



Universidad de Oviedo

TRABAJO DE FIN DE GRADO MEDICINA

**ESTADO ACTUAL Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE**  
**LA RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO**  
**CRUZADO ANTERIOR.**

ACTUAL EVIDENCE AND LITERATURE REVIEW IN  
THE RECONSTRUCTION OF THE ANTERIOR  
CRUCIATE LIGAMENT.

**Autor:** Tomás Moreno Fernández

**Tutor:** Prof. Daniel Núñez Batalla

## ÍNDICE

<b>-Resumen y palabras clave.....</b>	<b>2</b>
<b>-Abstract and keywords. ....</b>	<b>3</b>
<b>-Introducción y justificación.....</b>	<b>4</b>
-Anatomía del Ligamento Cruzado Anterior (LCA), función y lesión.....	4
-Epidemiología.....	8
<b>-Material y método. ....</b>	<b>9</b>
<b>-Resultados: Comentarios de interés para la práctica clínica.....</b>	<b>10</b>
-Indicación quirúrgica en ruptura de LCA.....	10
-Evolución de la cirugía.....	12
-Procedimiento quirúrgico y técnicas.....	14
-Tipos de plastias.....	15
- Morbilidad, complicaciones e incidencias.....	18
-Rehabilitación postoperatoria acelerada.....	20
-Ligamentización.....	23
<b>-Discusión y cuestionamiento de cada método.....</b>	<b>24</b>
<b>-Conclusión.....</b>	<b>29</b>
<b>-Iconografía.....</b>	<b>32</b>
<b>-Bibliografía.....</b>	<b>35</b>

## RESUMEN

El pivote central de la rodilla, que constituyen ambos Ligamentos Cruzados, no se ha tenido en consideración hasta los años 70' del pasado siglo. El Ligamento Cruzado Anterior (LCA) se considera el *faro* que guía la propiocepción y el giro de la rodilla, conteniendo el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur.

El auge del deporte de manera exponencial ha ido despertando la aparición de patologías específicas, siendo una de ellas la lesión del Ligamento Cruzado Anterior, producida sobre todo en deportes de giro, salto y contacto, en los que tiene una alta incidencia.

En cuanto a su gravedad, es una lesión que no constituye una urgencia quirúrgica, y cuya demora viene condicionada por la exigencia del deporte que se practique, con la alternativa conservadora, en función del estilo de vida, la edad o la sensación de inestabilidad o fallo.

Las técnicas quirúrgicas han ido evolucionando desde los años 60 hasta la actualidad, con defensores de unas y de otras, llegando a cierto consenso, pero con diferentes escuelas y variantes, sin una de ellas que se imponga como claramente superior a las demás.

Igual o más importante que la intervención es la rehabilitación postoperatoria de tres a cuatro meses, precisando una media de 8-9 meses para la recuperación total, y siendo clave para la funcionalidad de la articulación.

**PALABRAS CLAVE:** Rodilla, Ligamento cruzado anterior, técnicas quirúrgicas, rehabilitación.

## **ABSTRACT**

The central pivot of the knee, which constitutes both Cruciate Ligaments, has not been taken into consideration until the 1970s. The Anterior Cruciate Ligament (ACL) is considered the beacon that guides proprioception and knee rotation, containing the anterior displacement of the tibia with respect to the femur.

The rise of sport has exponentially aroused the appearance of specific pathologies, one of which is injury to the Anterior Cruciate Ligament, produced above all in spinning, jumping and contact sports, in which it has a high incidence.

Regarding its severity, it is an injury that does not constitute a surgical emergency, and whose delay is conditioned by the demands of the sport that is practiced, with the conservative alternative, depending on lifestyle, age or the feeling of instability or failure.

Surgical techniques have evolved from the 1960s to the present, with defenders of one and the other, reaching a certain consensus, but with different schools and variants, without one of them imposing itself as superior to the others.

Equal or more important than the intervention is the postoperative rehabilitation of three to four months, requiring an average of 8-9 months for full recovery, and being key to the functionality of the joint.

**KEYWORDS:** Knee, Anterior Cruciate Ligament, Surgical Techniques, Rehabilitation.

## INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

### -Anatomía del LCA, Función y Lesión.

El ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla es un elemento clave para garantizar la estabilidad y el correcto funcionamiento de dicha articulación. Este ligamento tiene un trayecto oblicuo y en espiral hacia arriba, atrás y lateral en la escotadura femoral, en la cara interna y posterosuperior del cóndilo externo. En la tibia se inserta en la superficie preespinal de la meseta tibial.<sup>1</sup> (*Imagen 1*)

La longitud media de este ligamento oscila entre los 31 y 39 milímetros (mm) y su anchura media es de 10 mm. Su vascularización no es muy rica, y esta depende fundamentalmente de la Arteria Genuicular Medial, la cual le confiere una escasa capacidad de cicatrización espontánea tras su lesión. Se la ha considerado *el principio del fin de la rodilla* del deportista, aunque las técnicas quirúrgicas actuales consiguen un relevante éxito funcional, que aunque no alcance a la rodilla natural, permite continuar su práctica deportiva.

En cuanto a su anatomía se han descrito Fascículos o Bandas, que varían en la constitución de cada persona, no siempre visibles o palpables en la artroscopia, como en el estudio anatómico-patológico. Habitualmente se distinguen dos bandas, pero hay literatura que describe tres y hasta cinco fascículos.<sup>2,3,4</sup>

**-Fascículo anteromedial (AM):** Es la banda más anterior y la más afectada por traumatismos. Alcanza su máximo grado de tensión cuando la rodilla se flexiona, realizando este fascículo una rotación de 90° sobre sí mismo.

**-Fascículo posterolateral (PL):** Banda posterior y lateral. Se tensa cuando la rodilla se extiende, además de aplanarse y ensancharse.

Ambas estructuras fibrilares pueden denominarse mejor como zonas funcionales del propio ligamento, haciendo que establezca la articulación con los diferentes grados de flexión y fuerzas direccionales. La función principal de este ligamento es limitar los desplazamientos de la tibia sobre el fémur, principalmente el desplazamiento anterior, también hiperextensión y las rotaciones, y constituye el elemento de la articulación con mayor y más importante función propioceptiva, que interactúa en la coordinación y el control muscular.<sup>1</sup>

A pesar de ser clave importante de la estabilidad, hay que señalar el resto de los elementos que completan el funcionamiento de la rodilla, como la cápsula articular, los ligamentos colaterales, la morfología de las superficies articulares, los meniscos interno y externo, y, sobretodo, la musculatura, agonista y antagonista que mueve y dirige la acción articular, controlando las fuerzas de tensión sobre este ligamento.

La lesión del LCA supone una Ruptura Parcial o Total de este. Dicha lesión puede darse de manera aislada o afectar a más elementos de la articulación, dependiendo del mecanismo de distorsión y la intensidad de la fuerza lesiva, como son meniscos, cápsula, superficie condral, ligamento colateral interno (LLI o LLM) o externo.

La mayor parte de lesiones de cruzado anterior son Aisladas, seguidas de Diada (LCA+LLI) o Triada *Desgraciada* (Harry Platt 1936, LCA + LLI +Menisco interno).<sup>5</sup>

El mecanismo de lesión puede producirse de dos maneras bien diferenciadas, ya sea por contacto físico, con otra persona, al sufrir un impacto sobre la articulación en una posición anómala, el choque con algún elemento perturbador,

o puede ser producido sin la existencia de contacto físico, siendo la forma más habitual de lesión y donde merece la pena pararse a entender cómo se produce.

Se conoce que en torno al 75% de las lesiones de LCA se deben a mecanismo sin contacto físico, siendo el fútbol, rugby, esquí o baloncesto los deportes con mayor incidencia de esta lesión, produciéndose en acciones de salto con caída, giro forzado y frenada o cambio de dirección brusco. Se ha demostrado que un grado de flexión de la articulación de 30° y situación de valgo y rotación externa con el pie anclado al suelo (tacos o fijaciones de esquí), el peso corporal y la inercia pueden superar la elasticidad y resistencia del ligamento produciendo la rotura de sus fibras, con la consiguiente pérdida de estabilidad. <sup>6,7</sup>

La lesión suele ir acompañada de un chasquido doloroso e impotencia inmediata, correspondiente a la ruptura del ligamento y/o menisco, y la sintomatología típica de la lesión: dolor intenso, derrame articular rápido, sensación de inestabilidad al apoyar peso sobre la articulación, y pérdida de la amplitud del movimiento por la contractura antiálgica o defensiva.

