

UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE CIRUGIA

FACULTAT DE MEDICINA

2013

RECONSTRUCCIÓN DE LCA MEDIANTE UN PLASTIA HTH CON TENDÓN  
ROTULIANO AUTÓLOGO.  
TRABAJO RETROSPECTIVO

Trabajo presentado por D. José Alberto Arrieta Núñez

Directores:

Dr. D. Ferran Samsó Bardés

Dr. D. Enric Cáseres Palau

Septiembre 2013

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	6
2.1. Consideraciones Anatómicas	8
2.2. El LCA: su comportamiento	10
2.3. Efecto del LCA en la cinemática de la rodilla	11
2.4. Historia natural de las roturas del ligamento cruzado anterior	12
2.5. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior	15
2.5.1. Indicaciones de tratamiento	16
2.5.1.2. Las indicaciones quirúrgicas de reconstrucción de LCA esta dividido en 3 niveles	18
2.5.2. Técnicas de reconstrucción	18
2.5.2.1. Elección del injerto	18
2.5.2.2. Realización de los túneles	19
2.5.3. Fijación del injerto	22
2.5.4. Proceso de integración de los injertos para la sustitución del LCA	23
2.6. Reconstrucción del LCA mediante la técnica HTH (plastia hueso-tendón-hueso) con tendón rotuliano	25
2.6.1. Reconstrucción monofascicular	25
2.6.2. Reconstrucción bifascicular del LCA	28
2.7. Reconstrucción del LCA mediante tendones isquiotibiales	29
2.7.1. Reconstrucción de LCA monofasciular con tendón semitendinoso y tendón recto interno	30

2.7.2. Reconstrucción de LCA bifasicular con semitendinoso y tendón recto interno	30
2.8. Comparación de reconstrucción de LCA por técnica HTH con tendón rotuliano y técnica de isquitobiales con autoinjerto	31
2.9. Rotura de LCA en pacientes con fisis abiertas	34
2.1.0. Complicaciones	35
2.10.1. Fracaso de cirugía de LCA	36
2.10.2. Inestabilidad recurrente o insuficiencia de la plastia	37
2.10.2.1. Inestabilidad recurrente traumática	37
2.10.2.2. Inestabilidad recurrente atraumática	38
2.10.2.2.1. Inestabilidad recurrente prematura (<6 meses postoperatorios)	38
2.10.2.2.2. La inestabilidad recurrente tardía (>6 meses postoperatorios)	38
2.10.3. Pérdida de la movilidad articular o artrofibrosis	40
2.10.4. Fallo en la fijación del injerto	42
2.10.5. Tensión de la plastia	42
2.10.6. Control de isometría	43
2.10.7. Selección e incorporación del injerto	43
2.10.8. Fallo biológico en la incorporación del injerto	44
2.10.9. Infecciones	44
2.10.10. Dolor persistente	45
2.11. Resolución de problemas	46
2.11.1. Inestabilidades asociadas infradiagnosticadas	47
2.11.1.1. Artropatía; dolor del cartílago fémoropatelar	47
2.11.1.2. Mala recuperación funcional	49

3. HIPÓTESIS	51
4. OBJETIVOS DEL TRABAJO	52
4.1. Objetivo principal	52
4.2. Objetivo secundario	52
5. MÉTODO Y RESULTADO	53
6. RESULTADOS	54
7. DISCUSIÓN	56
7.1. Característica de la muestra	56
7.1.1. Distribuciones por sexo	56
7.1.2. Distribución por edad	56
7.1.3. Distribución tipo de trabajo y tiempo en días entre el alta de la cirugía e incorporación laboral	57
7.1.4. Distribución por derrame articular	58
7.1.5. Distribución por balance articular	59
7.1.6. Distribución por secuelas definitivas	60
7.1.7. Distribución por morbilidad	61
7.1.8. Distribución por test de Lachman	62
7.1.9. Distribución por sensación de inestabilidad y Pivot Shift	63
7.1.10. Distribución por lesiones meniscales asociadas previas a IQ	64
7.1.11. Distribución por lesiones asociadas previas a IQ	65

8. CONCLUSIONES	67
9. BIBLIOGRAFÍA	69

## 1. Introducción / Introducció

La primera descripción anatómica del ligamento cruzado anterior (LCA) se debe a Galeno, pero Stark en 1850 describió la primera rotura y en 1917 Hey-Groves describe la primera ligamentoplastia.<sup>101</sup>

La rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) es una lesión frecuente en 0.30/1000<sup>(103)</sup> habitantes por año en la población general, con mayor frecuencia en la población deportista o con actividad física de alta demanda como ocurre en la traumatología laboral.<sup>1, 5, 7, 8, 11, 18, 31, 58.</sup>

En España se hizo un estudio multicéntrico en el 2001, con el cálculo de 16.821 plastias de LCA anuales, que representa una prevalencia de 4 casos por cada 1000 habitantes año.<sup>58.</sup>

El ligamento cruzado anterior es una estructura anatómica fundamental para proteger la rodilla de la laxitud anterior controlando la traslación anterior tibial. Una rotura total del LCA es incapaz de curar espontáneamente debido a la retracción de sus extremos y su vascularización deficiente, unas condiciones biológicas del ligamento que no favorecen la formación de un nuevo tejido que cicatrice la rotura. <sup>101, 103.</sup>

El LCP presenta un aporte vascular de proximal a distal e incluso llegan vasos a su porción media.

