artrosis en la rodilla a largo plazo, especialmente en pacientes con antecedentes de lesiones en el ligamento.
- Lesiones condrales: Los pacientes sometidos a cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior pueden presentar más lesiones condrales y de mayor grado, lo que puede afectar la salud a largo plazo de la articulación de la rodilla.
- Dolor: Es la segunda complicación más frecuente. El dolor anterior de rodilla que se presenta tanto con la plastia de hueso tendón hueso como con la de isquiotibiales.
- Lesión nerviosa: rama infra patelar del nervio safeno interno.
- Rigidez: Mejora con el tratamiento rehabilitador, pero puede ser secundaria a una malposición de los túneles óseos. La pérdida de extensión de rodilla se debe a la interposición de tejido cicatricial anterior al túnel tibial (lesión en Ciclope).
- Fracaso de la plastia: Los índices actuales de fracaso de la plastia en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior oscilan entre el 4,1 y el 20%, asimismo, el riesgo de una nueva rotura alcanza el 8%.

Se han descrito múltiples factores de riesgo y causas más frecuentes de re-rotura de la plastia, entre los que podemos destacar la edad inferior a 20 años y la práctica de deporte de pivoteo y de alto nivel.

Entre los factores técnicos relacionados con la cirugía inicial, los más relevantes son la mala localización de los túneles óseos y errores en la tensión y/o la fijación de la plastia. El fracaso de la plastia del ligamento cruzado anterior puede clasificarse en tres categorías principales: traumático, técnico y biológico. (18)

- Fracaso traumático: Se considera traumático cuando ocurre un episodio que claramente reproduce el mecanismo lesional inicial de la plastia. En este caso, el fallo de la plastia está relacionado con un nuevo evento traumático que sobrecarga el ligamento reconstruido, independientemente de otros factores.
  - Fracaso técnico: Es la causa más frecuente. Se clasifica como técnico cuando no hay ningún antecedente traumático asociado al fallo de la plastia. En cambio, se identifican factores técnicos durante la cirugía de reconstrucción, como una mala localización de los túneles óseos, que contribuyen al fracaso de la plastia.
  - Fracaso biológico: Se considera biológico cuando no hay un antecedente claro de traumatismo ni factores técnicos identificables que expliquen el fallo de la plastia. En su lugar, puede haber antecedentes de infección articular confirmada mediante cultivos, o el fallo puede atribuirse a factores biológicos como problemas de cicatrización, reabsorción del injerto o incompatibilidad del tejido.
-

**ESCALAS DE EVALUACIÓN:**

Cuando evaluamos una reconstrucción del ligamento cruzado anterior, es crucial considerar la estabilidad, funcionalidad y satisfacción subjetiva del paciente. Para esto, utilizamos varios parámetros estándar que nos permiten realizar comparaciones significativas durante la discusión clínica.

Para evaluar la estabilidad o laxitud de la articulación de la rodilla, empleamos pruebas como el Pivot Shift, cajón anterior, Lachman y test instrumentales de laxitud como el KT 1000. (20)

La evaluación funcional se realiza utilizando:

- La puntuación del Overall IKDC (International Knee Documentation Committee): que incluye una parte subjetiva con 18 ítems y una parte de evaluación clínica. Esta última documenta el rango de movilidad, posición de la rótula, alineación de la rodilla, laxitud articular, inflamación, movilidad pasiva, evaluación ligamentaria, hallazgos radiológicos y test funcional.
- El rango de movimiento de la articulación (ROM, range of movement).

La satisfacción del paciente se evalúa mediante:

- La Escala Tegner: un índice de satisfacción subjetiva con una escala de 1 a 10.
- La Escala Lysholm: un cuestionario que evalúa la función de la rodilla en actividades cotidianas y deportivas.
- La IKDC Subjective Knee Evaluation: un test en el que el paciente valora su situación personal, con una puntuación de 0 a 100.

Además de estos parámetros, otros aspectos importantes a considerar son el fracaso de la plastia (necesidad de cirugía de revisión, ruptura del injerto), efectos adversos y complicaciones, costos, tiempo de retorno al deporte y resultados estéticos. Es vital tener en cuenta estos elementos para una evaluación integral y precisa de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. (20)

Antes de plantear una cirugía de revisión, es importante realizar estudios de imagen con el objetivo de planificar la intervención (Rx simple, TC y RMN).

**JUSTIFICACIÓN DEL TEMA:**

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

En el campo de la cirugía existen muchas controversias en dependencia de la plastia a utilizar, que fijación es la más adecuada, si se deben de asociar plastias extraarticulares, osteotomías, factores de crecimiento y otros aspectos a tener en cuenta a la hora de realizar la cirugía.

Se hace de vital importancia conocer las ventajas y los inconvenientes de cada una de ellas.

**OBJETIVO:**

El objetivo principal de este estudio es realizar una revisión bibliográfica exhaustiva de todas aquellas controversias de cara al tratamiento quirúrgico para conseguir los mejores resultados clínicos posibles en esta cirugía.

Como objetivos secundarios destacamos: analizar los diferentes tipos de injerto disponibles, evaluar los diferentes tipos de fijación, así como de las técnicas de tunelización, identificar avances recientes y comparar cada uno de ellos.

**MATERIAL Y MÉTODOS:**

Se ha realizado una revisión bibliográfica usando las bases de datos electrónicas para recopilar todas las publicaciones sobre cirugía del ligamento cruzado anterior desde 2014 hasta la actualidad. A su vez, esta búsqueda se completó con diferentes monográficos y revistas de artroscopia.

Para conseguir estos artículos, se usaron los términos de búsqueda “anterior cruciate ligament”, “surgery”. Las bases de datos consultadas han sido Pubmed, Medline, Elsevier y biblioteca Cochrane.

Se aplicaron los filtros de: full text, últimos 10 años.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión con respecto a los estudios encontrados:

- Comparación de los diferentes tipos de injertos
- Comparación de las diferentes técnicas quirúrgicas
- Objeto principal de estudio: lesiones y cirugía del ligamento cruzado anterior.

Se descartaron los estudios sobre:

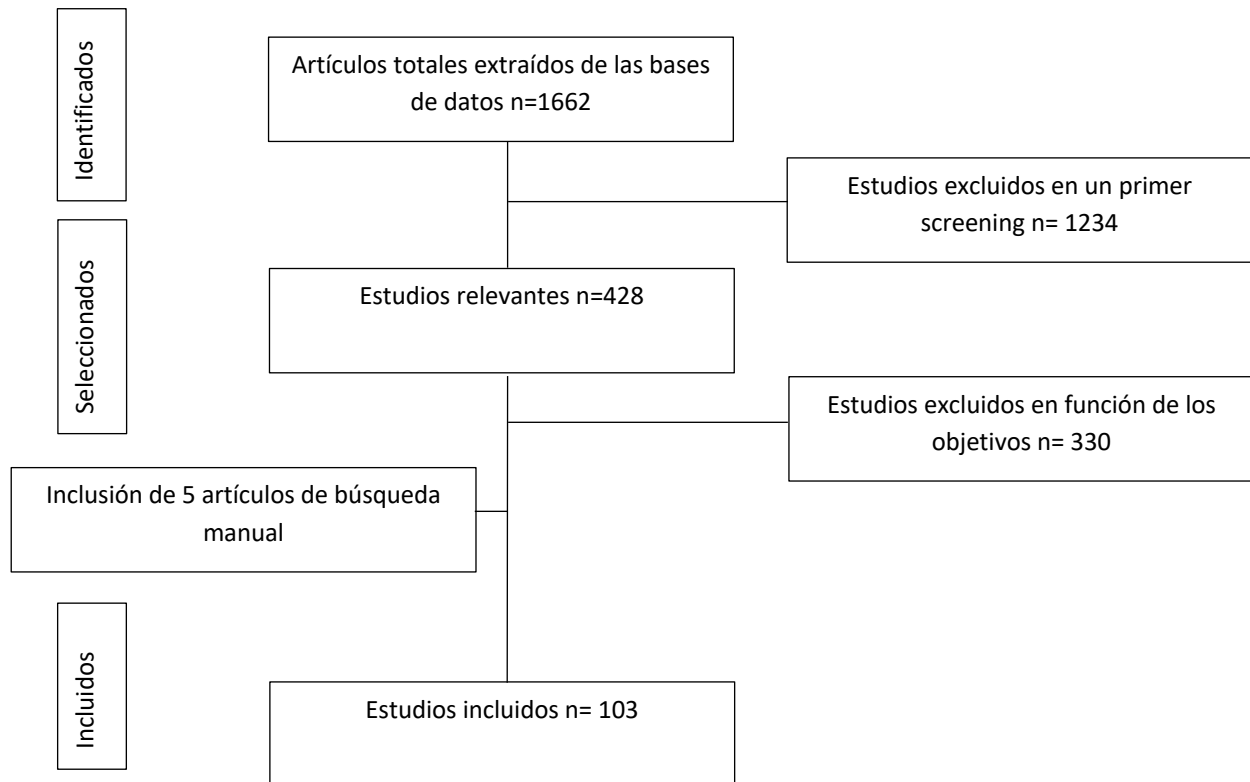
- Pacientes esqueléticamente inmaduros
- Estudios de otras lesiones concomitantes

Posteriormente se clasificaron los artículos según el tema a tratar:

- Diferentes tipos de injertos
- Técnicas quirúrgicas
- Tipos de fijación
- Cirugía de revisión
- Tiempo de demora quirúrgica
- Indicación de procedimientos asociados
- Refuerzos laterales
- Vuelta al deporte
- Técnicas de bioaumentación

**RESULTADOS:**

Se encontraron un total de 1662 artículos, a partir de los cuales se hizo un primer screening según título y abstract, se eliminaron 1234 artículos por tratar sobre otros temas, o no estar disponibles. Posteriormente, de los 428 restantes, se descartaron 330 por no abordar los objetivos del estudio (criterios de inclusión y exclusión). Se incluyeron 5 artículos buscados manualmente. Finalmente nos quedamos con 103 artículos.



**DISCUSIÓN:**

Cuando consideramos la reconstrucción quirúrgica del ligamento cruzado anterior, surgen controversias en diferentes aspectos del procedimiento: el momento de la intervención, el proceso de rehabilitación, el tipo de injerto utilizado y la técnica quirúrgica son algunos de los temas más debatidos. A continuación, se exponen una serie de puntos a tener en cuenta:

**OPCIONES DE INJERTOS EN LA CIRUGÍA REPARADORA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:**

Dentro de las opciones de injertos de las que disponemos para la reconstrucción ligamentosa de la rodilla podemos diferenciar 2 grandes grupos: injertos autólogos e injertos alogénicos. Se podría hablar también de un tercer grupo menos usado que son los injertos sintéticos.

Actualmente, los autoinjertos son los más comúnmente utilizados en la reconstrucción primaria de lesiones del ligamento cruzado anterior, ya que ofrecen mejores resultados en términos de osteointegración y estabilidad articular. Este tipo de injertos se pueden clasificar en: plastia con injerto óseo, utilizando el tendón rotuliano (HTH: hueso-tendón rotuliano-hueso); sin injerto óseo, derivadas de los tendones isquiotibiales (semitendinoso y recto interno); con o sin injerto óseo, utilizando el tendón cuadrícipital (TC) en el polo superior de la rótula; y TC sin injerto óseo. (21)

Todos estos tipos tienen la ventaja de utilizar injertos del propio paciente, lo que elimina el riesgo de transmisión de enfermedades, asociado principalmente con los injertos de donantes (aloinjertos), además de ser económicamente más rentables. Sin embargo, presentan el inconveniente de aumentar los tiempos quirúrgicos debido a la extracción del injerto y la posibilidad de lesiones iatrogénicas. (22)

Independientemente del tipo de injerto a utilizar, el objetivo final es obtener un autoinjerto con una longitud adecuada y, sobre todo, una sección transversal suficiente para restaurar el ligamento nativo, ya que el fracaso de la reconstrucción está estrechamente relacionado con el uso de injertos con una sección transversal menor de lo deseado. En cualquier reconstrucción del ligamento central, se considera ideal obtener un injerto con una sección transversal mínima de 8 mm, dado que diámetros más pequeños pueden afectar la viabilidad del injerto. Es crucial prestar especial atención a estas medidas en pacientes menores de 20 años, ya que tienen un mayor riesgo de rotura del injerto. (22,23)

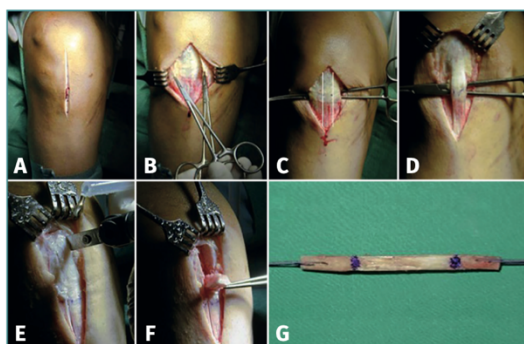


Figura 1. Técnica de extracción de plastia autóloga de tendones semitendinoso y recto interno (ST-RI). A y B: alternativas de incisión oblicua o vertical a nivel de la inserción de los tendones ST y RI en la cara medial del tercio proximal de la tibia; C y D: exposición y posterior apertura de la fascia del sartorio; E y F: individualización y exposición de los tendones ST y RI para su posterior extracción con tenotomía; G: eliminación de adherencias y expansiones tendinosas; H: preparación de la plastia compuesta por las 4 bandas de los tendones ST y RI.