En la Exploración Física se comprueban los grados de movilidad, el derrame articular, la contracción del cuádriceps y los bostezos laterales. Para evidenciar la ruptura del LCA se utilizan 3 maniobras con el paciente en decúbito supino y relajado:

-Test de **Cajón Anterior**, (K Lenggenger, 1939. Marshall ,1971) es la más clásica. Con la cadera y la rodilla en flexión de 90° y el pie apoyado en la camilla en ligera rotación externa, se realiza una fuerza traccionando la tibia anteriormente. Es positivo cuando hay un desplazamiento anterior de más de 4 mm y también se describe con + a ++++. Hay que distinguirla de la rotura del

Ligamento Cruzado Posterior (LCP) aguda o crónica, en que la falsa sensación de *Cajón Anterior* se debe a la reducción de la caída atrás de la tibia hasta llevarla a su posición natural.

-Test de **Lachman**. Con la rodilla en flexión ligera de 20-30° y el talón apoyado en la camilla, fijando el fémur con una mano, traccionamos con la otra mano la tibia hacia anterior respecto al fémur. A diferencia del clásico Cajón, hacen falta unas manos grandes. Dicho *cajón en semiextensión* también se clasifica por cruces de + a +++ a partir de un desplazamiento perceptible de 3-4 mm.

-Test dinámico **Pivot-Shift**, Jerk Test o Resalte Rotatorio. Con la rodilla extendida y soportando el pie en nuestras manos, se aplica una fuerza de rotación interna y valgo forzado de la articulación. En esta posición, se flexiona y extiende unos 30-40° la rodilla. Se describe como Indicio, o claro Positivo, si el platillo tibial lateral se subluxa anteriormente, con una sensación de salto, debido a que el LCA roto no puede frenar la tracción que ejerce el tracto iliotibial. Precisa una relajación completa, que a veces solo se consigue tras la anestesia en el quirófano.

Estas tres maniobras son más evidentes al cabo de unos días tras la lesión, ya que, en situación aguda, el derrame y la contracción muscular dolorosa puede dar una falsa sensación de estabilidad en estos tests.<sup>8</sup>

Es importante comparar siempre con la rodilla contralateral, pues en ocasiones existe una laxitud constitucional o el eje en valgo-recurvatum, que son factores de riesgo previos.

Hasta los años 90' la confirmación documental de las lesiones ligamentarias se hacía con radiografías forzadas en cajón o bostezos laterales, y con artrografía



con aire o contraste. En los años 80' Dale Daniel diseñó en San Diego un artrómetro KT-1000 que mide y compara el desplazamiento anterior en milímetros, y sigue utilizándose en centros especializados.<sup>9</sup>

Pero actualmente es la Resonancia Magnética Nuclear la que ofrece una completa valoración iconográfica, dónde se puede visualizar la magnitud de la ruptura y la caída de su inserción superior, además de aportar información sobre estado o lesión de meniscos, ligamentos colaterales o estructuras condrales **(Imagen 2)**.

### **-Epidemiología**

En cuanto a incidencia, esta varía ampliamente según el tipo de población, pero se calcula que cada año, 1 de cada 3000 personas sufren una lesión de LCA. Esta incidencia aumenta de forma importante si hablamos del ámbito deportivo. En fútbol es una lesión determinante y típica.<sup>10</sup> En Estados Unidos, se producen al año unos 100.000 casos de lesión del LCA.

De todas las lesiones que se producen en la rodilla, la lesión del LCA supone un alto porcentaje, aunque una parte importante pasan desapercibidas en el primer episodio cuando no son deportistas, y de las rupturas comprobadas ascienden a más de un 60% las que requieren cirugía, por lo que después de la ruptura meniscal, es la lesión de rodilla de la que más gente se opera.

Además del mecanismo traumático directo o indirecto, existen factores de vulnerabilidad o riesgo y predisponentes, que influyen en la probabilidad de lesión. El sobrepeso corporal, el eje en valgo y el recurvatum en mujeres más de 8°, pendiente tibial mayor de 7°, la estenosis de escotadura (LaPrade 1994), laxitud constitucional, falta de musculación, el nivel de entrenamiento, frecuencia

y fondo físico, calentamiento, el clima y, las condiciones del terreno, el estilo de juego, el tipo de superficie natural o artificial y de calzado (tacos de plástico o aluminio, tensión en la fijaciones del esquí) que influyen directamente sobre la posibilidad de lesionarse.<sup>7</sup>

Algunos estudios refieren que la mujer presenta factores de riesgo para sufrir esta lesión, como son una mayor laxitud constitucional, frecuencia de valgo (en relación a la anchura de pelvis que permita la gestación y el parto), menor potencia muscular y balance del cuádriceps e isquiotibiales de la rodilla, un posible mayor índice de masa corporal en mujeres que practicaban fútbol y sufrían lesiones del LCA. Asimismo, hasta el momento no se ha demostrado que el factor hormonal influya en la incidencia de esta lesión.<sup>7,10,11</sup>

## **MATERIAL Y MÉTODO**

Para la realización de este trabajo en forma de Revisión Bibliográfica, se ha contado con numerosas fuentes de búsqueda con la finalidad de obtener la mayor evidencia posible en la materia de estudio, que quedarán recogidas en el apartado de Bibliografía. Se han seleccionado los más relevantes, de forma cronológica, evidenciando la gran evolución que se ha llevado a cabo en el pasado reciente.

El objetivo primordial de esta Revisión es exponer la evidencia actual de la que se dispone en el tratamiento quirúrgico de las lesiones del LCA, haciendo una comparativa entre las técnicas más utilizadas hoy en día, sus variantes, ventajas y desventajas de cada una. Ha sido necesario obviar técnicas pasadas o poco utilizadas, centrándose solo en las que en la actualidad ofrecen una tasa comprobada de éxito, para intentar sacar conclusiones constatables.

Para elaborar la Introducción e incluso algún apartado del propio trabajo, también se han seleccionado artículos más generales sobre anatomía, función, mecanismo lesional del LCA o rehabilitación para obtener un conocimiento lo más completo posible acerca del ligamento en estudio. Algunas imágenes han sido cedidas de quirófano, y otras obtenidas de páginas web, Monografías y libros específicos, además de visionar los vídeos editados en medios clínicos (Vumedi\*).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **-INDICACIÓN QUIRÚRGICA EN RUPTURA DE LCA.**

Se trata de una lesión que no requiere una cirugía urgente, excepto para profesionales de élite con grandes presiones del entorno, económicas y de temporada, para mantenerse en activo. Lo idóneo es la recuperación de la inflamación y derrame, de la movilidad completa de la rodilla (esto significa dejar curar el posible esguince del LLI) y de reactivar la musculación, antes de programar cirugía a partir de unas semanas del traumatismo, cuando está indicada.<sup>12</sup>

El rango de edad para la cirugía del Cruzado se ha ido ampliando, dado el aumento de la longevidad y la vida activa, y por otro lado el mejor conocimiento de las fisis adolescentes. Se operan pacientes desde los 15 años hasta los 65-70 años, cuando desean seguir practicando su deporte favorito y están en condiciones.<sup>13</sup>

La lesión del LCA, generalmente de su inserción superior, por donde le llega la vascularización, tiene escasa capacidad de reparación, a diferencia del LCP, lesión mucho menos frecuente, que precisa un traumatismo más importante y

tiene una gran capacidad de cicatrización, por lo que se operan muy pocos LCP al año.<sup>14</sup>

La Historia Natural de la Lesión del Cruzado Anterior con o sin lesión de Ligamentos Laterales, suele evolucionar en unas semanas hacia cierta *normalidad*, a excepción de un bloqueo meniscal (*asa de cubo*), lo que permite recuperar la vida cotidiana para un paciente sedentario, pero es condicionante para una persona activa, y mucho más para los deportes citados (no para el ciclismo, por ejemplo), por la aparición de fallos, derrames y sensación de inestabilidad. A medio-largo plazo el pronóstico de esta inestabilidad es de facilidad para nuevos incidentes, lesiones meniscales, sobrecarga del resto de estructuras de soporte con cambios degenerativos progresivos, que augura el desarrollo degenerativo y artrósico a medio-largo plazo.<sup>15</sup>

Existen lesiones agudas en adolescentes que requieren cirugía precoz, artroscópica o no, cuando son arrancamientos óseos de la inserción en la espina anterior o del LCP, que se deben fijar (suturas, anclajes, agujas o tornillos) cuanto antes.<sup>16</sup>

La decisión de un manejo Conservador o Quirúrgico va a depender de muchos factores, como son la edad, el grado de Inestabilidad funcional, el nivel de actividad previa, expectativas, así como otras posibles lesiones que pueda tener asociadas (Ligamentos Colaterales, meniscos, fragmentos móviles osteocondrales). Es necesaria una adecuada relación médico-paciente y una buena anamnesis para concluir la necesidad o no de una reconstrucción quirúrgica.<sup>17</sup>

El manejo Conservador de esta lesión trae consigo aceptar un considerable grado de limitación en la actividad deportiva, el cual es el principal motivo por el cual un paciente decide someterse a cirugía. Implica un intenso programa de rehabilitación de la movilidad, fuerza y coordinación de los músculos que estabilizan la rodilla. Los mejores resultados se dan en Rupturas Parciales Aisladas del LCA (**Imagen 3**).<sup>18</sup> En ellas el tratamiento conservador puede beneficiarse de infiltración de Factores de Crecimiento del Plasma Rico en Plaquetas o PRP, existiendo aún cierta controversia sobre su uso y con resultados variables.<sup>19</sup> En Rupturas Totales, los resultados son más ambiguos, variando mucho en función de la edad, el nivel de actividad pre y post lesional, el tiempo de evolución, y la adhesión a una pauta rehabilitadora.