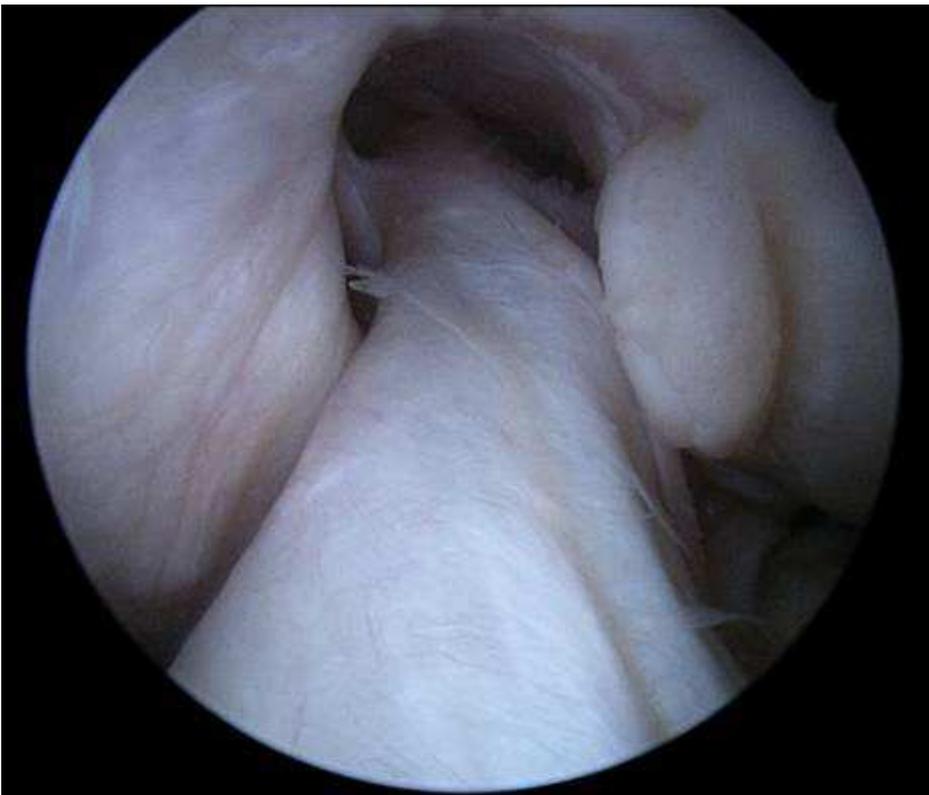
El mecanismo predominante de rotura del ligamento cruzado anterior es el pivote sobre la pierna con pie fijo sobre el suelo, con valgo de rodilla.

La reparación del LCA debe tener una tensión, dirección y anclajes lo más similar al LCA original (isometría), siendo uno de los principales objetivos de la reconstrucción, el evitar el desplazamiento anterior de la rodilla que pueden aparecer durante el ejercicio físico.<sup>8</sup>

La técnica intraarticular del injerto del tercio central del tendón rotuliano autólogo (plastia hueso-tendón-hueso) HTH con tendón rotuliano monofascicular es una de las técnicas utilizadas para la reparación del LCA <sup>(3, 9)</sup> dados su eficiencia, rápida recuperación, estabilidad y reincorporación a la actividad laboral y/o deportiva.<sup>8, 12, 17.</sup>

## 2. Revisión Bibliográfica / Revisió Bibliogràfica

El LCA es un ligamento intraarticular y extrasinovial con estructura cordonal <sup>(101)</sup> estabilizador primario de la subluxación anterior de la tibia, está situado en la escotadura intercondilea de la rodilla, discurre oblicuamente desde su inserción en la región anteromedial del platillo tibial, a la parte más posterior y lateral del cóndilo femoral externo. 5.



LCA normal.

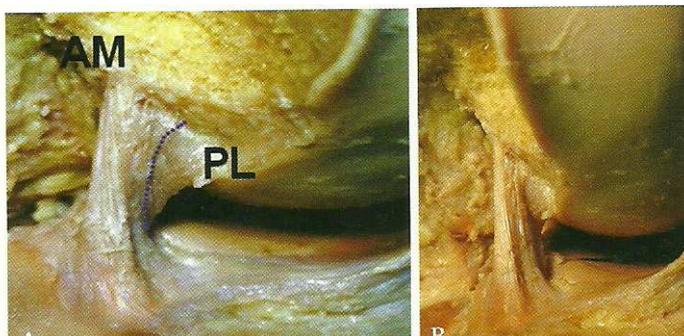
El LCA junto al LCP se encargan de regular la cinemática articular y la propioceptividad articular.<sup>5, 15.</sup>

Los ligamentos cruzados son oblicuos entre sí y también lo son con los ligamentos laterales, el LCA es oblicuo con el ligamento lateral externo y el LCP es oblicuo con el ligamento lateral interno. 5.