Los autoinjertos de tendón isquiotibial, que incluyen con mayor frecuencia los tendones semitendinosos y/o gracil, son una buena opción para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior debido a numerosas ventajas. La extracción implica incisiones más pequeñas y están asociados con un menor riesgo de dolor crónico en la rodilla en comparación con otros tipos de injertos. (23)

Los autoinjertos de tendón isquiotibial tienen una resistencia a la carga máxima hasta el fallo mayor que otros tipos de injertos, alcanzando hasta 4500 Newtons (N) en comparación con 2600 N en otros tipos de injertos. Sin embargo, presentan limitaciones como la posible debilidad residual de los isquiotibiales, sin embargo, la mayoría de los informes publicados sugieren una recuperación de los isquiotibiales a niveles pre-operatorios en un plazo de dos años tras la cirugía. (21–23)

(18)



**Figura 2.** Técnica de extracción de plastia autóloga hueso-tendón-hueso (HTH). A: incisión longitudinal sobre el tendón rotuliano desde el polo inferior de la rótula hasta la tuberosidad anterior de la tibia; B y C: exposición del tendón rotuliano y posterior individualización del mismo; D, E y F: preparación de las pastillas óseas con posterior extracción de la plastia con polo inferior de rótula, tendón rotuliano y tuberosidad anterior de la tibia; G: plastia HTH.

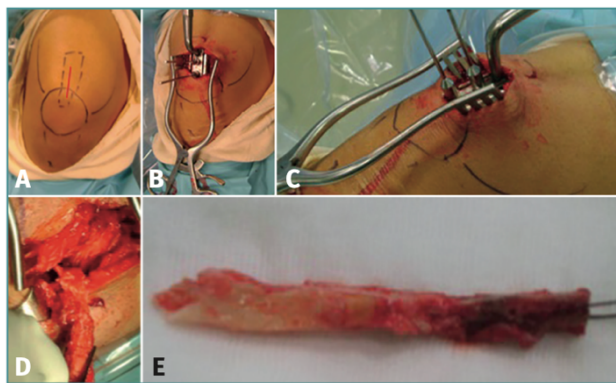
Durante mucho tiempo, la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con autoinjerto de hueso-tendón rotuliano y hueso ha sido la preferencia para pacientes jóvenes y activos con lesiones del ligamento cruzado anterior. El tercio central del tendón rotuliano nativo se ha establecido como un injerto confiable y es la elección preferida para atletas competitivos. Este tipo de plastia incluye altas tasas de retorno al deporte y bajas tasas de fracaso. Sin embargo, el uso de este injerto conlleva desventajas, como la morbilidad en el sitio donante, el dolor postoperatorio en la rodilla anterior, el riesgo de fractura rotuliana y desgarro del tendón rotuliano.

(24)

Aunque técnicamente resulta difícil de extraer, esta técnica ofrece la ventaja de restaurar la funcionalidad del ligamento de manera óptima, con una buena integración ósea de la plastia debido a la presencia de una pastilla ósea en cada lado del injerto. El 78% de los pacientes logran reintegrarse a actividades deportivas similares a las realizadas antes de la lesión.

Uno de los principales problemas asociados con esta técnica es la aparición de dolor anterior en la rodilla. Este dolor afecta a más del 30% de los pacientes sometidos a este tipo de plastia, con parestesias presentes en un porcentaje similar y la imposibilidad de mantenerse de rodillas sobre la pierna intervenida en hasta el 8% de los casos.

Otra complicación menos común pero más grave es la posible fractura de la rótula debido al debilitamiento de la zona donante. (18,24)



**Figura 3.** Técnica de extracción de plastia autóloga de tendón cuadriceps (TC). A: incisión longitudinal desde el polo superior de la rótula sobre el TC; B y C: preparación de la pastilla ósea del polo superior de la rótula y la región medial del TC; D: extracción de la plastia; E: preparación de la plastia compuesta por el TC y la pastilla ósea de la rótula.

Otra opción dentro de los autoinjertos es el uso del tendón cuadriceps, que está ganando cada vez más importancia, principalmente debido a la reducción de la morbilidad en el sitio donante, la preservación de la flexión articular de la rodilla y la prevención de la neuroapraxia del nervio safeno, problemas que pueden surgir con los injertos del tendón rotuliano y de los tendones isquiotibiales. Además, desde una perspectiva biomecánica, el tendón cuadriceps muestra una menor tasa de fallo cuando se somete a fuerzas de estiramiento en comparación con el tendón rotuliano. (22)

Investigaciones realizadas recientemente han demostrado resultados similares o incluso mejores en términos de estabilidad en comparación con los injertos de tendones isquiotibiales, con una notable ausencia de dolor anterior de rodilla residual en el seguimiento a largo plazo. (18,22)

En resumen, la plastia de tendón cuadriceps representa una alternativa cada vez más relevante para obtener injertos autólogos, permitiendo la creación de plastias con dimensiones adecuadas y minimizando la morbilidad asociada con el sitio donante. (22)

## Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

El segundo tipo de injertos utilizados son los aloinjertos. Estos se caracterizan por ser tejidos obtenidos de un banco de tejidos. Generalmente se utilizan en técnicas de rescate y se pueden clasificar de manera similar a los injertos autólogos: con parte ósea (hueso-tendón-hueso, tendón de Aquiles, tendón cuadricipital-polo superior de la rótula) y sin parte ósea. (24)

Las principales ventajas del uso de aloinjertos incluyen la eliminación de la morbilidad en el sitio donante, una reducción en los tiempos quirúrgicos debido a la no necesidad de extraer el injerto y un menor dolor postoperatorio. Sin embargo, algunas desventajas importantes incluyen la disponibilidad limitada en algunos centros, el alto coste económico, el riesgo potencial de transmisión de enfermedades (aunque este riesgo se ha reducido significativamente con controles sanitarios y técnicas modernas de preparación y manejo, como la criopreservación) y la incapacidad biomecánica para igualar los resultados obtenidos con los autoinjertos. (18,25)

Varios estudios han demostrado el efecto adverso de la irradiación en las propiedades de los aloinjertos. Por último, disponemos de plastias sintéticas, datando su origen en los años ochenta, siendo el primer dispositivo utilizado el composite biocompatible activo. Un dispositivo más actual es el sistema de reconstrucción y aumento de ligamentos, que no solo se utiliza para reemplazar el ligamento cruzado anterior o el ligamento cruzado posterior, sino también para otras reconstrucciones como los ligamentos acromioclaviculares, lesiones del manguito rotador, tendón de Aquiles, e inestabilidades de tobillo. (18,26) Actualmente, estamos en la tercera generación de plastias sintéticas. Aunque su uso no está muy extendido, las plastias sintéticas presentan ventajas importantes, como la ausencia de morbilidad en la zona donante y la reducción del tiempo quirúrgico al no requerir extracción de tejido del paciente. (26)

Sin embargo, estos tipos de plastias tienen inconvenientes significativos destacando las tasas más altas de fracaso, debido a problemas de osteointegración y a que el material sintético no puede igualar las características biomecánicas del ligamento original. Además, implican un mayor coste económico.

Estudios realizados por Cerulli et al., y Parchi et al., muestran resultados similares en términos de supervivencia y estabilidad postoperatoria al comparar injertos autólogos con sintéticos. Sin embargo, estos estudios se centran en pacientes de mayor edad, lo que podría estar relacionado con una menor demanda funcional. (18)

A pesar de las mejoras tecnológicas en la fabricación de plastias sintéticas, estas aún no igualan biomecánicamente a los aloinjertos ni a los autoinjertos. Los propios autores solo recomiendan su uso después de una selección cuidadosa del tipo de paciente.

En conclusión, las plastias sintéticas no deberían ser la primera opción para la reconstrucción de ligamentos, pero podrían considerarse como una alternativa válida en pacientes mayores de 35-40 años con una demanda funcional reducida. (26)

**Tabla 1. Ventajas e inconvenientes de cada tipo de plastia empleado en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), así como indicación de cada una de ellas**

Tipo de plastia	Ventajas	Inconvenientes
<b>Autoinjerto HTH</b> <b>Indicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes profesionales y de alta competencia que requieren retorno deportivo precoz: fútbol americano, velocidad...</li> <li>• Pacientes hiperlaxos o susceptibles de lesión de isquiotibiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejores tasas de osteointegración que ST-RI</li> <li>• Menor coste quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Reincorporación más precoz a actividad deportiva</li> <li>• No riesgo de transmisión de enfermedades ni rechazo de injerto</li> <li>• No repercusión en fuerza flexora de rodilla</li> <li>• Permite extracción de plastia a medida a diferencia de ST-RI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Morbilidad zona donante:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dolor anterior de rodilla</li> <li>- Riesgo fractura de rótula</li> </ul> </li> <li>• Pérdida de fuerza extensora de rodilla</li> </ul>
<b>Autoinjerto ST-RI</b> <b>Indicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes con fisas abiertas</li> <li>• Pacientes que requieren arrodillarse</li> <li>• Pacientes susceptibles de lesión de tendón rotuliano: tenis, baloncesto, voleibol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor coste quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Menor repercusión estética que HTH y TC</li> <li>• No repercusión en fuerza extensora de rodilla</li> <li>• No riesgo de transmisión de enfermedades ni rechazo de injerto</li> <li>• Posibilidad de adaptar la plastia al grosor necesario (tri/tetra/pentafascicular)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Morbilidad zona donante:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lesión nervio safeno</li> </ul> </li> <li>• Pérdida de fuerza extensora de rodilla</li> <li>• Dependencia de tendones ST y RI del paciente para el diámetro de la plastia</li> <li>• Más lenta incorporación que HTH</li> </ul>
<b>Autoinjerto TC</b> <b>Indicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pacientes susceptibles de lesión de isquiotibiales</li> <li>• Pacientes con fisas abiertas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejores tasas de integración que ST-RI</li> <li>• Menor coste quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• No riesgo de transmisión de enfermedades ni rechazo de injerto</li> <li>• Permite extracción de plastia a medida, a diferencia de ST-RI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor tiempo quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Morbilidad zona donante:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dolor anterior de rodilla (menor que en HTH)</li> </ul> </li> <li>• Pérdida de fuerza extensora de rodilla</li> </ul>
<b>Aloinjertos</b> <b>Indicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento de lesiones multiligamentosas asociado a rotura de LCA</li> <li>• Valorar su uso en pacientes &gt; 40 años con baja demanda funcional</li> <li>• Cirugía de revisión del LCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tiempo quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• No morbilidad de zona donante</li> <li>• Tratamiento de lesiones multiligamentosas asociado a LCA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor coste quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Tiempos de osteointegración más retrasados que autoinjerto</li> <li>• Peor producción de propiedades viscoelásticas de LCA nativo comparado con autoinjertos</li> <li>• Riesgo de transmisión de enfermedades o rechazo de injerto</li> </ul>
<b>Plastias sintéticas</b> <b>Indicaciones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No recomendado su uso en la actualidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menor tiempo quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• No morbilidad de zona donante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor coste quirúrgico que aloinjerto</li> <li>• Tiempos de osteointegración más retrasados comparados con cualquier otro tipo de injerto</li> <li>• Peor producción de propiedades viscoelásticas de LCA nativo comparado con cualquier otro tipo de injerto</li> </ul>

HTH: hueso-tendón-hueso; ST-RI: semitendinoso-recto interno; TC: tendón cuadriceps

Al seleccionar un injerto para nuestros pacientes, es fundamental adoptar un enfoque individualizado. Se deben tener en cuenta factores como la edad, el sexo, los objetivos de retorno a la actividad deportiva y el riesgo potencial de desarrollar artritis degenerativa en el futuro. Estos aspectos ayudan a guiar el asesoramiento a nuestros pacientes en la toma de decisiones sobre la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Shun-Li Kan et al., indicaron que el autoinjerto provocó un menor fracaso clínico, un mejor nivel general del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC), una mejor prueba de cambio de pivote, una mejor prueba de Lachman, una mayor puntuación de Tegner y una mejor prueba de laxitud instrumentada que el aloinjerto. El autoinjerto no fue estadísticamente diferente del aloinjerto en la puntuación de Lysholm en este estudio. Los análisis de subgrupos demostraron que el autoinjerto fue superior al aloinjerto irradiado para los pacientes sometidos a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior tras un fracaso clínico. (27) Sebastian Kupra et al., realizaron un estudio de cohortes con 372 pacientes donde comparaban la reconstrucción del ligamento cruzado anterior con aloinjerto (grupo I) vs autoinjerto (grupo II). Determinaron que la estabilidad de la articulación de la rodilla se restauró tanto en las evaluaciones subjetivas como objetivas en todos los pacientes de ambos grupos. Los resultados

subjetivos fueron los siguientes: en el Grupo I, se obtuvieron  $96,6 \pm 3,08$  puntos en la escala de Lysholm y  $94,79 \pm 6,53$  puntos en la escala IKDC, mientras que en el Grupo II, se lograron  $98,00 \pm 1,9$  puntos en la escala de Lysholm y  $94,81 \pm 5,6$  puntos en la escala IKDC. Al comparar los resultados de ambas escalas entre los dos grupos después de la operación, no se observaron diferencias estadísticamente significativas igual que en el estudio anterior. (28)