#### **-EVOLUCIÓN DE LA CIRUGÍA.** <sup>20</sup>

Las reparaciones del LCA con suturas pasadas al muñón y transóseas al cóndilo (O'Donoghue 1920) fracasaban todas, y además dejaban rigideces debido al uso de inmovilización 4-6 semanas. Los aumentos añadiendo a la sutura un tendón mejoraron parcialmente su estabilidad. Las plastias extraarticulares fueron una solución paliativa a los fallos de las reparaciones intraarticulares. Más adelante se desarrollaron las reconstrucciones autólogas por cirugía abierta en los años 60 y primeros 70, que se practicaban con Fascia Lata del Tracto Iliotibial (Zarins), trasplantes activos de la Pata de Ganso (Lindemann) manteniendo la inserción (Hey Groves), y otros tejidos. Gran parte se aflojaban en poco tiempo y perdían eficacia, aunque compensaban manteniendo intensamente musculación y coordinación.

A final de los 70' los Ligamentos Artificiales: Fibra de carbono (Lafil), Poliéster, Dacron, Teflón, Trevira, Polipropileno (Kennedy LAD), Polietileno tereftalato (Leeds Keio) ... surgieron como avance en paralelo con las Artroplastias de rodilla y aprovecharon sus estudios anatómicos, biomecánicos, de resistencia del ligamento natural y de los artificiales en Newtons.

El resultado fue que los Ligamentos Protésicos de sustitución, por muy resistentes in vitro que demostrara la industria, sufrían fatiga, granulomas a partículas (carbón), desgarros óseos o se rompían a medio plazo. Las Plastias de Aumentación o Mixtas (con base en un tendón o injerto biológico sumándole un compuesto de fibras (malla de polipropileno y otras), dicha parte sintética perdía su función progresivamente en la fase de maduración biológica del tendón. Esta plastia mejoraba la estabilidad perdida hasta un 60-70%, satisfactorio para entonces (Leeds Keio o Kennedy LAD).

El diseño de Guías y la evolución de conocimientos anatómicos han ido mejorando la ubicación de túneles para los injertos; se pretendía copiar a la naturaleza con conceptos como la isometría (Marshall 1975, Noyes 1982, Gillquist 1985, Larson 1986), áreas o huellas de inserción, estructura fibrilar e insercional. El conocimiento adquirido permitió a partir de los años 80' reanudar las Plastias Biológicas en mejores condiciones y apoyados progresivamente por la Artroscopia (Tom Rosembreg y Jimmy Fox 1984), fijaciones más seguras y pautas de rehabilitación.

## **-PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO Y TÉCNICAS.**

Todas las Plastias de Cruzados actualmente se hacen bajo Artroscopia de rodilla y con ingreso de corta estancia. Es común el uso de anestesia raquídea y la isquemia del miembro (250-300 mm Hg), para una duración de 45 a 90 minutos de intervención, el miembro sujeto por el tercio medio-superior del muslo y la rodilla en 90° (*Imagen 4*).

Se utiliza habitualmente prevención antibiótica (Cefazolina 2 gramos en bolo intravenoso preoperatorio, o 1 gramo/8 horas) hasta retirada del redón a las 24 horas y profilaxis heparínica durante 3-4 semanas.

Se inicia la cirugía con la Artroscopia Estándar, comprobando el estado de cartílagos, meniscos, sinovial, LCP y el tipo de rotura del LCA, generalmente de su inserción superior, cayendo su ángulo más bajo que su inserción condilar y a veces adherido el muñón al LCP.

La preparación articular es común para las diferentes plastias: limpieza de restos, regularización meniscal si precisa y valorar Condiloplastia lateral para ampliar el espacio en la escotadura donde se moverá el neoligamento. El resto de los pasos dependen de las preferencias del cirujano.

En cuanto a la preparación de los túneles tibial y femoral, siguen existiendo controversias en cuanto a la manera de restaurar la anatomía del ligamento roto, siendo las más utilizadas la técnica transtibial (monotúnel), la reconstrucción con doble túnel y la reconstrucción anatómica, siendo esta la tendencia actual.

Para realizar el túnel tibial se precisa una incisión en la cara anteromedial de la tibia, con guía al centro de la espina anterior y ángulo adecuado, aguja K y broca

de calibre elegido según el diámetro del injerto. Túnel femoral: En la reconstrucción transtibial, a través del referido túnel tibial se pasa la guía femoral tipo *bayoneta* buscando apoyarse en la esquina posteromedial del cóndilo externo (Over The Top), y una aguja a unos 7 mm que respetará el Muro Posterior al hacer el Túnel femoral según dicha técnica. **(imágenes 5 y 6)**. En la reconstrucción anatómica, el túnel tibial se realiza accediendo desde un tercer portal anteromedial.

Para la fijación con tornillo interferencial, Maguire innovó el uso de una aguja hiperflexible que permite introducirlo por el portal artroscópico y fijar el paralelo entre hueso-hueso o tendones-hueso, evitando el desvío o divergencia en el atornillado (Linvatec Paramax © David Maguire, Anchorage) **(Imagen 7)**.

En el uso de tendones autólogos, se interrumpe la artroscopia para su extracción y preparación en otra mesa.

Con tendones criopreservados de banco de tejidos, pueden continuarse los pasos artroscópicos y en mesa auxiliar un ayudante puede preparar la plastia en proceso de descongelación.

#### **-TIPOS DE LIGAMENTOPLASTIAS.**

La elección de la plastia que va a ser utilizada es algo que normalmente elige el cirujano en favor de sus preferencias, manejo con una u otra técnica, y, a veces, disponibilidad del centro sanitario donde se realice, si hablamos de tendones de banco. Es de vital importancia conocer cada plastia, sus características particulares y sus ventajas e inconvenientes <sup>21</sup>, para poder adaptar y elegir la que mejor convenga según las características y necesidades del paciente.



### 1) **Plastia de Isquiotibiales Autólogos** <sup>22,23,24</sup>

Con una pequeña incisión en cara superomedial de la pirámide tibial se identifica la Pata de Ganso (**Imagen 8**), fundamentalmente el Semitendinoso con disección roma y el uso de un *tenotomo* a lo largo del recorrido del tendón en el muslo, intentando conseguir la mayor longitud posible. Dependiendo de la calidad, grosor, longitud o incidencias, suele precisar extracción del Recto Interno y/o Sartorio, que también se preparan en mesa auxiliar, uniendo o trenzando varias lazadas (2, 3 o 4) con una medida aproximada de 10 cm y un calibre mínimo deseable de 8 mm, que una vez enhebradas con suturas fuertes de tracción y pasadas por ambos túneles se fijan arriba ya sea *en suspensión*, *transfijión* (EndoButton®, Transfix®, Rigidfix®) como con tornillo interferencial y distalmente con dicho tornillo.

### 2) **Plastia Hueso-Tendón-Hueso (HTH) autóloga** <sup>25,26</sup>

Con una incisión sobre el tendón rotuliano y separadores, se delimita el tercio central del mismo y sus inserciones en rótula y tuberosidad tibial anterior (**imagen 9**). Con una pequeña plataforma guía de corte que se adosa al polo inferior de la patela se ejecutan los cortes de la pastilla ósea de calibre 9-11 mm x 20 de largo, se prolongan distalmente los cortes longitudinales en el tendón, y a nivel distal se efectúan similares cortes en tuberosidad tibial. Se suele conseguir un injerto de hueso-tendón-hueso de 9-10 cm, cuyos tacos óseos se enhebran con suturas de tracción y se comprueba que su grosor pase por los túneles, habitualmente de 9-11mm. Una vez suturada la zona dadora del injerto, se vuelve al tiempo articular. (**Imagen 10**).