El LCA tiene como principal función impedir el desplazamiento anterior de la tibia con relación al fémur aportando estabilidad a la articulación.

## 2.1 Consideraciones Anatómicas / Consideracions Anatómiques

El LCA es un ligamento intraarticular está formado por 2 fascículos antero-medial (AM) o vertical se origina en la parte más anterior y proximal de la escotadura intercondilea del fémur, su inserción en la parte anterior de la espina tibial y postero-lateral (PL) tiene el mismo origen que el fascículo AM variando sus fibras de forma más distal y posterior en el fémur y una posición más posterior en la tibia.5, 8, 22, 23.



Inserción de los fascículos AM y PL.

El anclaje tibial se inserta en un fosita situada anterolateralmente respecto a la espina tibial anterior, este anclaje es más ancho y fuerte que el anclaje femoral, por ende es más frecuente la desinserción femoral.<sup>101</sup>.

El anclaje femoral se inserta en una fosita situada en la parte posterior de la superficie medial del cóndilo femoral lateral.<sup>101</sup>.

La rodilla recibe su vascularización mediante la arteria poplítea que tiene cinco ramas en el área de la articulación femoro-tibial: las arterias geniculares superiores, externa e interna, la genicular media y las geniculares inferiores, externa e interna.

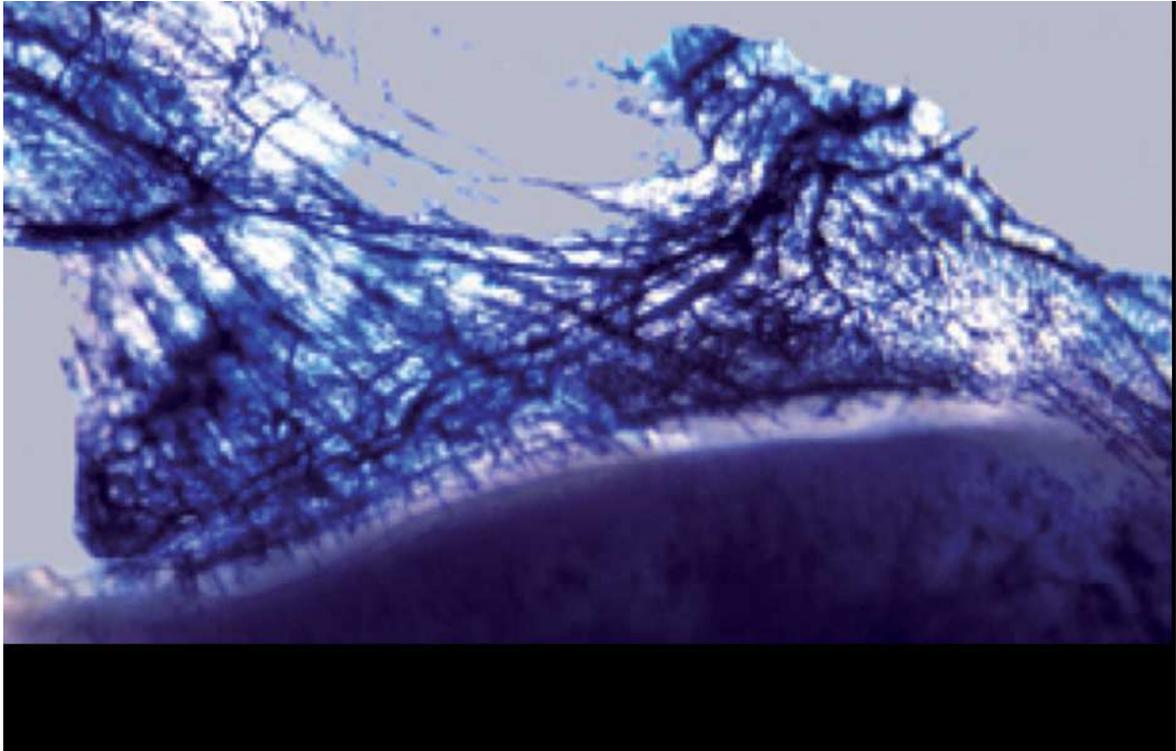
Las geniculares superiores transcurren alrededor de los cóndilos femorales de forma proximal a los epicóndilos y forman un plexo en la zona suprarotuliana.

Las ramas geniculares inferiores transcurren alrededor del margen de la epífisis tibial superior, pasando por debajo de los ligamentos laterales.

La genicular media se origina en la porción posterior de la arteria poplítea, penetra a través del ligamento poplíteo y envía tres ramas: la rama media, que sigue al LCA, la interna y la externa, que penetran en el tejido conectivo que rodea los meniscos.