Por otro lado, un estudio elaborado por Hema Mistry et al., concluyó que los resultados clínicos con autoinjertos son tan buenos o ligeramente mejores que con los aloinjertos. Los aloinjertos cuestan más, lo que indica que los autoinjertos son más rentables y generalmente deberían ser la primera opción. (29) Los estudios han demostrado que, una vez sometidos a procesos de esterilización adecuados, los aloinjertos tienen resultados clínicos comparables a los autoinjertos, con poca diferencia en pruebas como la prueba de Lachman, la puntuación del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC) y el riesgo de fracaso a corto y largo plazo. Incluso en casos de revisión de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, los resultados clínicos son similares entre los autoinjertos y los aloinjertos. Basados en estas ventajas, los aloinjertos están ganando popularidad en la práctica clínica como una opción viable en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Bin-An Zhao et al., también determinaron en un estudio con 112 pacientes que el uso de aloinjertos mostró una eficacia comparable a la de los autoinjertos postulando que los aloinjertos no tenían un mayor riesgo de transmisión de enfermedades en comparación con los autoinjertos. Si el proceso quirúrgico es estrictamente aséptico, no hay ninguna infección postoperatoria asociada con aloinjertos o autoinjertos. Por lo tanto, los aloinjertos son seguros, efectivos y ahorran tiempo y se pueden recomendar en la práctica clínica. En cuanto al índice IKDC las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En la evaluación final, todos los pacientes habían regresado a las actividades previas a la lesión. (30)

Dentro de los injertos autólogos, Zheng et al., evaluaron los autoinjertos de isquiotibiales y los aloinjertos, concluyendo que los dos produjeron la misma eficacia. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en la puntuación de Lysholm, la puntuación IKDC o la puntuación de actividad de Tegner. (31) Lilian Zhao et al., realizaron un metaanálisis postulando que el autoinjerto de isquiotibial es comparable con el autoinjerto de hueso tendón hueso en términos de función clínica, estabilidad postoperatoria de la rodilla, con un seguimiento a medio plazo. El autoinjerto de isquiotibial para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior conlleva un menor riesgo de complicaciones, como dolor de rodilla anterior, dolor de rodillas y pérdida de extensión, pero una mayor incidencia de fracaso del injerto. (32)

Filippo Migliorini et al., realizaron un metaanálisis. Concluyeron que el injerto de tendón rotuliano puede tener una menor laxitud articular y mayor flexión máxima en comparación con los autoinjertos de isquiotibiales, sin embargo, la utilización de este último permitió una vuelta al deporte más prematura. (33)

Xiong Gang Lian et al., realizaron un estudio donde encontraron una puntuación subjetiva superior de IKDC para el autoinjerto del tendón del cuádriceps en comparación con los autoinjertos que incluyen el hueso-tendon-hueso, (34) y en un estudio realizado por Wenbo Yang et al., se observó que el autoinjerto de isquiotibiales de doble paquete mostró una buena puntuación en la escala de Lysholm, pero tuvo resultados más desfavorables en la evaluación del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC) en comparación con otros tipos de injertos. (34)

Por otro lado, el autoinjerto del tendón rotuliano mostró los mejores resultados en la evaluación de IKDC. Además, este tipo de autoinjerto también proporcionó una buena puntuación en la escala de Lysholm. En contraste, los pacientes que recibieron injerto de tendón alogénico mostraron la tasa más alta de resultados positivos en pruebas como la prueba de cambio de pivote y la prueba de Lachman, pero obtuvieron resultados menos favorables en la evaluación de IKDC.

En cuanto al autoinjerto de isquiotibiales de un solo paquete, se observaron resultados promedio en la evaluación de IKDC. En resumen, el tipo de injerto utilizado en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior puede influir en diferentes aspectos de la recuperación y los resultados postoperatorios, y estos hallazgos pueden ayudar a guiar la selección del injerto más adecuado para cada paciente. (35)

Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

Con respecto a las diferencias entre injertos irradiados y no irradiados, Yan liu et al., compararon estos dos tipos, determinando que los aloinjertos no irradiados mostraron ser más efectivos que los irradiados. Se observó una mejora en las puntuaciones funcionales de la articulación de la rodilla y una reducción en la tasa de fracaso con los aloinjertos no irradiados. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en el índice general del Comité Internacional de Documentación de la Rodilla (IKDC), el rango de movimiento, la prueba de salto vertical y la prueba de salto de una pierna. (36)

Generalmente se considera que los autoinjertos son superiores a los aloinjertos, aunque no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre ambos. Sin embargo, dentro de los autoinjertos, no hay evidencia clara de superioridad entre los injertos con hueso-tendón-hueso y los de isquiotibiales. Un estudio prospectivo y aleatorizado de Wipfler no encontró diferencias a largo plazo entre ambos tipos de injertos. (36)

#### TIPO DE FIJACIÓN EN LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

En las ligamentoplastias para el ligamento cruzado anterior, las propiedades de rigidez y resistencia del injerto tendinoso son de suma importancia para la estabilidad y el período de rehabilitación postoperatorios. La fijación entre el tendón y el hueso constituye uno de los componentes más críticos de una ligamentoplastia, especialmente en el lado femoral. (4)

En cuanto a la fijación femoral, podemos destacar diferentes tipos. Uno de ellos es a través de tornillos interferenciales que se alojan en el interior del túnel femoral y fijan el injerto contra las paredes del túnel. La resistencia que proporcionan oscila entre 310N y 659N. Se ha demostrado que tanto la longitud como el diámetro del tornillo interferencial, mejoran la resistencia de la fijación de forma significativa. El siguiente son los métodos de fijación transversal, aquellos que soportan los tendones al final del túnel femoral donde se encuentran los tendones sin necesidad de hacer una vía de abordaje lateral para anclar el sistema. Y por último tenemos los métodos de fijación cortical, aquellos que se apoyan en la cortical femoral y pueden colocarse haciendo una incisión femoral o a través del túnel tibial mediante técnica endoscópica.

A continuación, se expone una tabla donde se hallan datos de resistencia, rigidez y tipo de fallo del sistema de fijación femoral para ligamentoplastia con isquiotibiales sin utilizar pastilla ósea.

Material	Fallo (N)	Rigidez	Tipo de fallo
Trans-Fix	523	34.2	Caída del pin transversal, deslizamiento injerto
Bone Mulch	583	24.4	
Endobutton con Endotape	618-678	18.1-22.4	Rotura lazo, fallo fijación tibial, fallo injerto, fractura cortical
Endobutton CL	1345		
TIF biodegradable con ½ mm de holgura	530	-	Deslizamiento plastia

La tibia plantea más desafíos biomecánicos que el fémur para la fijación de las ligamentoplastias del ligamento cruzado anterior, debido a que la calidad ósea de la metafisis tibial es inferior a la del cóndilo femoral externo.

Para la fijación tibial, se pueden emplear diferentes métodos. Uno de ellos es el uso de tornillos alojados dentro del túnel tibial, cuya resistencia puede variar entre 350N y 1332N. Además, se puede optar por utilizar tornillos corticales, cuya resistencia es de aproximadamente 442N, tornillos con arandela dentada, con una resistencia de alrededor de 724N, o doble grapa para partes blandas, con una resistencia de aproximadamente 785N.

Cada método de fijación tiene sus propias ventajas y consideraciones, y la elección del método adecuado dependerá de la situación clínica específica y las preferencias del cirujano. Es crucial seleccionar un

método que proporcione una fijación sólida y estable para garantizar el éxito a largo plazo de la cirugía de reconstrucción del LCA. (4)

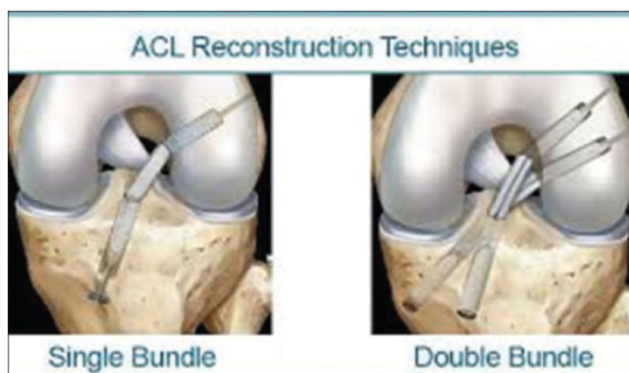
Andreas Panagoulous et al., realizaron un estudio en el que compararon la fijación en suspensión frente a la fijación femoral anteromedial, no encontrando diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la estabilidad anteroposterior de la rodilla. (37) Otro estudio realizado por Saccomanno et al., comparaba la utilización de la fijación tipo botón cortical frente a la fijación suspensoria, tampoco encontrando diferencias significativas entre ambas fijaciones. (38) Finalmente, Aydin et al., realizaron un estudio comparativo entre las diferentes técnicas de fijación femoral con un total de 100 pacientes. No encontraron diferencias clínicas entre las técnicas, siempre que la técnica se aplique correctamente. El cirujano debe elegir una técnica adecuada a su experiencia. (39)

L Garces et al., realizaron un estudio de laboratorio controlado comparando, dentro de las fijaciones tipo femoral, los tornillos interferenciales contra la fijación tipo cortical o suspensión, encontrando que las fijaciones tipo suspensión proporcionaban una fijación más fuerte que el tornillo, aunque es difícil de evaluar. (40)

### TÉCNICAS DE TUNELIZACIÓN:

Las reconstrucciones del ligamento cruzado anterior con injerto monofascicular y técnica transtibial se están realizando con mayor frecuencia. La mayoría de los estudios publicados reportan entre un 75% y un 90% de resultados son positivos, independientemente de la técnica o el tipo de injerto utilizado. Por lo tanto, esta modalidad de reconstrucción sigue siendo considerada como el estándar de oro para la reparación del ligamento cruzado anterior, ofreciendo diversas ventajas, como el paralelismo de los túneles en el plano frontal, resultados estéticos favorables, menor tiempo quirúrgico y resultados clínicos satisfactorios. (4)

A pesar de que se han reportado buenos resultados con la técnica de fascículo único, varios estudios han demostrado resultados pobres a largo plazo, con tasas de fracaso que pueden variar entre el 11% y el 30%. La persistencia del signo de pivot shift se ha observado en un rango del 14% al 30%, y en general, la estabilidad rotatoria no se mantiene con la plastia de un solo túnel. Con el objetivo de mejorar la estabilidad, especialmente la rotatoria, y de reconstruir el ligamento cruzado anterior de manera más anatómica, han surgido en los últimos años diversas técnicas que intentan restituir ambos fascículos del ligamento (anteromedial y posterolateral). Para llevar a cabo esta técnica, se crean dos túneles tibiales (anteromedial y posterolateral) y dos túneles femorales (el anteromedial más anterior y proximal, y el posterolateral más posterior y distal). (42)



En cuanto a los resultados clínicos comparativos, en general se observan mejores resultados con la técnica de doble túnel, aunque también se han publicado trabajos en los que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas. (4,41–43)

Con el objetivo de mejorar la estabilidad rotacional, también se ha buscado realizar la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de manera más anatómica con un único fascículo, especialmente en su inserción femoral, colocando el túnel en una posición más central en la huella femoral. Tradicionalmente, en la plastia monofascicular, se ha realizado una reconstrucción del fascículo anteromedial, colocando el túnel femoral en una posición horaria de las 11 en la rodilla derecha y de las 1 en la rodilla izquierda. Sin embargo, en la plastia monofascicular anatómica, este emplazamiento se realiza en una posición horaria de las 10 para la rodilla derecha y de las 2 para la izquierda. (43)

Se ha demostrado que con esta ubicación anatómica se logra un mejor control de la estabilidad rotacional de la rodilla.

Algunos estudios demuestran que la cirugía monotúnel proporciona una estabilidad anterior adecuada, pero queda escasa en cuanto a la estabilidad rotacional de la rodilla. Para ello se realiza la técnica de doble túnel, con la que se reconstruye el haz anteromedial y el posterolateral. Kurosaka et al., al examinar los resultados clínicos de 54 pacientes con dos años de seguimiento después de la cirugía, observaron una mejor estabilidad progresiva en los haces dobles que en los paquetes individuales. (44) Lo mismo ocurre en un estudio de laboratorio controlado realizado por Bedi et al., donde se encuentran diferencias estadísticamente significativas a favor de la técnica de doble fascículo evaluada por el análisis de la cinemática de cambio de pivote. En este mismo estudio, no se encontraron diferencias en la técnica de Lachman. (45) También Yang Zhang et al., realizaron una revisión sistemática de estudios que comparaban ambas técnicas, encontrando que la técnica de doble fascículo mostraba una mejor estabilidad tanto anterior como rotacional y una puntuación de IKDC objetiva más alta que con la técnica de un único fascículo, (46) al igual que un estudio de Seppanen et al., en el que realizaron un metaanálisis donde compararon ambas técnicas, concluyendo también que la técnica de doble fascículo conduce a una mejor restauración de la rodilla y a resultados subjetivos superiores. (47)

En resumen, podríamos concluir que los resultados clínicos indican que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de doble paquete es equivalente o incluso superior a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de un solo paquete para recuperar la estabilidad anterior y rotacional.