Hechos ambos túneles, con una salida en muslo de broca pasadora y dejando una aguja fina, con ayuda de los hilos de tracción se pasa el HTH, quedando alojados los tacos óseos en ambos túneles. Se fija primero el femoral con tornillo interferencial reabsorbible, que se inserta a través de la aguja hiperflexible. Una vez comprobada con tracción la buena fijación superior, la misma aguja fina se ubica en el túnel tibial y en ligera flexión de rodilla y bajo tracción manual tensionando el injerto, se fija el taco distal con otro tornillo interferencial.

### **3) Plastia autóloga Hueso-Tendón Cuadricipital.** <sup>27,28</sup>

El tiempo articular previo y final es similar al descrito. La extracción requiere incisión central desde polo superior de rótula hacia proximal (**Imagen 11**), disección de la parte tendinosa del recto anterior, se corta el taco óseo polar superior de la misma manera y se continúa la sección del tendón hasta conseguir 10-13 cm de largo (2 cm hueso + 10-11 tendón) por 10mm de ancho, respetando la capa más profunda y la sinovial articular. El final tendinoso se *empata* y compacta con puntos y una vez cerrada la incisión e introducido el autoinjerto se fija igualmente con tornillos absorbibles en ambos extremos.

### **4) Tejidos de Banco.** <sup>29,30</sup>

Se utilizan básicamente HTH y Aquiles, pero según necesidades y disponibilidad se pueden usar Isquiotibiales, Tibial Anterior, Posterior, Peroneos, o Flexor Hallucis Longus.

El HTH de Banco se coloca de la misma manera que el Autólogo (en lugar de tomar un tercio del Tendón rotuliano, el de Banco es medio tendón-hueso, es decir mayor grosor y tacos mayores, más seguros de fijar).

Aquiles, se utiliza entero o mitad, a juicio en la extracción del donante, y la inserción es similar a la del tendón cuadricipital autólogo.

Tendones libres de Banco, Isquiotibiales, Tibial Anterior, Peroneos o Flexor Hallucis Longus se usan como los Isquiotibiales Autólogos.

#### **5) Variante Bifascicular (Mott 1983, Sekiya 1999).<sup>31</sup>**

Las técnicas anteriormente descritas son Monofasciculares, generalmente del fascículo Anteromedial. Se han descrito alternativas en las dos últimas décadas, con el uso de tendones libres, pretendiendo reproducir los dos fascículos principales descritos del LCA y el estudio de su huella insercional. Se probó con dos túneles en tibia y dos en fémur (Mazzoca, Fox 2003). Más recientemente Técnica Anatómica con Doble Fascículo (Freddie Fu, Pittsburg), con una lazada doble del Semitendinoso 7-9mm para el Anteromedial y otra de Gracilis 6-7mm para el Posterolateral, en dos túneles en fémur, y uno en tibia. La técnica hace primero los túneles femorales, uno completo de fuera-dentro que precisa un tercer portal accesorio antero-medial, cambio de lado la óptica al portal parrotuliano medial y uso de compás-guía condilar externo.

Debido a las incidencias que pueden presentarse en cada una de las técnicas, es imprescindible la experiencia del artroscopista en haber manejado diversas plastias y tejidos alternativos.

#### **-MORBILIDAD, COMPLICACIONES O INCIDENCIAS.**

Son eventos que tienen relación con la dificultad, las lesiones asociadas, la técnica, el tipo de injerto, el posicionamiento de túneles, el tiempo quirúrgico empleado, entre otros factores.

En la bibliografía revisada se refieren multitud de complicaciones <sup>32,33,34</sup> :

**OPERATORIAS**: rotura de instrumental o protrusión de tornillo en la articulación, lesión en zona dadora como rotura de tendón, fractura de rótula, lesiones cartilaginosas o problemas anestésicos.

**POSTOPERATORIAS**: Tromboembolismo pulmonar, neuritis, disestesia o paresia, derrame de repetición, sinovitis, hematomas, celulitis, artritis séptica, síndrome compartimental (por la extravasación) o fístulas.

**MEDIO-LARGO PLAZO**: Rigidez o artrofibrosis, exceso de cicatriz o pinzamiento, adherencia rotuliana, Síndrome del Cíclope (DW Jackson 1989), atrofia muscular duradera, neuroma safeno, tendinitis, rodilla en resorte medial por engrosamiento cicatricial de la pata de ganso, patela infera (T Rosemberg L Paulos 1987), pseudoartrosis de rótula, osteoporosis, cicatriz queloide, extrusión de tornillo subcutáneo, artrosis (escisión meniscal, demora de la cirugía, cronicidad).

El aflojamiento, insuficiencia o rotura de la plastia con recidiva de la inestabilidad se da en un 13%, sobre todo en los más jóvenes y deportistas. Mayormente se produce con nuevos traumatismos o en la vuelta precoz al deporte. Antes de decidir nueva cirugía, técnica e injerto, hace falta estudiar causas coadyuvantes: morfología de las rodillas y factores referidos: ejes, laxitud, pendiente tibial, estenosis de escotadura (LaPrade 1994), lesiones combinadas, posición de túneles...

## **-REHABILITACIÓN POSTOPERATORIA ACELERADA.** <sup>37,38,39,40</sup>

Es importante y beneficioso un protocolo de rehabilitación tras la lesión del LCA, ya sea tratado de forma conservadora, como antes y sobre todo tras una ligamentoplastia. Debe adaptarse a las condiciones del paciente, es decir, debe ser personalizada y empática, *cada individuo es único* y cuenta la “depresión”, en el caso del atleta, como la motivación del lesionado.

Desde los ejercicios de Delorme hasta la Rehabilitación actual de la Rodilla de Steadman y Shelbourne se han incrementado las posibilidades de recuperación rápida y eficaz en las plastias de ligamentos cruzados.

Ha habido ciertas discrepancias en el proceso rehabilitador respecto al apoyo o carga inmediata, y al uso de Rodillera limitadora de los últimos grados de extensión para minimizar el riesgo de forzar la plastia.

La inmovilización postoperatoria y el uso de Ortesis o Rodillera Articulada se ha ido abandonando como protección del implante, conforme se ha mejorado la técnica o sistemas de fijación y comprobando su morbilidad.

Sin embargo, para la práctica deportiva se utilizan con frecuencia dichas Rodilleras Articuladas (***Imagen 11***), en esquí y sobre todo en las canchas de fútbol americano, jugadores defensivos de gran peso y a veces multioperados, con secuelas de inestabilidad compensadas, e incluso en tratamientos conservadores o de roturas parciales.

La carga precoz completa la limitan una parte de cirujanos, pero cierta tensión y compresión sobre el cartílago y ligamentos es necesaria, por lo que desde los

primeros días se camina con carga protegida por dos bastones durante un mes, continuando con uno (el contralateral), aumentando la carga.

Los centros mejor dotados llevan décadas utilizando los conocimientos y la tecnología más efectiva en el control del proceso inflamatorio (elevación, uso de media elástica) y la nutrición, cicatrización o curación de los tejidos, tanto férulas (artromotor movilizador) como máquinas Isocinéticas (Cibex, Orthotron).

Lo que se ha impuesto en medios habituales es la Movilización precoz, pasiva y activa de la rodilla y la activación neuromuscular progresiva desde muy pronto.

Inicialmente se comienza tratando los tejidos con crioterapia, elevación de la pierna, ultrasonidos de forma pulsátil, masoterapia, evitando adherencias en el aparato extensor con la movilización pasiva de la rótula y la ganancia progresiva de la flexo-extensión, elastificando elementos capsuloligamentosos hasta conseguir el rango de movilidad, extensión completa a las dos semanas y flexión de 120° a las 4-6 semanas.

La tonificación muscular es clave, empezando desde los primeros Isométricos para minimizar la inhibición muscular post lesional y quirúrgica (atrofia), electroestimulación si se dispone, y se debe balancear el refuerzo isquiotibial en cadena cinética abierta, concéntrico y excéntrico, control de rotadores y el trabajo cuadriceps en cadena cerrada. <sup>38</sup>

**-Cronología.** <sup>39</sup>

### **0-2 semanas :**

Cura de la herida y control del derrame, contracciones Isométricas de cuádriceps e Isquiotibiales (series de 20 repeticiones manteniendo contraído durante 5

segundos, 3 veces al día). Elevación de la pierna en extensión y bajar lentamente en posición supina (4 series de 10 repeticiones, varias veces al día).