Las arterias de los ligamentos cruzados provienen de la arteria genicular media que envía 4 ramas al LCP y 1 al LCA, en la inserción de los ligamentos, los vasos se anastomosan con la red vascular subcortical del fémur y de la tibia, anastomosis muy pequeñas para reparar el ligamento roto. La inserción de los

ligamentos cruzados anterior y posterior están libres de vasos nutriéndose de los vasos sinoviales que se anastomosan con los vasos del periostio.<sup>5</sup>



.Técnica de Spaltenholz para mostrar la vascularización del LCA bovino.<sup>5</sup>

El LCA tiene una distribución de colágeno heterogénea, distribuido mayormente en su porción central que en la porción distal, además la densidad del colágeno es menor en este ligamento que en el resto de ligamentos de la rodilla. Los fascículos anteriores tienen mayor cantidad de colágeno que los fascículos posteriores.<sup>5</sup>

## **2.2. El LCA: su comportamiento / El LCA: el seu comportament**

El LCA como la mayoría de los ligamentos presenta un comportamiento viscoelástico que permite atenuar los cambios bruscos de tensión y relajación cuando se requiera, disminuyendo el riesgo de lesión.<sup>5</sup>

El LCA es el responsable durante la flexión del control del deslizamiento del cóndilo hacia delante mientras que durante la extensión el LCP se encarga del control del deslizamiento del cóndilo hacia atrás, impidiendo la rotación axial interna y externa con la rodilla en extensión.<sup>5</sup>

La lesión de los ligamentos cruzados no generan variación en la rotación articular, ya que ofrecen estabilidad antero.posterior, salvo en los últimos grados de extensión de la rodilla, o en las lesiones de los ligamentos colaterales PAPI (lesión del ligamento colateral medial a 0° de flexión, a la exploración la tibia se desplaza en valgo a la exploración) – PAPE (lesión del ligamento colateral lateral a 0° de flexión, a la exploración la tibia se desplaza en varo abriendo la interlinea externa)<sup>5</sup>.

El LCA se tensa durante el movimiento de flexo-extensión de la articulación de la rodilla y actúa como estructura que limita el cizallamiento anterior del platillo tibial, sobre el fémur, permitiendo una equilibrada relación entre los cuádriceps e isquiotibiales.<sup>5</sup>

### **2.3 Efecto del LCA en la cinemática de la rodilla / L'efecte del LCA en la cinemàtica del genoll**

El LCA evita la rotación axial excesiva de la tibia sobre el fémur y mantiene la estabilidad en el valgo.varo.<sup>5.15.26</sup>.

Cada fascículo del LCA tiene una función de estabilidad de la rodilla; con la rodilla en extensión las fibras de los dos fascículos se encuentran tensas en paralelo, presentando mayor tensión el fascículo PL; cuando la rodilla se encuentra en

flexión de 90° las fibras del fascículo PL se relajan y se tensan las fibras del fascículo AM.<sup>5,15,26.</sup>

Los pacientes con rotura del LCA presentan sensación de inestabilidad.<sup>5, 7, 8, 15.</sup>

La rotura de uno de los dos ligamentos cruzados puede alterar el mecanismo extensor de la rodilla al cambiar el patrón de contacto tibio-femoral y la eficacia del mecanismo del músculo cuádriceps.<sup>5, 26, 34,91.</sup>

El test Lachman es la sensación de tope seco a la traslación anterior de la tibia (prueba de Lachman negativo), cuando un fascículo está roto la traslación se ve alargada, presenta un tope tardío (Lachman con tope retardado), y la ausencia de tope anterior (prueba de Lachman positiva), es patognomónico de rotura completa de LCA.<sup>8, 14, 21, 22, 23,</sup>

El Pivot Shift es la subluxación del platillo tibial externo sobre el fémur y es patognomónico del fallo del LCA, se puede valorar en tres grados: grado 1 sensación de deslizamiento, grado 2 deslizamiento palpable o audible, grado 3 bloqueo transitorio.

La rotura completa del LCA conduce a una subluxación posterior del platillo tibial externo en rotación interna y de extensión a flexión.

La laxitud anterior se reporta en grados, grado I (0-5mm), grado II (6-10mm), grado III (>10mm), comparando con la pierna contralateral.

Los ligamentos laterales se evalúan a 15° de flexión.

La inestabilidad postero.lateral y postero.medial se puede determinar en 30° y 90°.

#### **2.4 Historia natural de las roturas del ligamento cruzado anterior / História natural de les rotures del lligament creuat anterior**

Los pacientes jóvenes y pacientes activos con rotura del LCA son susceptibles a sufrir una lesión secuencial meniscal y de desarrollar cambios degenerativos en su rodilla por pérdida de la cinemática normal de la rodilla, principalmente por el desplazamiento anterior de la tibia con respecto al fémur, que sobrecarga y lesiona los cuernos posteriores de los meniscos y lesiona el cartílago por cizallamiento. Por desgracia las técnicas de reconstrucción el LCA actuales no han demostrado prevenir el desarrollo de artrosis de rodilla de manera completa.

6, 8, 18, 21.