#### ASOCIACIÓN DE PLASTIAS LATERALES Y EXTRA-ARTICULARES:

---

Dada la alta frecuencia de lesiones del ligamento cruzado anterior, ha surgido un interés creciente en métodos nuevos para mejorar los resultados después de la reconstrucción de este. En este contexto, el ligamento anterolateral y su posible relación con las lesiones del ligamento cruzado anterior se han convertido en un área reciente de investigación. El ligamento anterolateral tiene una inserción femoral adyacente al epicóndilo lateral y discurre en dirección anteroinferior, con una inserción tibial entre la cabeza fibular y el tubérculo de Gerdy.

En términos de resultados de estas técnicas, se han publicado algunos resultados prometedores, aunque con un seguimiento limitado en el tiempo. Por lo tanto, se necesitarán más estudios prospectivos a largo plazo para confirmar la efectividad de estas intervenciones. (18)

El pivot shift es el examen más comúnmente utilizado para evaluar la integridad del complejo anterolateral de la rodilla. Aunque este signo tiene una etiología multifactorial, varios estudios han demostrado su correlación biomecánica con la deficiencia de las estructuras implicadas. Se considera que el ligamento anterolateral está lesionado cuando se observa un grado II o superior de pivot shift, lo que significa que hay una translación del compartimento lateral de más de 12 mm durante la realización de esta exploración. (18)

En un estudio reciente, Zaffagnini et al., informan de los resultados con 20 años de seguimiento en 29 de 50 pacientes sometidos a reconstrucción del ligamento cruzado anterior con tendones isquiotibiales y plastia extraarticular realizada con el remanente de dichos tendones. Obtienen un 84% de resultados buenos o excelentes en cuanto a la escala del International Knee Documentation Committee (IKDC).

Varios estudios también han demostrado resultados superiores con la combinación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y la reconstrucción del ligamento anterolateral. En una población de pacientes de alto riesgo estudiada por Sonnery-Cottet et al., la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y del ligamento anterolateral se asoció con una reducción significativa en las tasas de ruptura del injerto del ligamento cruzado anterior, en comparación con los injertos de hueso-tendón patelar aislados o los injertos de tendón de los isquiotibiales. Además, la combinación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y del ligamento anterolateral se ha asociado con mejoras en las mediciones de la laxitud de la rodilla. Por otro lado, aunque el procedimiento fue descrito por primera vez por Lemaire en 1967,

estudios recientes han demostrado que la combinación de la reconstrucción de ambos ligamentos, o un procedimiento de Lemaire modificado, puede reducir la laxitud rotacional, con una disminución estadísticamente significativa en el cambio de pivote después del procedimiento. David A Kolin et al., encontraron que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior realizado junto con la reconstrucción del ligamento anterolateral proporciona puntuaciones de resultados de buenas a excelentes reportadas por el paciente y bajas tasas de fracaso. (48)

En contraposición, los resultados de un estudio realizado por Brian M. Devitt et al., revelaron que la adición del refuerzo a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior no aporta beneficios adicionales en las reconstrucciones primarias tempranas ( $\leq 12$  meses), pero es efectiva para reducir el cambio de pivote postoperatorio en una cirugía retardada. Una revisión determinó que no hay suficiente evidencia para afirmar si la adición del refuerzo a una reconstrucción primaria conduce a una mejora en los resultados clínicos, objetivos, subjetivos o funcionales. Sin embargo, se encontró evidencia de que el refuerzo resulta en una disminución de la laxitud del compartimento lateral, medida mediante radiografía de esfuerzo.

Estos resultados sugieren que, en el contexto de la reconstrucción primaria, el papel del refuerzo es limitado. Es probable que este procedimiento solo beneficie a aquellos pacientes que se someten a una reconstrucción retrasada y presentan una inestabilidad rotacional significativa. (49)

Delaloye et al., reportaron que la tasa de ruptura del injerto fue del 10,8 % en reconstrucciones aisladas del ligamento cruzado anterior con injerto de isquiotibiales cuádruple y del 6,8 % con injerto de tendón rotuliano. En los casos de reconstrucción combinada del cruzado anterior y ligamento anterolateral esta tasa fue solo del 4,1 %, independientemente del tipo de injerto utilizado en la reconstrucción del cruzado anterior, con una reducción en la tasa de fracaso al 8,7% cuando se asoció con la reconstrucción del anterolateral en comparación con la reconstrucción aislada del cruzado anterior. Con un seguimiento a más largo plazo, Sonnery-Cottet et al., en un estudio con una población joven con alto riesgo de practicar deporte, encontraron que la tasa de fracaso del injerto en las reconstrucciones combinadas del cruzado anterior y del ligamento anterolateral era 2,5 veces menor que con los injertos de tendón rotuliano solos y 3,1 veces menor que con los injertos de isquiotibiales cuádruples, además de estar asociada con mayores probabilidades de volver a los niveles deportivos previos a la lesión. (50)

Recientemente, Helito et al., realizaron un estudio comparativo entre pacientes sometidos a reconstrucciones de revisión del ligamento cruzado anterior, algunos con reconstrucción extraarticular y otros sin ella. En este análisis retrospectivo, encontraron que aquellos con reconstrucciones extraarticulares presentaron una tasa de fracaso más baja y menos laxitud, medida mediante KT-2000 y el examen físico del cambio de pivote. (51)

Se ha descrito la asociación de plastias extra-articulares tipo Lemaire para solventar la inestabilidad de la rodilla. Witvoet et al., estudiaron 91 ligamentoplastias tratadas quirúrgicamente para la laxitud anterior de la rodilla. La técnica utilizada fue una ligamentoplastia extra-articular aislada de Lemaire contra una doble plastia. se observó que los pacientes sometidos a la ligamentoplastia de Lemaire obtuvieron mayor estabilidad y volvieron antes a practicar deporte a nivel preoperatorio que los sometidos a una doble plastia. (52)

Joseph et al., evaluaron 96 pacientes sometidos a una reconstrucción primaria, y parte de ellos se sometieron a un procedimiento de Lemaire. Concluyeron que los pacientes sometidos a la cirugía de Lemaire recuperaron la musculatura isocinética equivalente como los que no se sometieron a la cirugía, además de recuperar la estabilidad rotacional. (53) Guan – Yang et al., también analizaron la asociación de una plastia de Lemaire junto con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior para solucionar el problema del pivot shift de alto grado. Esta asociación demostró una reducción significativa de la prevalencia del pivot shift, pero no hubo diferencias en las puntuaciones de IKDC y la estabilidad anterior de la rodilla en comparación con la reconstrucción aislada del ligamento cruzado anterior. (54)

Grassi et al., realizaron una revisión sistemática sobre la asociación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, sumando una plastia extraarticular lateral. Concluyeron que se obtuvieron buenos resultados en cuanto a, la inestabilidad rotacional, sin embargo, en la práctica clínica, la asociación de una plastia tipo Lemaire se indica en las cirugías de revisión. (55)

Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

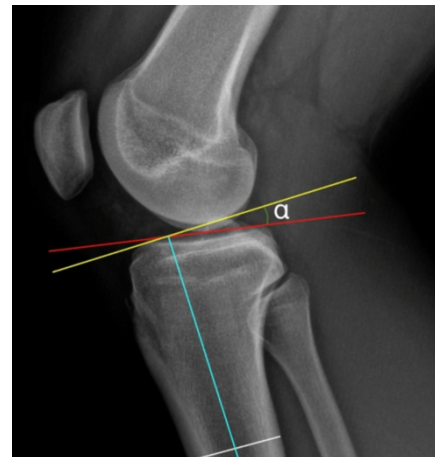
Por otro lado, un estudio biomecánico realizado por Delaloye et al., donde se comparó el papel estabilizador de la reconstrucción del ligamento anterolateral y la tenodesis lateral extraarticular tipo Lemaire modificada junto con la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, se determinó que en las rodillas con deficiencia del ligamento cruzado anterior más la reconstrucción del ligamento anterolateral se restauraron la estabilidad nativa de la rodilla en la traslación anterior y la rotación interna en contra de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior aislada. Tanto la reconstrucción anterolateral como la de Lemaire modificada fueron similares en la restauración de la cinemática de la rodilla. (56)

Otro estudio que comparaba las reconstrucciones anterolaterales con la reconstrucción de la técnica de Lemaire modificada, ambas asociadas a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior no mostraron diferencias estadísticamente significativas con respecto a las escalas de IKDC, puntuaciones de Lyshom, parámetros de laxitud de rodilla y tasas de fracaso. Sin embargo, hubo ventajas hacia la técnica de reconstrucción del paquete anterolateral, destacando una vuelta al deporte más temprana. (57)

Se puede concluir que la asociación de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior junto con una tenodesis extraarticular modificada tipo Lemaire o anterolateral devuelve la cinemática nativa a la rodilla, mejorando la inestabilidad rotacional de la articulación en comparación con la reconstrucción del ligamento aislada, y por lo tanto, una reducción de la tasa de fracaso del injerto. (58)

#### INDICACIÓN DE LA OSTEOTOMÍA EN LA CIRUGÍA DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

Varios son los factores de riesgo que podrían contribuir al fracaso de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior y que han sido analizados y clasificados en intrínsecos y extrínsecos. (59) Se ha puesto un fuerte énfasis en los factores extrínsecos, como la elección del injerto, el diámetro y la tensión de este, así como la colocación de túneles y la técnica de reconstrucción. A lo largo del tiempo, ha habido un progreso gradual y continuo que ha llevado a mejoras en los resultados de la reconstrucción. (60) Sin embargo, en los últimos años, se ha prestado más atención a los factores intrínsecos, particularmente la desalineación coronal metafisaria y la pendiente tibial posterior, aspectos que rara vez se consideraban y corregían simultáneamente con la reconstrucción del cruzado anterior. (61,62)



La desalineación en el plano coronal puede provocar una alteración en la carga entre los compartimentos medial y lateral de la rodilla, lo que resulta en un mayor riesgo de daño en el menisco y el cartílago, así como en una progresión más rápida de la osteoartritis en el compartimento con mayor carga. (63) Por otro lado, el aumento de la pendiente tibial posterior puede ser responsable de una reducción de la estabilidad de la rodilla después de la reconstrucción, provocando un fracaso del injerto. (64)

La reducción quirúrgica de la pendiente tibial mediante una osteotomía tibial sagital ofrece protección biomecánica al injerto del ligamento cruzado anterior. Se puede considerar realizar una osteotomía de cuña de cierre anterior cuando la pendiente tibial lateral supera los 12°. Webb et al., reportaron un aumento en la probabilidad de fracaso de la plastia en pacientes con una pendiente tibial  $\geq 12^\circ$ . (65) Por otro lado, Grassi et al., sugirieron que una combinación de una pendiente tibial elevada y una traducción tibial anterior  $> 10$  mm representa la situación de mayor riesgo de fracaso en la plastia. (66,67) Sonnery-Cottet et al., informaron de una mejoría estadísticamente significativa en las puntuaciones de las escalas de Lysholm e IKDC y la reducción en la laxitud anterior media en los pacientes que se habían sometido a la osteotomía tibial. (68) A su vez, Song et al., descubrieron también una mejoría estadísticamente significativa en dichas escalas en los pacientes sometidos al procedimiento en cuestión por la misma

causa. (69) Respecto al mismo tema, Arnav Gupta et al., realizaron una revisión sistemática donde encontraron que el uso de la osteotomía tibial para la revisión de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior produce buenos resultados funcionales, bajas tasas de complicaciones y no se notificaron rupturas. (70) Al igual que se indica en el estudio de Michael-Alexander Malahias, en el que se realiza la osteotomía en pacientes con varo de rodilla, obteniéndose los mismos resultados. (71) Otro estudio elaborado por Trojani et al., donde se estudiaba a pacientes con reconstrucción del ligamento cruzado anterior junto con una osteotomía por varo, se concluyó que los pacientes sometidos a la osteotomía volvieron antes a la actividad deportiva. (72)

En cuanto a las contraindicaciones nos encontramos con hiperextensión de la rodilla más de 10º, una deformidad en varo superior a 5º y osteoartritis de grado IV. (72)

Parece que la osteotomía tibial y la reconstrucción del ligamento cruzado anterior de una etapa son un procedimiento seguro y eficaz para el tratamiento de pacientes que sufren de genu varo de rodilla en combinación con inestabilidad anterior de la rodilla.