Elevación lateral de la pierna y bajar lentamente (4 sets de 10 repeticiones).

Flexión de la rodilla al borde de la camilla y Extensión, o cogiéndose el muslo hacia el pecho. Flexión en prono. Posteriormente se añade un pequeño peso de 2-3 kilogramos en tobillo para la extensión sentado o la flexión en prono. Con esto se consigue el control, que permite manejarse de pie, usar escalera, vestirse, ducharse...

### **2-5 semanas**

Ganar flexión empujando la pierna con el pie contralateral y conseguir la extensión completa e intentar una marcha funcional para el día a día, caminar en piscina, batir piernas, uso de tabla y natación.

### **+5 semanas**

Entrenamiento de fuerza, trabajo progresivo con pesas ligeras en tobillo o mayor con rodillo a media pierna (no distal). Subir escaleras, elíptica y bici estática 15 minutos al conseguir 110° de flexión, adaptando altura y resistencia. Tumbado y con flexión 90-90 de cadera y rodilla con los pies contra la pared, similar de espaldas a la pared flexionar 90-90 o también con prensa de pierna.

Máquina de Dinamometría Isocinética si se dispone de esta tecnología en Centros de Rehabilitación Deportiva (Cibex Orthotron 1986, Genucom 1984, Kin-Com 1986). Permite diagnosticar nivel de máxima fuerza, discrepancias bilaterales, alteraciones en el cociente ago-antagonistas, relación excéntrico-concéntrico con el rodillo a media pierna (no distal).

No olvidar el resto de las articulaciones, flexión y extensión de cadera, aductores y rotadores.

**3-4 meses:** Trote o carrera suave

**5-6 meses:** Entrenamiento sin contacto, saltar sobre un libro, iniciando con dos piernas. Pliometría.

**8 meses:** Entrenamiento con contacto y rotaciones, circuito en 8, arrancadas y frenadas, correr hacia atrás, cortes a 90°.

La propiocepción y reprogramación neuromotriz controlará la inestabilidad, igual que haríamos en el Tratamiento Conservador, hacia la coordinación y reflejos.

En la práctica, la musculatura en medios de rehabilitación comunes tarda al menos un año en igualar a la del miembro contralateral, por lo que se suelen reincorporar con un déficit del 20-30% a actividades específicas de su deporte. Con la monitorización periódica se va adaptando la actividad con el entrenador.

### **-LIGAMENTIZACIÓN (Amiel y Akeson)**

La metaplasia del tendón intraarticular sigue un curso distinto de los tejidos periféricos. Al convertirse en Ligamento Vivo precisa madurar bajo estímulos mecánicos y biológicos, para reorientar o remodelar las fibras colágenas, activación vascular y celular desde la sinovial y entorno.

El proceso de incorporación, vascularización y propiocepción del sustituto biológico del LCA, tanto el Autólogo como el Criopreservado, nunca llegan a ser exactamente igual al LCA natural, se le llama *Ligament-like* y pasa por varias fases de Maduración descritas en la escuela californiana de Akeson y Amiel. <sup>40,41</sup>



- **3 semanas**: Inicio de re o neovascularización periférica (sinovial), que conlleva células y terminaciones nerviosas.
- **4-12 semanas**: Atenuación o debilitación de la resistencia del implante 50-73%. Repoblación de fibroblastos.
- **6 semanas-3 meses**: Inicio de consolidación fibrosa en la fijación en túneles.
- **4 meses**: Vascularización completa e incorporación hueso-hueso.
- **5-6 meses**: Remodelación y columnación de fibras colágenas bajo tensión funcional.
- **6 meses**: Incorporación o cicatrización de tendones en los túneles.

A los 6 meses se estima una vuelta a la vida cotidiana con un esquema de marcha normal. La reincorporación al deporte y sus requerimientos se realizará a los 8 meses.<sup>42</sup>

## **DISCUSIÓN Y CUESTIONAMIENTO DE CADA MÉTODO.**

- **HTH AUTÓLOGO.**

La extracción del injerto requiere mayor tiempo quirúrgico y de isquemia de la extremidad por su complejidad. Uno de los principales inconvenientes de esta técnica es la aparición de dolor anterior de rodilla en la zona de la extracción, encontrando también parestesias en algunos casos. La posible fractura de rótula es una complicación mucho menos frecuente, pero con mayor trascendencia. Esta complicación puede minimizarse siendo lo más estricto posible en la extracción de la parte proximal de la plastia, en la zona del taco óseo rotuliano. A largo plazo, algunas complicaciones descritas son la tendinitis, el acortamiento o patela baja. Es importante el cierre del paratenon para minimizar este evento.<sup>34</sup>

A pesar de ello sigue siendo considerada el *Gold Standard* o *patrón oro* por gran parte de los cirujanos ortopédicos, dada la excelente fijación hueso-hueso en ambos extremos, tanto el Autólogo como el de Banco. Hubo tanta fé en ello y miedo al SIDA o la antigenicidad del Banco, que japoneses y norteamericanos llegaron a utilizar el HTH 1 / 3 central contralateral, incluso el Aquiles 1 / 2 autólogo.<sup>43</sup>

- **ISQUIOTIBIALES AUTÓLOGOS**

El tiempo quirúrgico de esta técnica es mayor, debido a la técnica de extracción de los tendones. Es muy frecuente el hematoma postoperatorio en la cara medial del muslo por el largo trayecto de extracción que se pretende, lo cual incrementa el dolor postoperatorio y supone un potencial medio de cultivo de gérmenes. Existe la posibilidad de lesionar el nervio safeno, lo cual puede generar una zona de hipoestesia en cara interna de la pierna, que puede o no recuperarse.<sup>32,33</sup>

En ocasiones, sobre todo cuando la lesión del LCA viene acompañada de lesión en el ligamento colateral medial, podemos encontrar dificultades para extraer estos tendones, debido a cierto grado de fibrosis cicatricial por el traumatismo, teniendo varias alternativas para solucionarlo (extraer del miembro contralateral Isquiotibiales, HTH o parte del Aquiles, o utilizar Aloiinjerto). Básicamente, tiene menor morbilidad que la extracción de HTH autólogo. No tiene coste añadido y esta es una de las razones de su preferencia y de su uso común en, por ejemplo, muchas mutuas deportivas. Una dificultad añadida es la demora en potenciar la rotación interna y flexión de rodilla en la que actúan los Isquiotibiales mediales.<sup>44</sup> La ruptura del LCA se acompaña de atrofia muscular aguda o crónica de Cuadriceps y de los Isquiotibiales, estos al ser controladores activos del

desplazamiento anterior de la tibia, con su extracción y su tiempo de cicatriz vicaria y recuperación de potencia, dejan un déficit que no se ha estudiado.

La fijación en suspensión y sin contacto hueso-hueso es de menor consistencia y existe cierto pistoneo, lo que supone posible aflojamiento, formación de ganglión o dilatación del túnel femoral. El tornillo interferencial de 1mm mayor que el calibre del túnel, da mejor taponamiento del espacio y fijación estática.<sup>45</sup>

- **TENDÓN CUADRICIPITAL AUTÓLOGO.** <sup>21,27,28,46</sup>

Ha sido en los últimos años cuando ha comenzado a aumentar el interés en su uso, y en la actualidad continúa ganando cada vez más peso, debido a su baja morbilidad en la zona donante y sus excelentes resultados en los estudios biomecánicos.

En la actualidad, son pocos los estudios disponibles que comparen el autoinjerto de tendón cuadricipital con el de isquiotibiales, y todos han tenido resultados funcionales parecidos. La recuperación muscular del cuádriceps es más rápida que la de isquiotibiales extraídos.

En un estudio realizado, que recogía datos de cirugías realizadas por 35 cirujanos expertos, esta plastia fue utilizada en el 11% de todas las reconstrucciones. La mayoría utilizan el injerto junto con la pastilla ósea rotuliana, mostrando resultados brillantes.<sup>21</sup>

Un estudio Biomecánico compara el Tendón Cuadricipital y los Isquiotibiales, dando ambos similares resultados en cuanto a la restauración de la traslación tibial anterior y de la rotación, sin encontrar diferencias significativas entre

ambos, concluyendo que la utilización de la Plastia de Tendón Cuadricipital es una opción válida para la reconstrucción del LCA.<sup>46</sup>

Comparándolo con el Tendón Rotuliano HTH, esta plastia consigue mayor grosor y consistencia, y por tanto mejor resistencia a cargas. El taco óseo del polo superior de rótula ofrece mejor fijación usando interferencial, a diferencia de Isquiotibiales, generalmente fijados en suspensión.