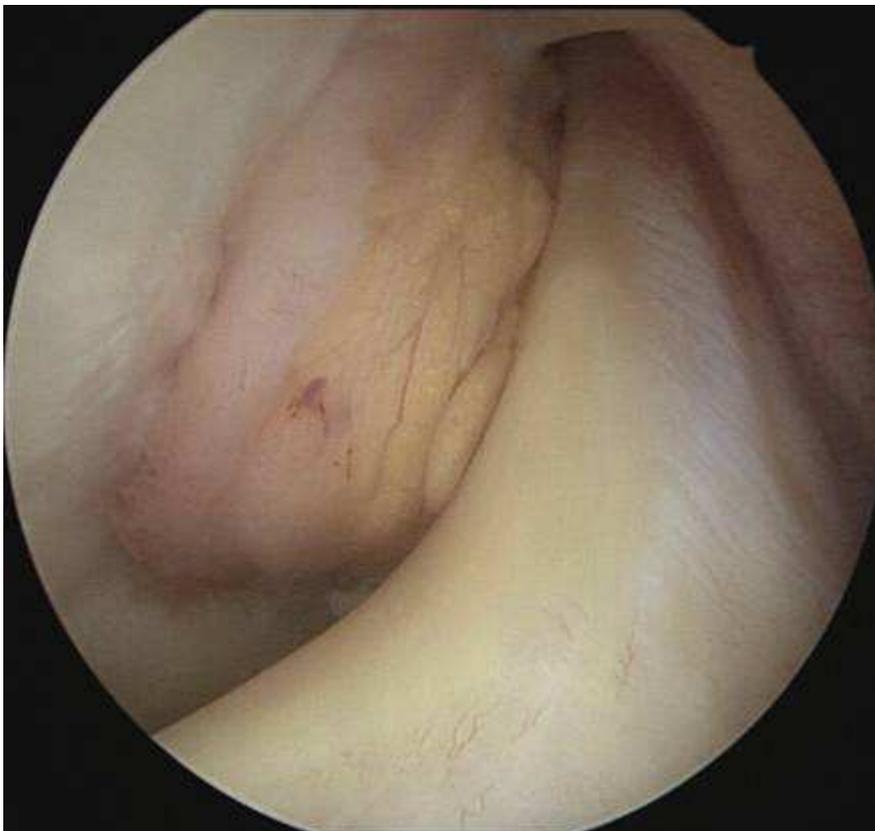


Imagen de LCA.

La laxitud anterior y el Pivot Shift causados por la rotura del LCA, se pueden restaurar con la reconstrucción del LCA.

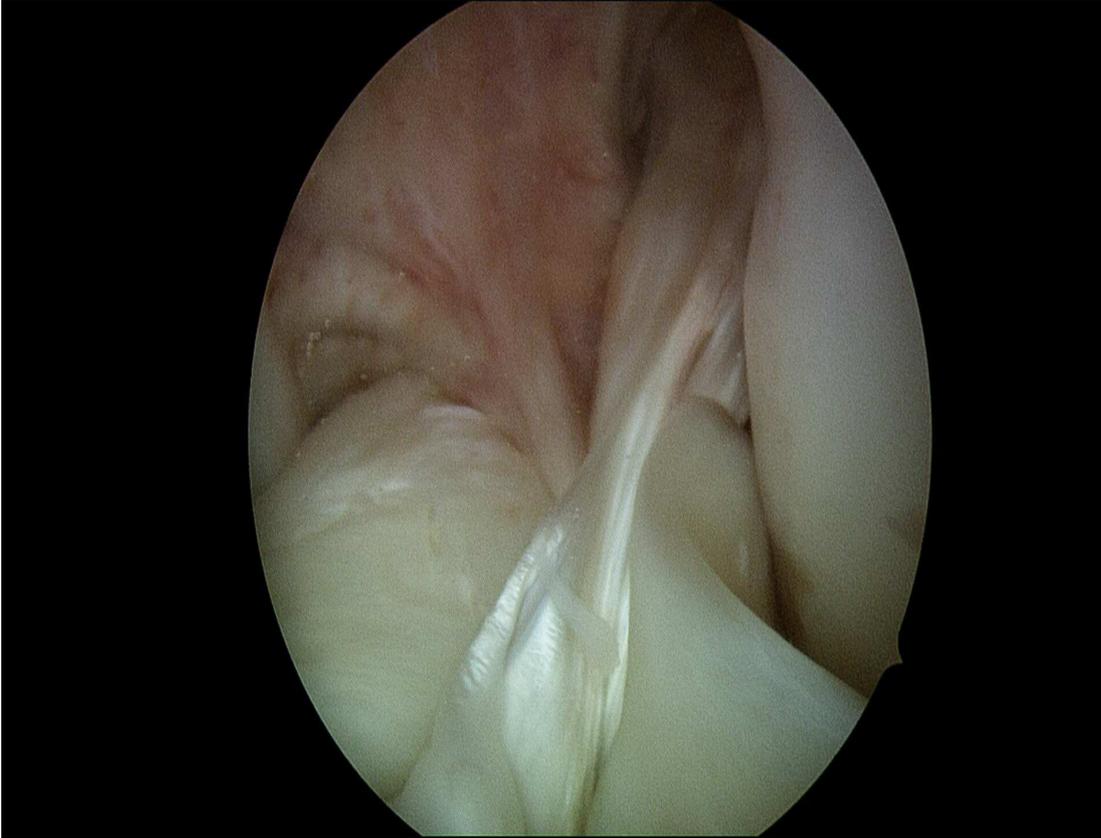
Las rodillas con rotura crónica del LCA presentan un desplazamiento de la tibia medialmente con relación al fémur durante la flexión articular, aumentando la carga en la región cercana a la espina tibial interna justificando la presencia de cambios condrales degenerativos y aparición de osteofitos en el fémur y en la tibia. 8, 18, 21.