En cuanto al genu Valgo de rodilla, se define como una alteración en el eje femorotibial más allá de los 6-8º de valgo fisiológicos, y se caracteriza por un desplazamiento del eje mecánico hacia el compartimento lateral, produciendo un desgaste precoz del mismo. Las osteotomías femorales son una opción quirúrgica en aquellos pacientes con genu valgo de rodilla. Con este procedimiento se consigue corregir la mala alineación en valgo, y, por consiguiente, reducir la tasa de fracaso de plastias de LCA por este motivo. (73)

#### TÉCNICAS DE BIOAUMENTO EN EL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO DE LAS LESIONES DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

La intervención quirúrgica para tratar las rupturas del ligamento cruzado anterior ha mostrado ser altamente efectiva, con resultados generalmente satisfactorios. No obstante, a pesar de que la mayoría de los pacientes recuperan la funcionalidad tras este procedimiento, la reconstrucción del ligamento cruzado anterior todavía presenta deficiencias. Con el objetivo de mejorar estos resultados, se han utilizado diversas técnicas de bioaumento, mayormente en estudios con modelos animales. (74) Estas técnicas incluyen: factores de crecimiento (proteína morfogenética ósea, factor de crecimiento epidérmico, factor estimulante de colonias de granulocitos, factor de crecimiento de fibroblastos básico, factor de crecimiento transformador- $\beta$ , factor de crecimiento de hepatocitos, factor de crecimiento endotelial vascular y concentrados de plaquetas como plasma rico en plaquetas, coágulo de fibrina y suero autólogo condicionado), células madre mesenquimales, tejido autólogo, varios productos farmacéuticos (alfa-2-macroglobulinafosfonatos), métodos biofísicos/ambientales (oxígeno hiperbárico, ultrasonido pulsado de baja intensidad, terapia de ondas de choque), biomateriales (métodos de fijación, recubrimientos biológicos, sustitutos óseos biosintéticos, materiales osteoconductores) y terapia génica. Todos ellos han mostrado buenos resultados en estudios experimentales; sin embargo, los estudios clínicos sobre bioaumento publicados hasta ahora son altamente heterogéneos y tienen un bajo grado de evidencia. La técnica más utilizada hasta la fecha es el plasma rico en plaquetas, y por ello en esta revisión nos centraremos en este último. (74)

El plasma rico en plaquetas es una combinación autóloga de plaquetas altamente concentradas y factores de crecimiento asociados, obtenidos mediante la separación centrífuga de la sangre. Se ha evidenciado que los factores de crecimiento liberados por el plasma rico en plaquetas estimulan el reclutamiento celular, la proliferación y la angiogénesis. También se ha sugerido que el plasma rico en plaquetas puede desencadenar un evento inflamatorio transitorio que induce una respuesta regenerativa. (75)

La respuesta celular después del tratamiento quirúrgico varía según el procedimiento realizado. Para una curación exitosa del ligamento, se necesita la presencia de células en el sitio de reparación que puedan proliferar y elaborar la matriz extracelular, para restaurar las propiedades biomecánicas del ligamento. Después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, el injerto de tendón continúa madurando e

integrándose a través de fases celulares progresivas: fases inflamatorias agudas, revascularización, recelularización y remodelación de tejidos. (76) A través del proceso de "ligamentización", el injerto se remodela y adquiere características físicas y mecánicas similares al ligamento nativo. Durante este proceso, la interfaz tendón-hueso del injerto también experimenta cambios, aunque sigue siendo relativamente inestable. Esto puede contribuir a la vulnerabilidad del injerto a la ruptura. (77)

La investigación en este campo ha explorado varios enfoques, incluidas las células madre y las terapias plaquetarias, para mejorar la curación del ligamento cruzado anterior. Estos enfoques tienen como objetivo mejorar la calidad del tejido injertado y promover una integración más robusta entre el injerto y el hueso. (78,79)

Andriolo et al., realizaron una revisión sistemática para evaluar el papel del plasma rico en plaquetas en la ligamentización del injerto del cruzado anterior y la modulación inflamatoria. Este análisis encontró evidencia limitada de varios estudios que respaldan un impacto positivo en la aceleración del proceso de maduración e incorporación del injerto, aunque hubo una variabilidad significativa en cuanto a la dosis y la concentración del plasma. (80) Para abordar esta cuestión, Fleming et al., llevaron a cabo un estudio preclínico, donde los resultados mostraron que los injertos tratados con una concentración fisiológica de plaquetas tuvieron una mayor rigidez en comparación con el grupo de control. Sin embargo, no hubo un aumento estadísticamente significativo en la rigidez lineal del injerto en los grupos con concentraciones de plaquetas 3 veces o 5 veces mayores que la fisiológica. (81)

Aunque las nuevas tecnologías biológicas en la cirugía ortopédica para lesiones deportivas están en constante evolución, la literatura aún no ofrece conclusiones definitivas sobre cuándo deben implementarse. A medida que se acumulan los resultados a largo plazo, se reconocen más las limitaciones de las intervenciones quirúrgicas para lesiones comunes en atletas, como los desgarros del ligamento cruzado anterior, y el bioaumentado puede ofrecer alternativas. Sin embargo, hay que entender que el bioaumentado no es una solución universal. La atención pública hacia los tratamientos biológicos, especialmente entre los atletas profesionales, puede generar expectativas poco realistas sobre su capacidad regenerativa.

Como con cualquier otro tipo de intervención, el bioaumentado es más efectivo cuando se aplica de manera específica para abordar problemas biológicos concretos. Los cirujanos deben mantener expectativas realistas sobre estas tecnologías y considerar otros factores que puedan influir en los resultados. Por ejemplo, el bioaumentado no puede corregir problemas de alineación de las extremidades, los cuales deben tratarse con osteotomías en su lugar. (82)

Radice et al., encontraron que la reconstrucción del ligamento cruzado anterior aumentado con plasma rico en plaquetas logró la homogeneidad de la señal del segmento intraarticular en secuencias de resonancia magnética. (83) Igual que Ruprecht et al., en un ensayo con 50 pacientes, notaron datos compatibles con el aumento de la densidad vascular y la permeabilidad de los microvasos en el túnel tibial proximal a 1 y 2,5 meses postoperatoriamente, lo que sugiere una influencia positiva en la curación e incorporación de injerto a hueso. (84)

Vogrin et al., encontraron un nivel significativamente más alto de vascularización en la resonancia magnética mejorada con contraste en la interfaz osteoligamentosa del grupo plasma rico en plaquetas en comparación con el grupo de control a las 4-6 semanas. (85)

Sin embargo, Orrego et al., observaron una mejora aislada en el proceso de maduración del injerto sin encontrar diferencias en la interfaz injerto-hueso al aplicar un concentrado plaquetario intraoperatorio. (86) Por otro lado, Vadala et al. concluyeron que la aplicación directa de plasma rico en plaquetas en los túneles femorales y tibiales no fue efectiva para acelerar la integración del injerto con el hueso ni para prevenir el agrandamiento del túnel. (87) En un estudio realizado por Mirzatolooei et al., tampoco se encontraron diferencias en el ensanchamiento del túnel entre los grupos que recibieron inyecciones de PRP y los grupos de control en imágenes avanzadas postoperatorias, ni en la laxitud en el examen clínico a las 12 semanas. (88)

En un ensayo controlado aleatorio, se observó que un año después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, la administración de plasma rico en plaquetas se asoció con una reducción de la

inflamación 24 horas después del procedimiento quirúrgico. Sin embargo, no se encontraron diferencias en las puntuaciones de IKDC ni en la curación radiológica del injerto entre los grupos tratados con plasma rico en plaquetas y los grupos de control. (89) Por otro lado, Komzak et al., en un estudio prospectivo que evaluó el efecto del PRP en la curación del injerto, no encontraron diferencias en las puntuaciones funcionales entre los pacientes que recibieron plasma rico en plaquetas y los controles. (90)

Debido a la falta de especificidad y los resultados clínicos mixtos de las terapias basadas en plaquetas, algunos autores han explorado procedimientos alternativos más específicos.

Wasim S. Khan en una revisión sistemática concluyeron que a pesar de los prometedores resultados obtenidos en modelos animales con todos los métodos de bioaumentación, siguen siendo experimentales. Se necesitan más estudios clínicos que cumplan con los estándares mínimos de calidad para determinar si las técnicas de bioaumentación actuales y emergentes en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior son realmente beneficiosas para los pacientes. (74)

Podríamos concluir que se necesitan más estudios para demostrar los beneficios acerca de la utilización del plasma rico en plaquetas en la cirugía de ligamento cruzado anterior en humanos, sin embargo, las expectativas parecen buenas.

#### TIEMPO DE DEMORA EN LA CIRUGÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR:

A pesar de las mejoras en la inestabilidad después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, las lesiones intraarticulares asociadas siguen siendo una causa importante de preocupación y un factor pronóstico importante para los resultados a largo plazo, ya que pueden conducir a la osteoartritis. El retraso en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior se ha relacionado de forma variable con el aumento de estas lesiones, pero hay una falta de consenso sobre el momento óptimo de la reconstrucción. (91) Gupta et al., realizaron un estudio observacional con 438 pacientes en el que concluyeron que un retraso en la cirugía reparadora del ligamento cruzado anterior predice un aumento de lesiones meniscales y laterales articulares. En este estudio, también se analizaron otras variables como la edad, el sexo y el mecanismo lesional. (91)

Reijman et al., realizaron un ensayo controlado aleatorizado en el que comparaban una reconstrucción quirúrgica temprana contra una rehabilitación con reconstrucción electiva tardía. Concluyeron que aquellos que se sometieron a una reconstrucción quirúrgica temprana, en comparación con la rehabilitación seguida de una reconstrucción quirúrgica electiva, mejoraron la percepción de los síntomas, la función de la rodilla y la capacidad de participar en deportes en el seguimiento de dos años. (92) De la misma forma, Baba et al., realizaron un estudio de cohortes con 171 pacientes sometidos a una reconstrucción del ligamento en cuestión, pero con diferentes tiempos de demora quirúrgica. Los pacientes sometidos a una reconstrucción temprana obtuvieron una laxitud anterior menor, sin embargo, no hubo diferencias significativas en el rango postoperatorio del movimiento de la rodilla o resultados funcionales. (93)

Por otro lado, un Shen et al., realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis con el que sacaron las conclusiones de que no existían diferencias estadísticamente significativas en los factores analizados en este estudio, a excepción de las puntuaciones de IKDC y Lysholm. (94)

#### Complicaciones relacionadas con el momento de la ACLR

Tiempo para la cirugía	Temprano (< 3 semanas)	Tarde (> 1 año)
Complicaciones e inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artrofibrosis</li> <li>• Rehabilitación prolongada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis</li> <li>• Lesión meniscal</li> <li>• Daño osteocondral</li> <li>• Desgarro de ligamento</li> </ul>

(95)

Parece que una reconstrucción temprana reduce las lesiones y fracasos postoperatorios, sin embargo, no hay consenso en el momento de realizar la cirugía.

#### CIRUGÍA DE REVISIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR EN UNO O DOS TIEMPOS:

La decisión de realizar la cirugía de revisión en uno o dos tiempos debe de tener en cuenta una serie de aspectos. Si en una intervención se puede abordar tanto el déficit de movilidad como la inestabilidad, los resultados funcionales han demostrado ser favorables a la hora de realizar la cirugía en un tiempo. Sin embargo, si persisten dudas sobre la capacidad de resolver el déficit de movilidad, puede ser más prudente realizar inicialmente una revisión para eliminar los restos de la ligamentoplastia anterior, el material de fijación, cerrar los túneles óseos y realizar una artrolysis para lograr un equilibrio articular óptimo antes de considerar una segunda intervención. (96)

En casos donde la rigidez es causada por fibrosis articular o cambios degenerativos en la rodilla, es posible que el reemplazo de la plastia no sea una opción adecuada.

También se debe valorar la localización y tamaño de las incisiones previas, donde se suele utilizar las mismas de la primera cirugía. (96)

El tipo de fijación también será un aspecto a tener en cuenta a la hora de realizar una cirugía en uno o dos tiempos, ya que, si en la primera se utilizó material reabsorbible, será más difícil eliminarlo que si se usó material metálico. El tamaño, morfología y localización de los túneles óseos es la característica más importante a la hora de valorar la cirugía por lo que en situaciones donde los túneles óseos fueron colocados anatómicamente y no muestran una dilatación excesiva, es probable que sea factible realizar el recambio de la plastia en una sola cirugía. Esto se puede lograr utilizando un injerto con material óseo o una plastia tendinosa de mayor diámetro.

Respecto al grado de dilatación de los túneles óseos, la mayoría de los autores consideran que una dilatación superior a 12-14 mm hace recomendable realizar la cirugía en dos etapas. Sin embargo, algunos estudios más recientes, como el de Pioger et al., no encontraron diferencias estadísticamente significativas en los resultados funcionales entre recambios realizados en un solo tiempo, incluso con túneles óseos superiores e inferiores a 12 mm, con seguimientos de 5 a 15 años. (97)

En casos donde los túneles no están ubicados correctamente y no interfieren con la creación de nuevos túneles, no suele ser dificultad para realizar el recambio en un solo tiempo. Sin embargo, si existe el riesgo de comunicar los túneles durante la creación de los nuevos, es recomendable realizar el recambio en dos etapas para evitar una integración insuficiente del nuevo injerto dentro del túnel óseo. (98)

Otro punto para tener en cuenta es el rango de movimiento, tanto activo como pasivo, que debe evaluarse y compararse con el lado no lesionado. La incapacidad para lograr la extensión completa de la rodilla o los déficits significativos en la flexión pueden representar contraindicaciones para la cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior (99), a menos que estén relacionados con un posicionamiento incorrecto del injerto. La hiperextensión de la rodilla es un factor de riesgo bien reconocido para el fracaso de la cirugía y puede requerir procedimientos quirúrgicos adicionales para abordarla. (100–102)

La elección del tipo de injerto ya sea autoinjerto o aloinjerto, es otro de los ítems a tener en cuenta a la hora de realizar una cirugía de revisión. Un registro danés, con más de 1.600 cirugías de recambio registradas, demuestran un índice de fracaso de la cirugía de revisión 2,2 veces superior cuando se utilizan aloinjertos, además de una mayor laxitud anterior (0,4 mm de media y sin repercusión clínica aparente) respecto al autoinjerto, después de un año de seguimiento. (103)

Con respecto a este mismo punto, un metaanálisis elaborado por Grassi et al., comparaban 32 estudios en los que se realizaron cirugías de revisión con los dos tipos de injerto, determinando que no existían diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos. (104) La misma conclusión se obtiene de otros estudios similares. (105–107)

Actualización en el tratamiento de las lesiones del ligamento cruzado anterior.