Es recomendable la extracción de la parte más central, más tendinosa y gruesa del tendón cuadricipital, preservando en lo posible la capa profunda y sinovial, evitando alguna complicación como pueden ser las adherencias postoperatorias, o la pérdida de suero durante la artroscopia.

En los últimos años se adhieren cirujanos españoles como Rafael Arriaza en Coruña o Pablo Gelder en San Pablo (Barcelona), evitando el Síndrome del Polo Inferior de Rótula Doloroso, tendinitis y Patela Infera, sin pérdida de potencia flexora y de rotación interna.

- **VARIANTE BIFASCICULAR.**<sup>47,48,49,50</sup>

Chris Harner, pionero de su uso junto a Freddie Fu, dudaron posteriormente de su utilidad, y en la actualidad están en fase de desuso, al ser una innovación teórica sin evidenciar ventaja funcional. La gran dificultad para reproducir la cinemática y la anatomía del LCA con las herramientas y la materia prima disponibles hoy en día, parece ofrecer más dificultades que ventajas. La huella de inserción del LCA en tibia y fémur no presenta valores uniformes anatómicos, pudiendo variar en un rango de milímetros, lo que hace más complicado el estudio.

Por otro lado, la prolongación del tiempo quirúrgico que supone aumenta su morbilidad.

La necesidad de una revisión de plastia en los casos de aflojamiento o re-rotura se encuentra con dos previos túneles que empobrecen el capital óseo para un nuevo túnel y que puede precisar un relleno de injerto y tiempo de espera para intervenir en una tercera fase, además de la posible necesidad del uso de Tendones de Banco.

- **TENDONES CONGELADOS DE BANCO.** <sup>21,29,30,51</sup>

La principal ventaja del uso de estas plastias es el acortamiento del tiempo y de la agresión quirúrgica, lo cual limita el riesgo de infección<sup>29</sup>. El dolor postoperatorio es menor, lo cual permite acelerar el proceso de rehabilitación. Las principales desventajas son el coste económico, lo cual hace que muchos centros no estén dispuestos a asumir ese gasto, y la reserva y disponibilidad en la programación.<sup>30</sup>

Tuvieron su *leyenda negra*: el miedo a la transmisión del SIDA y el escándalo industrial de Criolife (Florida) que admitió injertos sin suficiente control, con resultados dramáticos. En diferentes fases se probó con tendones desecados y esterilización con óxido de etileno o radiación gamma, sin éxito, al alterarse las propiedades mecánicas y biológicas.

La congelación en -80 a -180° elimina la antigenicidad y puede mantenerse durante años de manera estable hasta su uso, trasladándose aislados en Nitrógeno Líquido y precisando 1 hora de descongelación.

No hay muchos Bancos de Tejidos homologados disponibles. En Asturias desde 1987 vinculados al Banco de Sangre y a la Organización Nacional de Trasplantes, eficazmente dirigida por el Doctor Matesanz, existe un Banco de excelencia junto al antiguo HUCA, pero en ocasiones de gran demanda puede haber déficit de existencias.

A lo largo de tres décadas no se han constatado complicaciones de intolerancia, antigenicidad o transmisión de enfermedades, por el exhaustivo screening previo a los donantes y por la congelación. La resistencia es mayor o similar al autógeno y la integración biológica en algunos estudios la refieren ligeramente más lenta. El uso del Banco de Tejidos deja total libertad y simplificación en caso de revisión quirúrgica, ya se vuelva a usar Banco o Tejido Autólogo.<sup>21</sup>

## **-CONCLUSIÓN**

Es innegable que la evolución histórica de la cirugía de reconstrucción del LCA en los últimos años camina hacia resultados cada vez más satisfactorios, gracias a la experiencia, a las nuevas tecnologías y a los avances en cuanto a conocimiento anatómico, precisión y calidad del diverso instrumental.

Los resultados generales de las plastias de LCA oscilan entre un 80 y un 95% de resultados buenos o excelentes, con retorno a la actividad deportiva en un 85% de los casos. Hasta ahora, los intentos de mejorar estos buenos resultados no han sido demostrados, aunque para deportistas de alta demanda se intenta reforzar la plastia recuperando las clásicas Técnicas Extraarticulares, puestas al día por Robert Laprade en 2021.

Como hemos visto, existen muy diversas técnicas para la reconstrucción del LCA. Algunas han ido desapareciendo de la práctica clínica por ofrecer

resultados claramente peores, como los ligamentos artificiales de finales de los años 70.

En los fieles a los Autólogos, perdura cierta reserva histórica con los Aloinjertos, que los usarán para cirugías de revisión del LCA, deportistas de 50-60 años en activo, en pacientes que presenten otras lesiones ligamentosas que requieran de reconstrucción asociadas a la lesión del LCA, como del LCP o el Complejo Posterolateral que puede requerir plastia extraarticular, un HTH y/o un Aquiles de Banco.

En cuanto a las Técnicas expuestas en este trabajo, las cuales son las que hoy en día más se utilizan, no es posible sacar una conclusión de si una es claramente superior a las demás, en cuyo caso el resto de ellas habrían ido involucionando. Se dice que la mejor plastia es con la que el cirujano tenga una larga experiencia y unos buenos resultados, constatables a largo plazo, y que suelen corresponder a *Escuelas Quirúrgicas* especializadas que han constatado su experiencia.

Las actuales revisiones bibliográficas obligan a los cirujanos ortopédicos a cuestionar continuamente la idoneidad del tratamiento quirúrgico que llevan a cabo, debiendo primar siempre los resultados obtenidos en la práctica clínica durante su experiencia sobre los supuestos beneficios teóricos de una u otra técnica.

Para los cirujanos jóvenes siempre será positivo seguir buscando alternativas que puedan aumentar o mejorar la seguridad y efectividad, y eso requiere probar innovaciones, cuya casuística requiere estudios comparativos y tiempo. Un

ejemplo de ello es la navegación y cirugía robótica, aplicable en trauma y cirugía ortopédica (Prótesis de Rodilla).

Es importante destacar que en la elección del tipo de injerto son de gran influencia numerosos factores externos que hacen preferir una u otra plastia, como por ejemplo la preferencia del autoinjerto de HTH en profesionales de alta competición que sean susceptibles de lesión en los isquiotibiales (fútbol, velocistas), o la preferencia de autoinjerto de isquiotibiales o de Banco en mujeres por el beneficio estético o en profesionales susceptibles de lesión en el tendón rotuliano (baloncesto, tenis...)

Por último, cabe destacar que, a la hora de elegir el tipo Plastia del LCA hay variables en la toma de decisiones. El tipo de actividad deportiva y sobre todo el nivel amateur o profesional y de élite, la presencia de otras lesiones Ligamentosas asociadas a la lesión del LCA, cirugías previas, meniscales o de revisión, la edad, constitución y el sexo.

La ya larga experiencia acumulada de Plastias de Cruzado desde 1978 en el HUCA de Oviedo, y entre los pioneros en el uso de Tendones de Banco desde 1990, permiten decantarse en la actualidad por número de intervenciones y equipos quirúrgicos por el HTH o Aquiles Criopreservado en primer lugar, Isquiotibiales Autólogos en Suspensión en segundo y Tendón Cuadriciptal Autólogo en tercer lugar.



## ICONOGRAFÍA



***Imagen 1:*** Anatomía de la rodilla derecha, vista de frente.

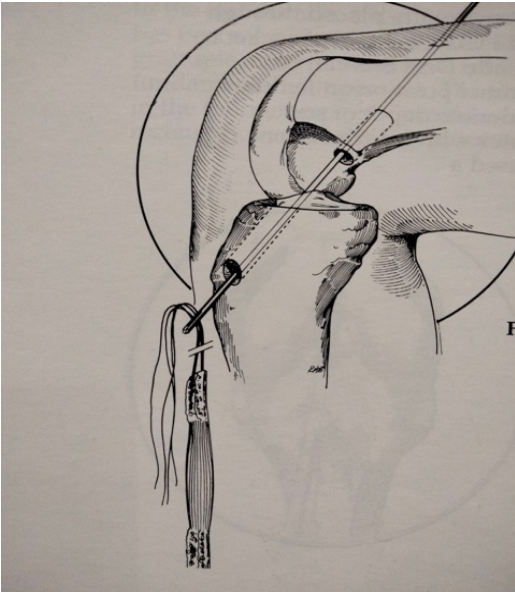
***Imagen 2:*** Imagen de RMN en la que se observa una rotura completa de LCA de la rodilla.