Rotura crónica del LCA.

Las roturas crónicas del LCA están asociadas hasta un 60% con lesiones meniscales. El menisco externo se asocia a lesiones agudas, mientras el menisco

interno se asocia a lesiones crónicas, como consecuencia de la inestabilidad anterior de la rodilla.



Rotura de LCA con lesión de 2 meniscos en asa de cubo.

La posibilidad que la artrosis progrese a pesar de la reparación clínicamente satisfactoria de una rotura del LCA puede explicarse por la persistencia de alteraciones cinemáticas como las que se producen cuando no se restaura el desplazamiento medio-lateral y en rotación de la tibia respecto al fémur.<sup>6</sup>

## **2.5 Reconstrucción del ligamento cruzado anterior / Reconstrucció del lligament creuat anterior**

Las roturas de LCA ocurren principalmente por accidente laboral y deportivo, en población joven y laboralmente activa. Esta incidencia es notablemente más alta

en los deportes de contacto y en los que exigen pivotar sobre la rodilla como ocurre en el fútbol, baloncesto y esquí. 58.

Teniendo como indicación quirúrgica a todo paciente que realice una actividad física o pacientes que presenten fallos en la extensión total de rodilla y todos los pacientes jóvenes sea cual sea su actividad. Teniendo como criterio de exclusión para realizar la reconstrucción del LCA mediante la técnica HTH a pacientes que presenten dolor en la cara anterior de la rodilla, crepitación femoropatelar, rigidez, dificultad de la marcha fundamentalmente pacientes del sexo femenino en la que se debe elegir la reparación con plastia de isquiotibiales. 14, 22, 23, 58.



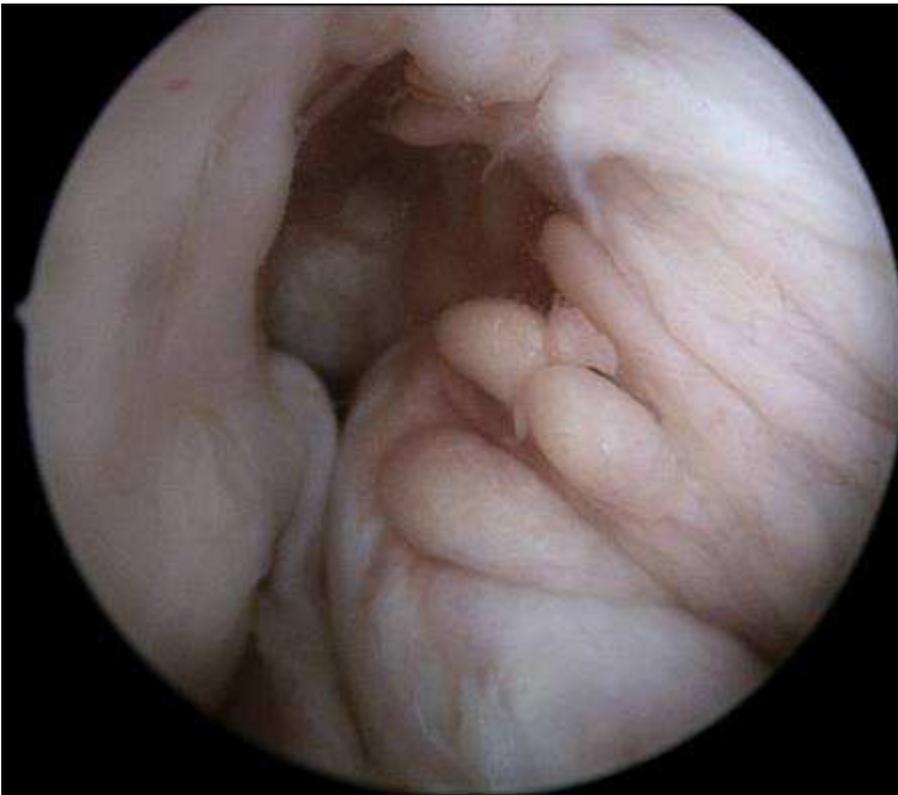
Rotura LCA, muñon tibial.

### **2.5.1 Indicaciones de tratamiento / Indicacions de tractament**

El objetivo del tratamiento debe ser evitar los episodios de inestabilidad articular que pueden aparecer con las actividades físicas, siendo candidatos para cirugía

los pacientes con una laxitud anterior de rodilla en la exploración, asociado a episodios de inestabilidad o fallos de la rodilla. 58.

Existe un grupo de pacientes de moderada edad con un LCA deficiente que pueden permanecer asintomáticos y libres de cambios degenerativos sin cirugía; pacientes tolerantes a la rotura del LCA que realizan las mismas actividades que realizaban antes de la rotura de ligamento, incluyendo actividades deportivas de alto nivel por lo menos durante 1 año después de la lesión. No obstante el riesgo de lesión meniscal a medio plazo es elevado, por lo que se debe restringir la actividad física en los pacientes.58.