Cuando la cirugía se realiza en dos tiempos, el objetivo de la primaria es conseguir las condiciones ideales para que la segunda intervención sea lo más parecida posible a la reconstrucción primaria del ligamento, sin embargo, no existe consenso de las indicaciones de realizar la cirugía en dos tiempos. La única condición en la que es obligatoria este tipo de cirugía es cuando existe infección, o existe una osteofibrosis grave. (108)

La decisión de realizar una cirugía de revisión en uno o dos tiempos sigue siendo controvertida y actualmente no existe consenso al respecto. Existen múltiples variables para tener en cuenta como hemos descrito previamente, y en función de estas se deberá estudiar cada caso de forma individualizada. (18,109)

#### **VUELTA AL DEPORTE:**

---

La lesión del ligamento cruzado anterior es especialmente significativa en deportistas, ya que interrumpe su actividad competitiva y aumenta el riesgo de nuevas lesiones. La recuperación de la reconstrucción de este ligamento está influenciada por diversos factores médicos, como la técnica quirúrgica, la elección del injerto, el proceso de rehabilitación y el momento adecuado para regresar al deporte. Además, factores psicológicos, sociales, así como edad y sexo, también desempeñan un papel importante y deben considerarse en el tratamiento.

El enfoque del tratamiento debe ser multidisciplinario, involucrando al cirujano, al médico rehabilitador y, en algunos casos, a un apoyo psicológico para restaurar la confianza del deportista. (110)

Muchos autores coinciden en que se consideran superiores los autoinjertos que los aloinjertos, pero dentro de los autoinjertos no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los diferentes tipos. A pesar de ello, hay autores que sugieren ventajas del hueso-tendón-hueso y lo recomiendan en ciertos casos, como atletas profesionales, donde se requiere una recuperación más rápida y una rehabilitación más agresiva. Además, puede ser preferible en casos de rodillas con genu recurvatum, donde las plastias con isquiotibiales tienen mayor tendencia a elongarse, así como en deportes que demandan un mayor trabajo de los estabilizadores mediolaterales.

Independientemente del tipo de injerto utilizado, se recomienda no regresar al deporte antes de los 6 meses después de la cirugía debido al riesgo de rotura, y este riesgo disminuye gradualmente a medida que se acerca a los 9 meses como Grindem dicta en su estudio, mientras que otros como Nagelli y Hewett establecen los 2 años como el momento más seguro para la plastia. (111) Grindem et al., encontraron que por cada mes que se retrasa el regreso a la actividad deportiva (de 6 a 9 meses), la probabilidad de sufrir una recurrencia de la lesión se reduce considerablemente, hasta en un 51%. Por el contrario, todos los deportistas que regresaron a la práctica deportiva en menos de 5 meses después de la operación experimentaron una recurrencia de la lesión. Por lo tanto, es evidente que tanto el tiempo como los criterios objetivos son cruciales para garantizar un regreso seguro al deporte. (112) Así mismo, Katarina Sin et al., realizaron una revisión donde encontraron que la evidencia actual indica que el autoinjerto de tendón rotuliano para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior en la población atlética presenta una tasa de fracaso significativamente menor que todas las otras opciones de injerto. Con respecto al aloinjerto, no se recomendaba como primera opción, si no que se indicaban en pacientes mayores, en cirugías de revisión o en casos de reconstrucción multiligamentosa. No se comprende completamente por qué los pacientes con un autoinjerto de tendón patelar tienen un mayor riesgo de lesión contralateral en comparación con los pacientes que reciben un autoinjerto de tendón de isquiotibiales. Una explicación a este hallazgo podría ser que los pacientes con un autoinjerto de hueso tendón hueso tienen una mayor capacidad para regresar al deporte y hacerlo antes y a un nivel más alto, lo que, a su vez, hace que la rodilla contralateral sea más susceptible a la lesión. Otras causas podrían estar relacionadas con cambios bioquímicos o alteraciones en la función neuromuscular después de la reconstrucción del LCA. (113)

Tras una cirugía de revisión de LCA, la tasa de retorno al mismo tipo de deporte previo puede ser inferior, y el tipo de plastia utilizada podría ser un factor determinante. Un estudio de 2018 comparó pacientes

que retomaron el mismo tipo de deporte que practicaban antes de la lesión según el tipo de injerto utilizado, ya sea autoinjerto o aloinjerto. En el seguimiento de un año, el 51.1% de los pacientes del grupo de aloinjerto y el 62.8% del grupo de autoinjerto habían vuelto a practicar su deporte previo, sin que esta diferencia fuera significativa, como se concluye en el punto anterior. Sin embargo, a los dos años de seguimiento, se observó un aumento significativo en los pacientes del grupo de autoinjerto que habían retomado su actividad (75%) en comparación con los del grupo de aloinjerto (43.3%). En cuanto al nivel de actividad física, no se encontraron diferencias significativas durante todo el período de seguimiento. El miedo a realizar ciertos movimientos con la articulación lesionada parece ser una causa importante para no retomar el mismo tipo de deporte. Keizer et al., observaron una diferencia significativa en la tasa de retorno a la actividad deportiva entre pacientes preocupados (49%) y aquellos que no lo estaban (82%) en un seguimiento de un año tras la cirugía de revisión. (114) Esto plantea la cuestión de si sería beneficioso acompañar la rehabilitación con un programa psicológico para mejorar la tasa de retorno al deporte. Otros factores que pueden influir en un resultado final menos favorable para el retorno a la actividad deportiva incluyen la realización de la cirugía posterior a los 3 meses, el tabaquismo, un índice de masa corporal (IMC) superior a 30 o una limitación del rango de movilidad previo a la cirugía. (114–117)

#### **ANALGESIA POSTOPERATORIA:**

---

El bloqueo del nervio femoral es un método común para reducir el dolor postquirúrgico, aunque también se asocia con una serie de efectos adversos como la debilidad del cuádriceps, la deambulación tórpidas y el aumento del riesgo de caída. (118) Se llegó a la conclusión de que el bloqueo del canal aductor se puede ofrecer como una alternativa, ya que ahorra nervios motores al bloqueo del nervio femoral, que preserva la función del cuádriceps en el período postoperatorio temprano después de la reconstrucción del LCA, al tiempo que proporciona un nivel similar de analgesia. (119)

Otra posibilidad es la infiltración de anestesia intraarticular. Un estudio de N Lefevre et al., compararon esta técnica con el bloqueo del nervio femoral, concluyendo que no existían diferencias en cuanto al dolor postoperatorio temprano, sin embargo, los que recibieron el bloque del nervio femoral consumieron menos analgésicos por vía oral. (120)

Otros estudios evaluaron las técnicas mencionadas anteriormente en conjunto, no encontrando diferencias en cuanto al dolor postoperatorio, pero la infiltración de anestesia intraarticular disminuye los riesgos asociados de los procedimientos regionales citados anteriormente. (121–123)

## CONCLUSIONES:

1. El autoinjerto se considera de elección en la restauración del ligamento cruzado anterior, en especial en pacientes jóvenes deportistas, no obteniendo diferencias estadísticamente significativas entre el autoinjerto y el aloinjerto en el resto de pacientes.
2. De todos los autoinjertos, el injerto de hueso-tendón-hueso obtiene mayores beneficios en cuanto al retorno en la actividad deportiva.
3. Las diferentes técnicas de fijación femoral y tibial no muestran diferencias estadísticamente significativas, si la técnica quirúrgica se aplica correctamente.
4. Con respecto a las técnicas de tunelización, la optimización de resultados se consigue con la localización anatómica de los túneles.
5. La asociación de una plastia extraarticular modificada tipo Lemaire, o la reconstrucción del paquete anterolateral se han relacionado con una mejora en la estabilidad rotacional con una menor tasa de fracaso de la plastia de la articulación en comparación con los pacientes sometidos a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior aislada.
6. Se ha observado una disminución de la tasa de fracaso de del ligamento cruzado anterior al realizar osteotomías femorales tibiales para la corrección de las desalineaciones en el eje.
7. Tras diversos estudios, la aplicación de PRP, no ha demostrado aumentar la supervivencia de la plastia ni mejorar los resultados clínicos.
8. Los estudios clínicos avalan que, para una correcta optimización de los resultados clínicos, la demora quirúrgica deberá ser en un plazo no superior a los 3 meses.
9. Siempre que las condiciones del paciente y las características del caso lo permitan, la cirugía en un tiempo presenta resultados favorables. En los casos de infección, túneles óseos de mayor tamaño, o restricción de la movilidad, la opción recomendable será la cirugía en dos tiempos
10. Los 6 meses post-cirugía como tiempo referencia para la vuelta al deporte, reduciéndose la tasa de fracasos cuanto más nos alejemos de este tiempo.
11. Tanto el bloqueo del nervio femoral, del nervio abductor o la aplicación de anestesia intraarticular, ofrecen una disminución del dolor en el posoperatorio inmediato.

## BIBLIOGRAFÍA:

1. Culvenor AG, Girdwood MA, Juhl CB, Patterson BE, Haberfield MJ, Holm PM, et al. Rehabilitation after anterior cruciate ligament and meniscal injuries: a best-evidence synthesis of systematic reviews for the OPTIKNEE consensus. *Br J Sports Med.* diciembre de 2022;56(24):1445-53.
2. V. SANCHIS ALFONSO y F. GOMAR SANCHO. Anatomía descriptiva y funcional del ligamento cruzado anterior. Implicaciones clínico - quirúrgicas. Cátedra de traumatología y ortopedia Universidad de Valencia.
3. Antonio Cruz Cámara Alfredo Villalba Aramburu Rebeca García Barcenilla Luis Cerezal Pesquera. Lesiones parciales del ligamento cruzado anterior. *Revista Española Artroscópica.* 2020;
4. Ayala-Mejías JD \* García-Estrada GA, \*\* Alcocer Pérez-España L\*\*\*. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *SciELO.* 2014;
5. Griffin LY, Agel J, Albohm MJ, Arendt EA, Dick RW, Garrett WE, et al. Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries: Risk Factors and Prevention Strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.* mayo de 2000;8(3):141-50.
6. Mader K, Pennig D, Dargel J, Gotter M, Koebke J, Schmidt-Wiethoff R. Biomechanics of the anterior cruciate ligament and implications for surgical reconstruction. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* abril de 2007;2(1):1-12.
7. García German Vaxquez D, Delgado Martinez A.D, Hernandez Hermoso JA. Lesiones de los ligamentos y meniscos de la rodilla. *Cirugía ortopédica y traumatología.* 4ª edición. Madrid. Editorial médica panamericana. 2018.
8. Drs. Carolina Rabat J(1) GDPEB 0(3). Signos de rotura del ligamento cruzado anterior en radiografía simple. *SciELO.* 2008;
9. Kirkendall DT, Garrett WE. The Anterior Cruciate Ligament Enigma. *Clin Orthop Relat Res.* marzo de 2000;372:64-8.
10. Jorge Jaime Márquez Arabia1 WHMA. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *SciELO.* 2009;
11. Bucher C, Lamy D, Debaty G, Pailhé R, Saragaglia D. Validity of the lever sign test for the clinical diagnosis of anterior cruciate ligament tears: Assessments in ski resorts. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* mayo de 2022;108(3):103254.
12. Seeber GH, Thalhamer C, Matthijs OC, Doskar W, Sizer PS, Lazovic D. Clinical Accuracy of the Lateral-Anterior Drawer Test for Diagnosing Posterior Cruciate Ligament Rupture. *Sports Med Open.* 19 de agosto de 2022;8(1):106.
13. Kohn L, Rembeck E, Rauch A. Verletzung des vorderen Kreuzbandes beim Erwachsenen. *Orthopade.* 21 de noviembre de 2020;49(11):1013-28.
14. Dragos Popescu María Victoria Pomenta Bastidas. Límites de la osteotomía en la ligamentoplastia del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de la artroscopia y cirugía articular.* 2020;
15. Rodriguez K, Soni M, Joshi PK, Patel SC, Shreya D, Zamora DI, et al. Anterior Cruciate Ligament Injury: Conservative Versus Surgical Treatment. *Cureus.* diciembre de 2021;13(12):e20206.
16. Monk AP, Davies LJ, Hopewell S, Harris K, Beard DJ, Price AJ. Surgical versus conservative interventions for treating anterior cruciate ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 3 de abril de 2016;4(4):CD011166.
17. Petersen W, Forkel • P, Achtnich • A, Metzlauff • S, Zantop • T, Krankenhaus L, et al. Técnicas quirúrgicas Objetivos.
18. Sastre Solsona S. ¿Qué está de moda ahora en el ligamento cruzado anterior? *Revista Española de Artroscopia y Cirugía Articular.* septiembre de 2020;27(3).
19. Andrés-Cano P, Godino M, Vides M, Guerado E. Complicaciones de la reparación artroscópica del ligamento cruzado anterior sin ingreso hospitalario. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* mayo de 2015;59(3):157-64.