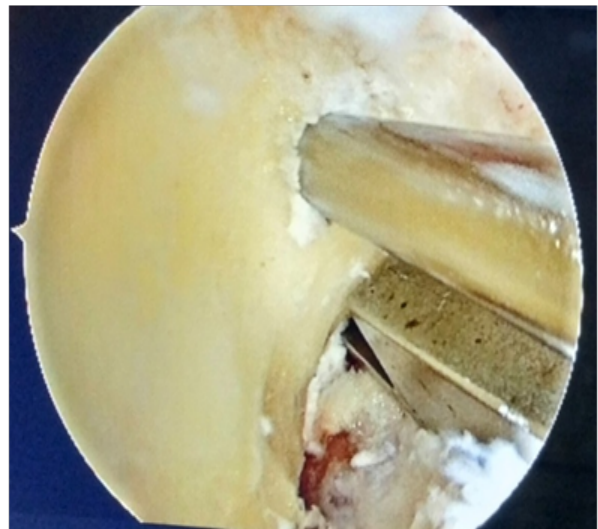
***Imagen 3:*** Vista artroscópica de una ruptura parcial reciente de LCA en rodilla derecha.



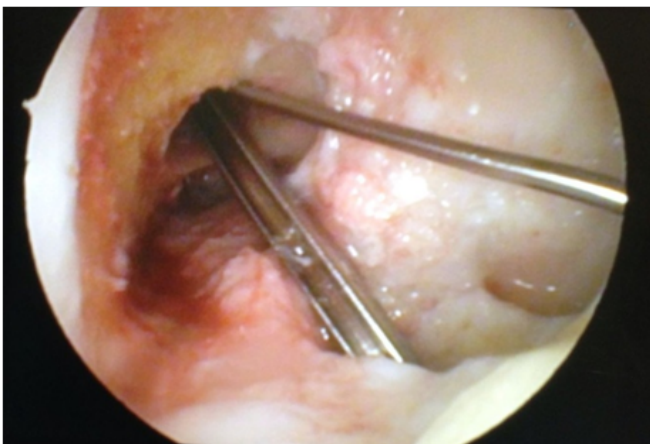
***Imagen 4:*** Posición del paciente para cirugía artroscópica de la rodilla, con isquemia de miembro.



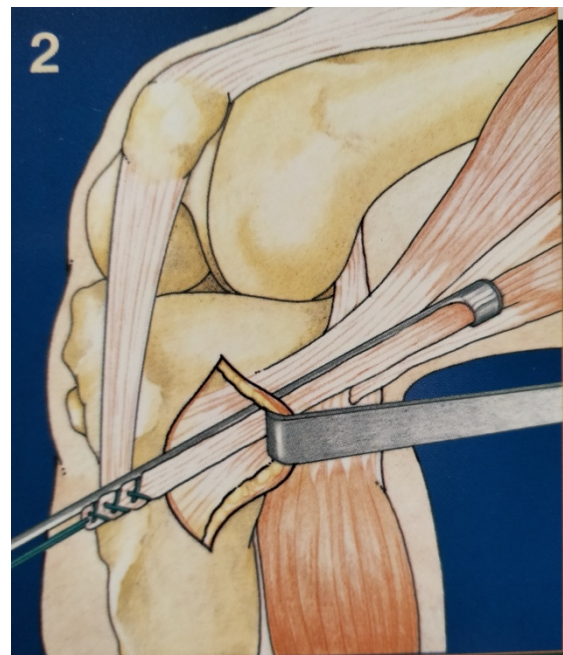
***Imagen 5: Aguja Guía pasada por los túneles tibial y femoral ya hechos, los cuales servirán de asiento para la nueva plastia.***



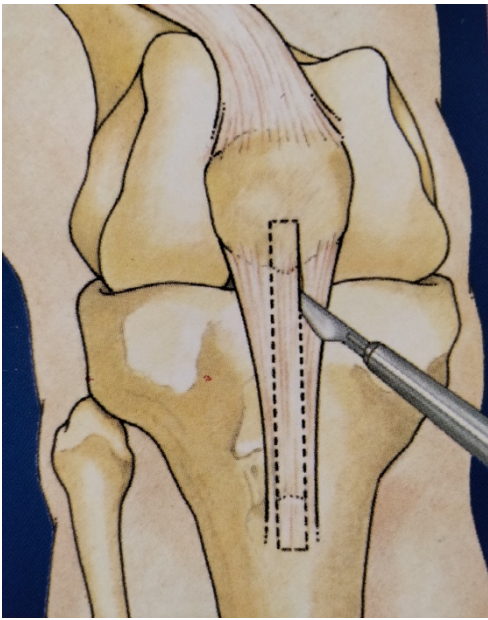
***Imagen 6: Vista artroscópica de la aguja guía y la broca buscando el "Over The Top" femoral para iniciar el túnel en rodilla derecha.***



***Imagen 7: Pasada la guía tractora y la aguja fina que orientará el tornillo de fijación de la plastia en el túnel femoral.***



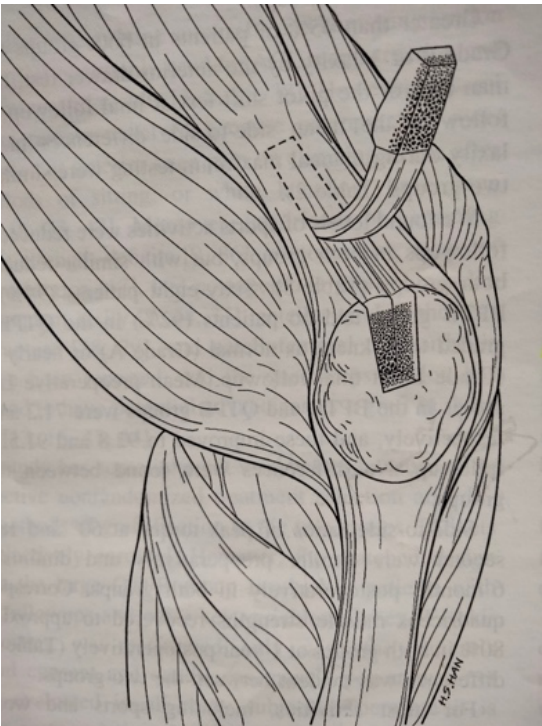
***Imagen 8: Extracción de isquiotibiales autólogos con tenotomo.***



***Imagen 9: Extracción de tendón HTH autólogo.***



***Imagen 10: Preparación del HTH en mesa de trabajo, con los dos tacos***



***Imagen 11: Extracción de tendón cuadricepsital autólogo.***



***Imagen 12: Rodilleras articuladas protectoras.***

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Freddie Fu, Wei Shen ACL insertion site and knee flexion angle. Sports health. 2009 may;1(3)200.
2. Brantigan OC, Voshell AF. The mechanics of the ligaments and menisci of the knee joint. J.Bone Joint Surg.1941. Feb;23:44-6.
3. Zantop T, Petersen W, Sekiya JK, Musahl V, Fu FH. Anterior cruciate ligament anatomy and function relating to anatomical reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006 Oct;14(10):982-92
4. Śmigielski R, Zdanowicz U, Drwięga M, Ciszek B, Williams A. The anatomy of the anterior cruciate ligament and its relevance to the technique of reconstruction. Bone Joint J. 2016 Aug;98(8):1020-6.
5. Norwood LA, Cross MM. ACL functional anatomy of its bundles in rotatory instabilities. Am J Sports med 1979 Jan-Feb;7(1):23-6.
6. Siegel L, Van Den Akker-Albanese C, Siegel D. Anterior Cruciate Ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. Clin J Sport Med. 2012 Jul;22(4):349-55.
7. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. Am J Sports Med. 2006 Feb;34(2):299-311.
8. Torg JS, Clinical diagnosis of ACL instability in the athlete. Am J Sports med 1976 Mar-Apr;4(2):84-93.