Condilo externo vacío por ausencia de LCA, lesión crónica.

### **2.5.1.2. Las indicaciones quirúrgicas de reconstrucción de LCA esta dividido en 3 niveles: / Les indicacions quirúrgiques de reconstrucción de LCA eta dividit en 3 nivells:**

Nivel 1 pacientes jóvenes o pacientes de cualquier edad que practiquen deportes o actividad laboral de alta energía con salto y frenado en seco como ocurre en basketball, football sin signos de gonartrosis importante; son pacientes candidatos para la reconstrucción del LCA idealmente mediante la técnica HTH con tendón rotuliano con tendón rotuliano o con isquiotibiales.<sup>11, 15, 26, 58.</sup>

Nivel 2 actividades deportivas o laborales con movimientos laterales y menos salto, trabajos en superficies desiguales, son candidatos para reconstrucción del LCA.<sup>11, 15, 26.</sup>

Nivel 3 los pacientes con más de 45 años, que practiquen deportes lineales como el jogging y las actividades de la vida diaria; en estos casos se puede valorar retrasar la reconstrucción del LCA mientras no existe inestabilidad en la rodilla.<sup>11, 15, 26, 58.</sup>

### **2.5.2. Técnicas de reconstrucción / Tècniques de reconstrucció**

El tratamiento quirúrgico debe ir encaminado a la sustitución del LCA roto por un injerto que lo reemplace anatómicamente y biomecánicamente.<sup>14, 18, 21, 58.</sup>

#### **2.5.2.1 Elección del injerto / Elecció de l'empelt**

Existen varios tipos de injertos: autólogos, aloinjertos, xenoinjertos, deben cumplir las condiciones de resistencia adecuada, facilidad de obtención, escasa

morbilidad de la zona donante, buena incorporación, fijación inmediata y sólida con rápida reproducción las propiedades mecánicas del LCA.

Los estudios biomecánicos demuestran que las plastias sintéticas presentan propiedades similares a los tendones autólogos con una media de 474N y una rigidez de 47N/mm, que son muy inferiores a las propiedades biomecánicas que ofrecen los tendones autólogos isquiotibiales o el tendón rotuliano. Además presentan roturas en la mayoría de los casos y enfermedades de las partículas. 14, 18, 21, 58.

El tercio central del tendón rotuliano es el injerto más utilizado para la reconstrucción del LCA es utilizado en algunos casos para comparar los demás injertos, "gold standard".58.

Con base a la biomecánica tanto el tercio central del tendón rotuliano (HTH) como el injerto formado por cuatro fascículos de tendones isquiotibiales (IT) presentan una resistencia suficiente para dar estabilidad, siempre que los cuatro fascículos de la pata de ganso se hayan tensado con la misma intensidad.58.

Varios injertos pueden cumplir los requisitos necesarios para sustituir al LCA como son la resistencia adecuada, facilidad de obtención, escasa morbilidad de la zona del donante, fijación inmediata y sólida, rápida incorporación y reproducir las propiedades mecánicas del LCA. De esta manera los injertos HTH con tendón rotuliano son más adecuados para pacientes con niveles altos de actividad y deportistas que buscan estabilidad por encima de otras consideraciones (como la estética), mientras que los injertos con IT están más indicados en pacientes con bajas demandas deportivas o que requieren una mayor elasticidad articular (bailarinas).58.

### **2.5.2.2. Realización de los túneles / Realització dels tunels**

El éxito de la correcta reconstrucción del LCA depende también de la correcta ubicación de los túneles tanto en tibia como en fémur buscando su anatomía original para ofrecer al injerto una tensión similar a la del injerto original en su recorrido de flexo.extension.<sup>22, 23, 58.</sup>

Se deben retirar los restos de LCA residual para dar espacio a la plastia, evitando fibrosis de la escotadura. Es preferible mantener 10mm de espacio entre el túnel tibial del LCA y la parte anterior del LCP.

El error más frecuente en la reconstrucción del LCA por vía artroscópica es la colocación de un túnel muy anterior en la escotadura femoral que producirá una tensión muy elevada del injerto durante la flexión articular y la rotura de la plastia; motivo por el cual es recomendable la isometría intraoperatoria para prevenir fuerzas excesivas del injerto.<sup>58.</sup>

La posición de salida del túnel tibial debe ser a 3 o 4mm posterior al borde anterior del cuerpo del menisco lateral, quedando el nuevo injerto dentro de la inserción del antiguo LCA.

Para realizar los túneles femorales de medial a lateral se orienta en la rodilla derecha la posición de 10:00 a 10:30 y en rodilla izquierda entre 01:30 a 02:00.

El riesgo de rotura de la plastia incrementa al realizar el túnel femoral con una flexión inferior a 70°.

Hay 2 métodos principales de reconstrucción autóloga del LCA intra y extrarticulares, en algunas ocasiones la combinación de ambos en pacientes con laxitudes crónicas.