20. Dr. Francisco Arcuri DrEADrFB. Scores para la evaluación de resultados en la cirugía del ligamento cruzado anterior. Asociación Argentina de Artroscopia. 2010;
21. Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. EFORT Open Rev. noviembre de 2016;1(11):398-408.
22. Albishi W, Baltow B, Albusayes N, Sayed AA, Alrabai HM. Hamstring autograft utilization in reconstructing anterior cruciate ligament: Review of harvesting techniques, graft preparation, and different fixation methods. World J Orthop. 18 de octubre de 2022;13(10):876-90.
23. Baawa-Ameyaw J, Plastow R, Begum FA, Kayani B, Jeddy H, Haddad F. Current concepts in graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction. EFORT Open Rev. septiembre de 2021;6(9):808-15.
24. Frank RM, Higgins J, Bernardoni E, Cvetanovich G, Bush-Joseph CA, Verma NN, et al. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Basics: Bone–Patellar Tendon–Bone Autograft Harvest. Arthrosc Tech. agosto de 2017;6(4):e1189-94.
25. Jia YH, Sun PF. Comparison of Clinical Outcome of Autograft and Allograft Reconstruction for Anterior Cruciate Ligament Tears. Chin Med J (Engl). 5 de diciembre de 2015;128(23):3163-6.
26. Tucker A, McMahon S, McArdle B, Rutherford B, Acton D. Synthetic versus autologous reconstruction (Syn-VAR) of the medial patellofemoral ligament: a study protocol for a randomised controlled trial. Trials. 3 de diciembre de 2018;19(1):268.
27. Kan SL, Yuan ZF, Ning GZ, Yang B, Li HL, Sun JC, et al. Autograft versus allograft in anterior cruciate ligament reconstruction. Medicine. septiembre de 2016;95(38):e4936.
28. Krupa S, Reichert P. Clinical and functional evaluation of primary anterior crucial ligament reconstruction by using allograft. Advances in Clinical and Experimental Medicine. 1 de septiembre de 2020;29(9):1029-37.
29. 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. 14 de junio de 2019;27(6):1782-90.
30. Zhao BA, Yao YY, Ji QX, Li ZY, Cheng B, Pan JF. No difference in postoperative efficacy and safety between autograft and allograft in anterior cruciate ligament reconstruction: a retrospective cohort study in 112 patients. Ann Transl Med. marzo de 2022;10(6):359-359.
31. Zheng X, Hu Y, Xie P, Li T, Feng Y e, Gu J, et al. Clinical outcomes and second-look arthroscopic findings of anterior cruciate ligament reconstruction with autograft, hybrid graft, and allograft. J Orthop Surg Res. 21 de diciembre de 2019;14(1):380.
32. Zhao L, Lu M, Deng M, Xing J, He L, Wang C. Outcome of bone–patellar tendon–bone vs hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. Medicine. 25 de noviembre de 2020;99(48):e23476.
33. Migliorini F, Torsiello E, Trivellas A, Eschweiler J, Hildebrand F, Maffulli N. Bone-patellar tendon-bone versus two- and four-strand hamstring tendon autografts for ACL reconstruction in young adults: a Bayesian network meta-analysis. Sci Rep. 27 de abril de 2023;13(1):6883.
34. 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. Int Orthop. 19 de febrero de 2020;44(2):365-80.
35. Yang W, Huang X, Wang S, Wang H, Huang W, Shao Z. The long-term outcomes of different grafts in anterior cruciate ligament reconstruction: a network meta-analysis. J Orthop Translat. enero de 2021;26:16-30.
36. Liu Y, Liu X, Liu Y, Yang S. Comparison of clinical outcomes of using the nonirradiated and irradiated allograft for anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: A systematic review update and meta-analysis. Medicine. 12 de agosto de 2022;101(32):e29990.
37. Panagopoulos A, Mylonas D, Kouzelis A, Zampakis P, Kraniotis P, Lakoumentas J, et al. No Difference in Outcomes Between Suspensory (Fixed-Loop Cortical Button) Versus Expandable Anteromedial Femoral Fixation in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autologous

- Hamstring Tendons: A Prospective, Randomized, Controlled Study in Male Patients. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* agosto de 2021;3(4):e1155-63.
38. Saccomanno MF, Shin JJ, Mascarenhas R, Haro M, Verma NN, Cole BJ, et al. Clinical and Functional Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Cortical Button Fixation Versus Transfemoral Suspensory Fixation: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* noviembre de 2014;30(11):1491-8.
  39. Aydin D, Ozcan M. Evaluation and comparison of clinical results of femoral fixation devices in arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* marzo de 2016;23(2):227-32.
  40. Garcés GL, Martel O, Yáñez A, Manchado-Herrera I, Motta LM. In Vitro Testing of 2 Adjustable-Loop Cortical Suspensory Fixation Systems Versus Interference Screw for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 1 de septiembre de 2021;9(9):232596712110316.
  41. Steckel H, Murtha PE, Costic RS, Moody JE, Jaramaz B, Fu FH. Computer Evaluation of Kinematics of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions. *Clin Orthop Relat Res.* octubre de 2007;463:37-42.
  42. Gerami M, Haghi F, Pelarak F, Mousavibaygei S. Anterior cruciate ligament (ACL) injuries: A review on the newest reconstruction techniques. *J Family Med Prim Care.* 2022;11(3):852.
  43. Berumen-Nafarrate E, Carmona-González J, Tonche-Ramos J, 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 Ortop Mex.* 2019;33(6):370-5.
  44. Kurosaka M, Kuroda R, Kubo S, Hoshino Y, Araki D, Yoshiya S. Double-Bundle Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: The Technique and Clinical Experience. *Oper Tech Sports Med.* julio de 2008;16(3):125-30.
  45. Bedi A, Musahl V, O'Loughlin P, Maak T, Citak M, Dixon P, et al. A Comparison of the Effect of Central Anatomical Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction on Pivot-Shift Kinematics. *Am J Sports Med.* 21 de septiembre de 2010;38(9):1788-94.
  46. Zhang Y, Xu C, Dong S, Shen P, Su W, Zhao J. Systemic Review of Anatomic Single- Versus Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Does Femoral Tunnel Drilling Technique Matter? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* septiembre de 2016;32(9):1887-904.
  47. Seppänen A, Suomalainen P, Huhtala H, Mäenpää H, Kiekara T, Järvelä T. Double bundle ACL reconstruction leads to better restoration of knee laxity and subjective outcomes than single bundle ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 30 de mayo de 2022;30(5):1795-808.
  48. Kolin DA, Apostolakis J, Fabricant PD, Jivanelli B, Yen YM, Kramer DE, et al. Knee Flexion Angle of Fixation During Anterolateral Ligament Reconstruction or Lateral Extra-articular Tenodesis: A Systematic Review and Meta-analysis of Lateral Extra-articular Reinforcement Techniques Performed in Conjunction With ACL Reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 28 de febrero de 2024;12(2).
  49. Devitt BM, Bell SW, Ardern CL, Hartwig T, Porter TJ, Feller JA, et al. The Role of Lateral Extra-articular Tenodesis in Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review With Meta-analysis and Best-Evidence Synthesis. *Orthop J Sports Med.* 1 de octubre de 2017;5(10):232596711773176.
  50. Goes RA, Pereira R, Oliveira FL de, Castelhanito P, Serra Cruz R, Rocha de Faria JL. Single Femoral Tunnel for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Bone-Patellar Tendon-Bone Graft and Lemaire's Extra-Articular Tenodesis as a Good Alternative for Combined Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Ligament Revision Surgeries. *Arthrosc Tech.* junio de 2023;12(6):e903-14.
  51. Helito CP, Sobrado MF, Moreira da Silva AG, Castro de Pádua VB, Guimarães TM, Bonadio MB, et al. The Addition of Either an Anterolateral Ligament Reconstruction or an Iliotibial Band Tenodesis Is Associated With a Lower Failure Rate After Revision Anterior Cruciate Ligament

- Reconstruction: A Retrospective Comparative Trial. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. febrero de 2023;39(2):308-19.
52. Witvoët J, Hubert L, Christel P. [The role of peripheral capsulo-ligamentoplasties in the treatment of chronic anterior instability of the knee. Apropos of a series of 104 cases]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1987;73(5):325-36.
  53. Joseph L, Demey G, Chamu T, Schmidt A, Germain A, van Rooij F, et al. Adding a modified Lemaire procedure to ACLR in knees with severe rotational knee instability does not compromise isokinetic muscle recovery at the time of return-to-play. *J Exp Orthop*. 30 de diciembre de 2020;7(1):84.
  54. Song G yang, Hong L, Zhang H, Zhang J, Li Y, Feng H. Clinical Outcomes of Combined Lateral Extra-articular Tenodesis and Intra-articular Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Addressing High-Grade Pivot-Shift Phenomenon. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. mayo de 2016;32(5):898-905.
  55. Grassi A, Zicaro JP, Costa-Paz M, Samuelsson K, Wilson A, Zaffagnini S, et al. Good mid-term outcomes and low rates of residual rotatory laxity, complications and failures after revision anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) and lateral extra-articular tenodesis (LET). *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 19 de febrero de 2020;28(2):418-31.
  56. Delaloye JR, Hartog C, Blatter S, Schläppi M, Müller D, Denzler D, et al. Anterolateral Ligament Reconstruction and Modified Lemaire Lateral Extra-Articular Tenodesis Similarly Improve Knee Stability After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Biomechanical Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. julio de 2020;36(7):1942-50.
  57. Ferretti A, Carrozzo A, Saithna A, Argento G, Annibaldi A, Latini F, et al. Comparison of Primary Repair of the Anterior Cruciate Ligament and Anterolateral Structures to Reconstruction and Lateral Extra-articular Tenodesis at 2-Year Follow-up. *Am J Sports Med*. 22 de julio de 2023;51(9):2300-12.
  58. Monaco E, Carrozzo A, Saithna A, Conteduca F, Annibaldi A, Marzilli F, et al. Isolated ACL Reconstruction Versus ACL Reconstruction Combined With Lateral Extra-articular Tenodesis: A Comparative Study of Clinical Outcomes in Adolescent Patients. *Am J Sports Med*. 13 de octubre de 2022;50(12):3244-55.
  59. Shen X, Qin Y, Zuo J, Liu T, Xiao J. A Systematic Review of Risk Factors for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure. *Int J Sports Med*. 30 de junio de 2021;42(08):682-93.
  60. Lai CCH, Arden CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis of return to sport rates, graft rupture rates and performance outcomes. *Br J Sports Med*. enero de 2018;52(2):128-38.
  61. Dejour D, Pungitore M, Valluy J, Nover L, Saffarini M, Demey G. Tibial slope and medial meniscectomy significantly influence short-term knee laxity following ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 26 de noviembre de 2019;27(11):3481-9.
  62. Brandon ML, Haynes PT, Bonamo JR, Flynn MI, Barrett GR, Sherman MF. The Association Between Posterior-Inferior Tibial Slope and Anterior Cruciate Ligament Insufficiency. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. agosto de 2006;22(8):894-9.
  63. Gersing AS, Schwaiger BJ, Nevitt MC, Joseph GB, Feuerriegel G, Jungmann PM, et al. Anterior cruciate ligament abnormalities are associated with accelerated progression of knee joint degeneration in knees with and without structural knee joint abnormalities: 96-month data from the Osteoarthritis Initiative. *Osteoarthritis Cartilage*. julio de 2021;29(7):995-1005.
  64. Li Y, Zhang H, Zhang J, Li X, Song G, Feng H. Clinical Outcome of Simultaneous High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction for Medial Compartment Osteoarthritis in Young Patients With Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees: A Systematic Review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. marzo de 2015;31(3):507-19.

65. Webb JM, Salmon LJ, Leclerc E, Pinczewski LA, Roe JP. Posterior Tibial Slope and Further Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Anterior Cruciate Ligament–Reconstructed Patient. *Am J Sports Med.* 13 de diciembre de 2013;41(12):2800-4.
66. Shekhar A, Tapasvi S, van Heerwaarden R. Anterior Closing Wedge Osteotomy for Failed Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: State of the Art. *JAAOS: Global Research and Reviews.* septiembre de 2022;6(9).
67. Grassi A, Macchiarola L, Urrizola Barrientos F, Zicaro JP, Costa Paz M, Adravanti P, et al. Steep Posterior Tibial Slope, Anterior Tibial Subluxation, Deep Posterior Lateral Femoral Condyle, and Meniscal Deficiency Are Common Findings in Multiple Anterior Cruciate Ligament Failures: An MRI Case-Control Study. *Am J Sports Med.* 18 de febrero de 2019;47(2):285-95.
68. Sonnery-Cottet B, Mogos S, Thauinat M, Archbold P, Fayard JM, Freychet B, et al. Proximal Tibial Anterior Closing Wedge Osteotomy in Repeat Revision of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Am J Sports Med.* 28 de agosto de 2014;42(8):1873-80.
69. Song G yang, Ni Q kun, Zheng T, Zhang Z jun, Feng H, Zhang H. Slope-Reducing Tibial Osteotomy Combined With Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Produces Improved Knee Stability in Patients With Steep Posterior Tibial Slope, Excessive Anterior Tibial Subluxation in Extension, and Chronic Meniscal Posterior Horn Tears. *Am J Sports Med.* 28 de diciembre de 2020;48(14):3486-94.
70. Gupta A, Tejpal T, Shanmugaraj A, Horner NS, Simunovic N, Duong A, et al. Surgical Techniques, Outcomes, Indications, and Complications of Simultaneous High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Revision Surgery: A Systematic Review. *HSS Journal* ®. 24 de julio de 2019;15(2):176-84.
71. Malahias MA, Shahpari O, Kasetta MK. The clinical Outcome of One-stage High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. A Current Concept Systematic and Comprehensive Review. *Arch Bone Jt Surg.* mayo de 2018;6(3):161-8.
72. Hees T, Petersen W. Anterior Closing-Wedge Osteotomy for Posterior Slope Correction. *Arthrosc Tech.* noviembre de 2018;7(11):e1079-87.
73. Ignacio Garcia Mansilla MCPMAJALCCYLM. Osteotomía Varizante distal de fémur para genu valgo. Asociación artroscópica argentina.
74. Rodríguez-Merchán EC. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Is Biological Augmentation Beneficial? *Int J Mol Sci.* 22 de noviembre de 2021;22(22):12566.
75. Chen X, Jones IA, Park C, Vangsness CT. The Efficacy of Platelet-Rich Plasma on Tendon and Ligament Healing: A Systematic Review and Meta-analysis With Bias Assessment. *Am J Sports Med.* 21 de julio de 2018;46(8):2020-32.
76. Falconiero R, DiStefano V, Cook T. Revascularization and ligamentization of autogenous anterior cruciate ligament grafts in humans. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* marzo de 1998;14(2):197-205.
77. van Eck CF, Schkrohowsky JG, Working ZM, Irrgang JJ, Fu FH. Prospective Analysis of Failure Rate and Predictors of Failure After Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Allograft. *Am J Sports Med.* 11 de abril de 2012;40(4):800-7.
78. Sánchez M, Anitua E, Azofra J, Prado R, Muruzabal F, Andia I. Ligamentization of Tendon Grafts Treated With an Endogenous Preparation Rich in Growth Factors: Gross Morphology and Histology. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* abril de 2010;26(4):470-80.
79. Abe S, Kurosaka M, Iguchi T, Yoshiya S, Hirohata K. Light and electron microscopic study of remodeling and maturation process in autogenous graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* agosto de 1993;9(4):394-405.
80. Andriolo L, Di Matteo B, Kon E, Filardo G, Venieri G, Marcacci M. PRP Augmentation for ACL Reconstruction. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1-15.