- 9.** Daniel DM, Stone ML, Akeson WH, O'Connor. KT-1000 measurements. *Knee Ligs Struct Func Inj repair*. NY Raven Press.1990; 1(1):427-447.
- 10.** Bisciotti GN, Chamari K, Cena E, Bisciotti A, Bisciotti A, Corsini A, Volpi P. Anterior cruciate ligament injury risk factors in football. *J Sports Med Phys Fitness*. 2019 Oct;59(10):1724-1738.
- 11.** Hashemi J et al. The human ACL: sex differences in ultrastructure and correlation with biomechanical properties *J Orthop Res* 2008 Jul;26(7):945-50.
- 12.** Musahl V, Diermeier T, de SA D, ACL Surgery: when to do it? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020 Jun;28:2023-2026.
- 13.** Leyes Vence M, Lopez Hdz G. Roturas del LCA en pacientes con fisis abiertas. *Trauma Fund Mapfre*. 2008 May;19(1):48-55
- 14.** Middleton KK, Hamilton T, Irrgang JJ, Karlsson J, Harner CD, Fu FH. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a global perspective, Part 1. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;22(7):1467-82.
- 15.** Arriaza Loureda R. Hª natural de las roturas del LCA. *Trauma Fund Mapfre*. 2008;19(1)19-22.
- 16.** Mayo MH, Mitchell JJ, Axibal DP, Chahla J, Palmer C, Vidal AF, Rhodes JT. Anterior Cruciate Ligament Injury at the Time of Anterior Tibial Spine Fracture in Young Patients: An Observational Cohort Study. *J Pediatr Orthop*. 2019 Oct;39(9):668-673.
- 17.** Balkfors B. Operative versus non operative treatment of recents injuries to the ligaments of the knee. *JBJS (Am)*.1987;69(3)1120-6.

- 18.** A. Cruz Cámara, A. Villalba Aramburu, R. García Barcenilla, L. Cerezal Pesquera. Lesiones parciales del ligamento cruzado anterior. Revista española de Artroscopia y Cirugía Articular.2020 Sep;27(3):203-12.
- 19.** Figueroa P David, Figueroa B Francisco, Ximena Ahumada P, Calvo R Rafael, Vaisman B Alex. Uso del plasma rico en plaquetas en cirugía ligamentosa de rodilla. Rev. Méd. Chile.2013 Oct;141(10):1315-1320.
- 20.** M Leyes, F Forriol. Historia de la reparación del ligamento cruzado anterior. Rev Esp Artrosc Cir Artic. 2017;24(1)38-58.
- 21.** I. Pipa Muñiz, N.Rodríguez García, C.Toyos Munárriz, L.Rodríguez López, A. Maestro Fernández. Revisión del estado actual de las plastias empleadas en la reconstrucción ligamentosa en cirugía de la rodilla.2020 Sep;27(3):223-32.
- 22.** Friedman MJ,Arthroscopy semitendinous (gracilis) reconstruction for anterior ACL deficiency. Tech Orthop.1988;2:74-80.
- 23.** Figueroa Poblete D, Meleán Quiroga P, Calvo Rodríguez R, Vaisman Burucker A, Figueroa Berrios F, Calvo Cabiati C. Evaluación isocinética postreconstrucción de ligamento cruzado anterior: comparación de dos técnicas. Acta Ortop Mex.2009 Sep-Oct;23(5):266-71.
- 24.** Vaquero J, Calvo JA, Forriol F. reconstrucción del LCA. Trauma Fund Mapfre.2008;19(1):22-38.
- 25.** Kenneth Jones Reconstruction of the ACL. A technique using one third of the patellar ligament. ABJS (Am).1963;45-A: 925-32.

- 26.** JM Boon, MJ Van Wyk, D Jordan. A safe area and angle for harvesting autogenous tendons for anterior cruciate ligament reconstruction. *Surg Radiol Anat* 2004;26:167-171.
- 27.** M.V. Pomenta, J.Ríos, S.Sastre, G.Claret, D.Popescu. Reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendón cuadricepsital. *Rev Esp Artrosc Cir Articul.*2019;26(2):101-8.
- 28.** Sasaki N, Farraro KF, Kim KE, Woo SL. Biomechanical evaluation of the quadriceps tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction: a cadaveric study. *Am J Sports Med.* 2014;42(3):723-30.
- 29.** Shino K; Nakata K; Horibe S; Inoue M; Nakagawa S (Department of Orthopaedic Sports Medicine, Osaka Rosai Hospital, Japan).: Quantitative evaluation after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. Allograft versus autograft.: *Am J Sports Med.*1993 Jul-Aug.21(4).609-16.
- 30.** Linton RC; Huegel M (Department of Orthopaedics, University of Florida, Gainesville 32610). The results of fresh-frozen patellar tendon allografts for chronic anterior cruciate ligament deficiency of the knee.: *Am J Sports Med.* 1992;Mar-Apr.20(2):118-21.
- 31.** Freddie Fu, Craig Bennett, Christian Lattermann, Benjamin Ma. Tendencias actuales en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *American Journal of Sports Medicine.*1999 Oct;27(6):34-39.
- 32.** Lin TY, Chung CC, Chen WC, Su CW, Fang HW, Lu YC. Complications following all-inside anterior cruciate ligament reconstruction. *Int Orthop.* 2022 Nov;46(11):2569-2576.

- 33.** Nadarajah V, Roach R, Ganta A, Alaia MJ, Shah MR. Primary anterior cruciate ligament reconstruction: perioperative considerations and complications. *Phys Sportsmed.* 2017 May;45(2):165-177.
- 34.** Bach BR, Wojtys EM. Réflex sympathetic dystrophy, patella infera, contractures syndrome, and loss of motion following acl surgery. *Js Orthop Trauma.* 1997; 6(2):251-60.
- 35.** Chona D, Eriksson K, Young SW. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction: the argument for a multimodal approach to optimize decision-making: current concept. *JISAKOS.* 2021;6:344-348.
- 36.** Thiele E, Bittencourt L, Osiecki R, Fornaziero AM, Hernández SG, Nassif PA, Ribas CM. Accelerated protocol of rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon. *Rev Col Bras Cir.* 2009 Dec;36(6):504-8.
- 37.** Van Melick N, van Cingel RE, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, Nijhuis-van der Sanden MW. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *Br J Sports Med.* 2016 Dec;50(24):1506-1515.
- 38.** Chan KM, Maffulli N: principles and practice of isokinetics in sports medicine and rehabilitation. *HKMJ.* 1997;3(3):964-980.
- 39.** Łyp M, Stanisławska I, Witek B, Majerowska M, Czarny-Działak M, Włostowska E. The Timing of Rehabilitation Commencement After Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament. *Adv Exp Med Biol.* 2018 May 9;1096:53-7.



- 40.** Amiel D, Frank C, Akenson W. Tendons and ligaments: a morphological and biochemical comparison. *J Orthop res.*1984;1:257-265.
- 41.** Scheffler SU et al. Graft remodeling and ligamentization after ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16:834-42.
- 42.** K.D Shelbourne, J.H Wilkens. Current concepts in ACL Rehabilitation Edit. *Orth Rev.*1990;11:947-68.
- 43.** Ayala Mejías JD, Fernández Iruegas JM, Martín del Castillo FJ, Siguín D, Galván F, Tamames R. Ligamentoplastia del LCA con autoinjerto de HTH: resultados y complicaciones a largo plazo. *Cuad Artroscop.*2000;7(2):16-26.
- 44.** Xie X, Liu X, Chen Z, Yu Y, Peng Sh, Li Q. A meta-analysis of bone-patellar tendon-bone autograft versus four- strand hamstring tendon autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2015;22:100-10.
- 45.** Espejo Baena A, Serrano Fernández JM, de la Torre Solis FJ, Irizar J. Reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior con tendones isquiotibiales con doble banda y apoyo en puente óseo cortical femoral. *Cuad Artroscop.* 2007;15(1):22-7.
- 46.** Runner A, Wierer G, Herbst E, Hepperger C, Herbort M, Gföller P, et al. There is no difference between quadriceps and hamstring tendon autografts in primary anterior cruciate ligament reconstruction: a 2-year patient reported outcome study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018 Feb;26(2):605-14.

**47.** Maestro A, Álvarez A, Del Valle M, Rodríguez L, Meana A, García P, Suárez E, Rodríguez C. Reconstrucción anatómica bifascicular del ligamento cruzado anterior. Rev Esp Cir Ortoped. 2009;53(1):13-19.

**48.** Harner C, Phoeling. Double bundle or double trouble? Arthroscopy.2004;20:1013-4.

**49.** Maffulli N, Longo UG, Forriol F. Reconstrucción de las roturas del LCA con único o doble fascículo ¿Está justificado plantear el dilema? Trauma Fund Mapfre.2008;19(1):44-48.

**50.** Mediavilla I, Aramberri M, Margalet E. Doble fascículo en el ligamento cruzado anterior. ¿Sigue indicado? Rev Esp Artrosc Cir Articul. 2020 Sep;27(3):244-50.