81. Fleming BC, Proffen BL, Vavken P, Shalvoy MR, Machan JT, Murray MM. Increased platelet concentration does not improve functional graft healing in bio-enhanced ACL reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 18 de abril de 2015;23(4):1161-70.
82. Looney AM, Leider JD, Horn AR, Bodendorfer BM. Bioaugmentation in the surgical treatment of anterior cruciate ligament injuries: A review of current concepts and emerging techniques. *SAGE Open Med*. 12 de enero de 2020;8:205031212092105.
83. Radice F, Yáñez R, Gutiérrez V, Rosales J, Pinedo M, Coda S. Comparison of Magnetic Resonance Imaging Findings in Anterior Cruciate Ligament Grafts With and Without Autologous Platelet-Derived Growth Factors. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. enero de 2010;26(1):50-7.
84. Ruprecht M, Jevtič V, Serša I, Vogrin M, Jevšek M. Evaluation of the tibial tunnel after intraoperatively administered platelet-rich plasma gel during anterior cruciate ligament reconstruction using diffusion weighted and dynamic contrast-enhanced MRI. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 23 de abril de 2013;37(4):928-35.
85. Vogrin M, Ruprecht M, Dinevski D, Hašpl M, Kuhta M, Jevsek M, et al. Effects of a Platelet Gel on Early Graft Revascularization after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Clinical Trial. *European Surgical Research*. 2010;45(2):77-85.
86. Orrego M, Larrain C, Rosales J, Valenzuela L, Matas J, Durruty J, et al. Effects of Platelet Concentrate and a Bone Plug on the Healing of Hamstring Tendons in a Bone Tunnel. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. diciembre de 2008;24(12):1373-80.
87. Vadalà A, Iorio R, De Carli A, Ferretti M, Paravani D, Caperna L, et al. Platelet-rich plasma: does it help reduce tunnel widening after ACL reconstruction? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 10 de abril de 2013;21(4):824-9.
88. Mirzatołooei F, Alamdari MT, Khalkhali HR. The impact of platelet-rich plasma on the prevention of tunnel widening in anterior cruciate ligament reconstruction using quadrupled autologous hamstring tendon. *Bone Joint J*. enero de 2013;95-B(1):65-9.
89. Azcárate AV, Lamo-Espinosa J, Beola JDA, Gonzalez MH, Gasque GM, Nin JRV. Comparison between two different platelet-rich plasma preparations and control applied during anterior cruciate ligament reconstruction. Is there any evidence to support their use? *Injury*. octubre de 2014;45:S36-41.
90. Komzák M, Hart R, Šmíd P, Puskeiler M, Jajtner P. [The effect of platelet-rich plasma on graft healing in reconstruction of the anterior cruciate ligament of the knee joint: prospective study]. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2015;82(2):135-9.
91. Gupta R, Masih GD, Chander G, Bachhal V. Delay in surgery predisposes to meniscal and chondral injuries in anterior cruciate ligament deficient knees. *Indian J Orthop*. 1 de octubre de 2016;50(5):492-8.
92. Reijman M, Eggerding V, van Es E, van Arkel E, van den Brand I, van Linge J, et al. Early surgical reconstruction versus rehabilitation with elective delayed reconstruction for patients with anterior cruciate ligament rupture: COMPARE randomised controlled trial. *BMJ*. 9 de marzo de 2021;n375.
93. Baba R, Kondo E, Iwasaki K, Joutoku Z, Onodera J, Onodera T, et al. Impact of Surgical Timing on Clinical Outcomes in Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Tendon Autografts. *Orthop J Sports Med*. 1 de noviembre de 2019;7(11):232596711988055.
94. Shen X, Liu T, Xu S, Chen B, Tang X, Xiao J, et al. Optimal Timing of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients With Anterior Cruciate Ligament Tear. *JAMA Netw Open*. 17 de noviembre de 2022;5(11):e2242742.
95. Vaishya R, Agarwal AK, Ingole S, Vijay V. Current Trends in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review. *Cureus*. 13 de noviembre de 2015;

96. Chang MJ, Jeong JH, Chang CB, Kim YJ, Seo B, Song MK, et al. Revision surgery for failed anterior cruciate ligament reconstruction with extension deficiency. *Scand J Med Sci Sports*. 5 de diciembre de 2018;28(12):2604-10.
97. Pioger C, Saithna A, Rayes J, Haidar IM, Fradin T, Ngbilo C, et al. Influence of Preoperative Tunnel Widening On the Outcomes of a Single Stage–Only Approach to Every Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An Analysis of 409 Consecutive Patients From the SANTI Study Group. *Am J Sports Med*. 10 de mayo de 2021;49(6):1431-40.
98. Monllau JC, Perelli S, Costa GG. Anterior cruciate ligament failure and management. *EFORT Open Rev*. 1 de mayo de 2023;8(5):231-44.
99. Tischer T, Beaufileis P, Becker R, Ahmad SS, Bonomo M, Dejour D, et al. Management of anterior cruciate ligament revision in adults: the 2022 ESSKA consensus part I—diagnostics and preoperative planning. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2 de noviembre de 2023;31(11):4642-51.
100. Guimarães TM, Giglio PN, Sobrado MF, Bonadio MB, Gobbi RG, Pécora JR, et al. Knee Hyperextension Greater Than 5° Is a Risk Factor for Failure in ACL Reconstruction Using Hamstring Graft. *Orthop J Sports Med*. 1 de noviembre de 2021;9(11):232596712110563.
101. Mahmoud A, Torbey S, Honeywill C, Myers P. Lateral Extra-Articular Tenodesis Combined With Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Is Effective in Knees With Additional Features of Lateral, Hyperextension, or Increased Rotational Laxity: A Matched Cohort Study. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. enero de 2022;38(1):119-24.
102. Cooper DE, Dunn WR, Huston LJ, Haas AK, Spindler KP, Allen CR, et al. Physiologic Preoperative Knee Hyperextension Is a Predictor of Failure in an Anterior Cruciate Ligament Revision Cohort: A Report From the MARS Group. *Am J Sports Med*. 8 de octubre de 2018;46(12):2836-41.
103. Grassi A, Di Paolo S, Lucidi GA, Macchiarola L, Raggi F, Zaffagnini S. The Contribution of Partial Meniscectomy to Preoperative Laxity and Laxity After Anatomic Single-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: In Vivo Kinematics With Navigation. *Am J Sports Med*. 15 de noviembre de 2019;47(13):3203-11.
104. Grassi A, Nitri M, Moulton SG, Marcheggiani Muccioli GM, Bondi A, Romagnoli M, et al. Does the type of graft affect the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction? a meta-analysis of 32 studies. *Bone Joint J*. junio de 2017;99-B(6):714-23.
105. Mohan R, Webster KE, Johnson NR, Stuart MJ, Hewett TE, Krych AJ. Clinical Outcomes in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Meta-analysis. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. enero de 2018;34(1):289-300.
106. Sevimli R, Gormeli G, Polat H, Kilinc O, Turkmen E, Aslantürk O. Comparison of medium-term revision rates after autograft and allograft anterior cruciate ligament reconstruction. *Ann Ital Chir*. 2020;91:410-6.
107. Heffner M, Chang RN, Royse KE, Ding DY, Maletis GB. Association Between Graft Type and Risk of Repeat Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Cohort Study of 1747 Patients. *Am J Sports Med*. 7 de mayo de 2023;51(6):1434-40.
108. Monllau JC, Perelli S, Costa GG. Anterior cruciate ligament failure and management. *EFORT Open Rev*. 1 de mayo de 2023;8(5):231-44.
109. Paterno M V., Schmitt LC, Ford KR, Rauh MJ, Myer GD, Huang B, et al. Biomechanical Measures during Landing and Postural Stability Predict Second Anterior Cruciate Ligament Injury after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction and Return to Sport. *Am J Sports Med*. 11 de octubre de 2010;38(10):1968-78.
110. Costa GG, Perelli S, Grassi A, Russo A, Zaffagnini S, Monllau JC. Minimizing the risk of graft failure after anterior cruciate ligament reconstruction in athletes. A narrative review of the current evidence. *J Exp Orthop*. 15 de diciembre de 2022;9(1):26.

111. DeFazio MW, Curry EJ, Gustin MJ, Sing DC, Abdul-Rassoul H, Ma R, et al. Return to Sport After ACL Reconstruction With a BTB Versus Hamstring Tendon Autograft: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 1 de diciembre de 2020;8(12):232596712096491.
112. José Antonio Guerrero Molina Unidad de Rodilla. Hospital Universitario de Cruces. Bizkaia Joao Espregueira Mendes. Retorno al deporte tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Revista Española de Artroscopia y cirugía articular.* 2020;
113. Sim K, Rahardja R, Zhu M, Young SW. Optimal Graft Choice in Athletic Patients with Anterior Cruciate Ligament Injuries: Review and Clinical Insights. *Open Access J Sports Med.* julio de 2022;Volume 13:55-67.
114. 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.* 17 de febrero de 2018;26(2):574-81.
115. DeFazio MW, Curry EJ, Gustin MJ, Sing DC, Abdul-Rassoul H, Ma R, et al. Return to Sport After ACL Reconstruction With a BTB Versus Hamstring Tendon Autograft: A Systematic Review and Meta-analysis. *Orthop J Sports Med.* 1 de diciembre de 2020;8(12):232596712096491.
116. Webster KE, Nagelli C V., Hewett TE, Feller JA. Factors Associated With Psychological Readiness to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery. *Am J Sports Med.* 2 de junio de 2018;46(7):1545-50.
117. Runer A, Keeling L, Wagala N, Nugraha H, Özbek EA, Hughes JD, et al. Current trends in graft choice for primary anterior cruciate ligament reconstruction – part II: In-vivo kinematics, patient reported outcomes, re-rupture rates, strength recovery, return to sports and complications. *J Exp Orthop.* 4 de enero de 2023;10(1).
118. Gerami M, Haghi F, Pelarak F, Mousavibaygei S. Anterior cruciate ligament (ACL) injuries: A review on the newest reconstruction techniques. *J Family Med Prim Care.* 2022;11(3):852.
119. Edwards MD, Bethea JP, Hunnicutt JL, Slone HS, Woolf SK. Effect of Adductor Canal Block Versus Femoral Nerve Block on Quadriceps Strength, Function, and Postoperative Pain After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review of Level 1 Studies. *Am J Sports Med.* 4 de julio de 2020;48(9):2305-13.
120. Lefevre N, Klouche S, de Pamphilis O, Herman S, Gerometta A, Bohu Y. Peri-articular local infiltration analgesia versus femoral nerve block for postoperative pain control following anterior cruciate ligament reconstruction: Prospective, comparative, non-inferiority study. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* noviembre de 2016;102(7):873-7.
121. Zhang L kai, Ma J xiong, Kuang M jie, Ma X long. Comparison of Periarticular Local Infiltration Analgesia With Femoral Nerve Block for Total Knee Arthroplasty: a Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Arthroplasty.* junio de 2018;33(6):1972-1978.e4.
122. Kuchálik J, Magnuson A, Lundin A, Gupta A. Local infiltration analgesia or femoral nerve block for postoperative pain management in patients undergoing total hip arthroplasty. A randomized, double-blind study. *Scand J Pain.* 1 de julio de 2017;16(1):223-30.
123. Najfeld M, Hube R, Kujat AK, Mayr HO, Thiele K. Is changing the postoperative pain management in total knee arthroplasty from femoral nerve block to local infiltration analgesia successful? Retrospective trial with the first and last 100 patients. *J Orthop Surg Res.* 19 de diciembre de 2020;15(1):480.