Las técnicas intrarticulares actúan sobre la tibia intentando simular al LCA mientras las técnicas extrarticulares lo hacen a cierta distancia de la inserción del LCA, ofrecen prevenir la aparición del pivot.

La reconstrucción monofascicular del LCA se realiza reproduciendo el fascículo AM pero utilizando la inserción tibial del PL. La posición varía del ángulo tibial de salida a 3 o 4mm posterior al borde anterior del cuerpo del menisco lateral, el nuevo injerto dentro de la inserción del antiguo LCA.

La reconstrucción mono y bifascicular no presentan variaciones de la estabilidad antero-posterior, recuperación de fuerza muscular en el muslo o sensaciones de control propioceptivo de la posición de la articulación de la rodilla.<sup>58</sup>

La reconstrucción bifascicular toma como referencias el cuerno anterior del menisco externo para el fascículo AM y 5-7 mm por delante del ligamento cruzado posterior para el PL.

Las técnicas de reconstrucción con tendones isquiotibiales comprometen también los estabilizadores de rodilla por lo que en nuestro medio es preferible utilizar el más rígido y que ofrece mayor estabilidad como lo es la técnica HTH, excepto en pacientes que trabajen arrodillados o que deban saltar a corto plazo.

Las técnicas bifasciculares reproducen anatómicamente las inserciones del ligamento cruzado anterior de la articulación de la rodilla y proporcionan mayor control de la estabilidad rotacional multiplanar.

Las lesiones de los ligamentos colaterales interno generalmente no son de tratamiento quirúrgico excepto las lesiones combinadas y severas con desinserciones del mismo, siempre que vayan acompañadas de rotura del LCA o LCP. La rotura del ligamento colateral externa es quirúrgica por ser un ligamento cordonal y sus secuelas suelen ser lesiones ligamentosas complejas con componente de inestabilidad rotacional, grado III según la clasificación de inestabilidad en extensión (>10mm sin tope firme, generalmente asociado a lesiones del LCA y/o LCP).

### **2.5.3. Fijación del injerto / Fixació de l'empelt**

Desde el punto de vista biomecánico la fijación corresponde a la fase más débil de la reconstrucción del LCA hasta obtener una correcta cicatrización e integración del injerto en el interior del túnel óseo, dicho proceso ocurre en las primeras semanas y debe resistir las tensiones que genera el injerto durante la marcha y los ejercicios de rehabilitación precoces necesarios para obtener un buen resultado.<sup>58</sup>

La fijación es distinta según los extremos sean óseos o tendinosos; la unión hueso - hueso es de más rápida integración y resistencia, siendo éste uno de los argumentos más sólidos para utilizar los injertos HTH.<sup>58</sup>



RM plastia LCA HTH con tornillo interferencial.

#### **2.5.4. Proceso de integración de los injertos para la sustitución del LCA / Procés d'integració dels empelts per a la sustitución del LCA**

El proceso de remodelación se define cuando los tejidos vivos cambian sus propiedades mecánicas y estructurales en respuesta a las alteraciones de tensión como fenómeno de adaptación funcional.

Los tendones y ligamentos se adaptan a las nuevas condiciones de trabajo en respuesta a los cambios de tensión y movimiento dentro de unas condiciones adecuadas en su ambiente sinovial.<sup>58</sup>

En la integración de un injerto hay dos zonas bien diferenciadas, el injerto intraarticular donde se produce la ligamentación y otra extraarticular que corresponde a la integración de los túneles.<sup>58</sup>

La ligamentación tiene una fase inicial de repoblación celular durante los dos primeros meses. La isometricidad en el anclaje supone una isotonicidad del implante, con lo que el implante estará sometido a un estrés tensil (necesario para la morfogénesis, remodelación y maduración colágena) uniforme a lo largo de todo el arco de movimiento de la flexo.extensión de la rodilla.

En los siguientes diez meses el injerto pasa a un estado de remodelación rápida con el aumento de los fibroblastos de la actividad nuclear y revascularización. Durante el primer año de la reconstrucción la resistencia del injerto se reduce en un 30 y un 50%, por ende las cargas excesivas pueden producir deformidad plástica y la elongación del injerto, como también la posición de la rodilla en el momento de la fijación entre 0° y 30° influyen más en la fuerza del injerto que en la tensión aplicada.

La tercera fase de la maduración ocurre durante los dos siguientes años. A los tres años el injerto es un ligamento según criterios histológicos.<sup>58</sup>

Como material de sustitución el ligamento rotuliano ofrece algunas ventajas desde el punto de vista mecánico frente a otras plastias como puede ser los isquiotibiales, por tener mayor resistencia y mejor anclaje hueso-hueso por sus inserciones óseas proximal y distal.<sup>58</sup>

La fijación varía según los extremos sea hueso o tendón, la unión de hueso es la más rápida y resistente de ahí la gran ventaja que ofrece la técnica HTH con tendón rótuliano cuya fijación ideal es el tornillo interferencial biodegradable de ácido poliláctico y fosfato tricálcico. Ofrece la posibilidad de realizar RM post.operatorias y mantienen sus propiedades biomecánicas hasta la

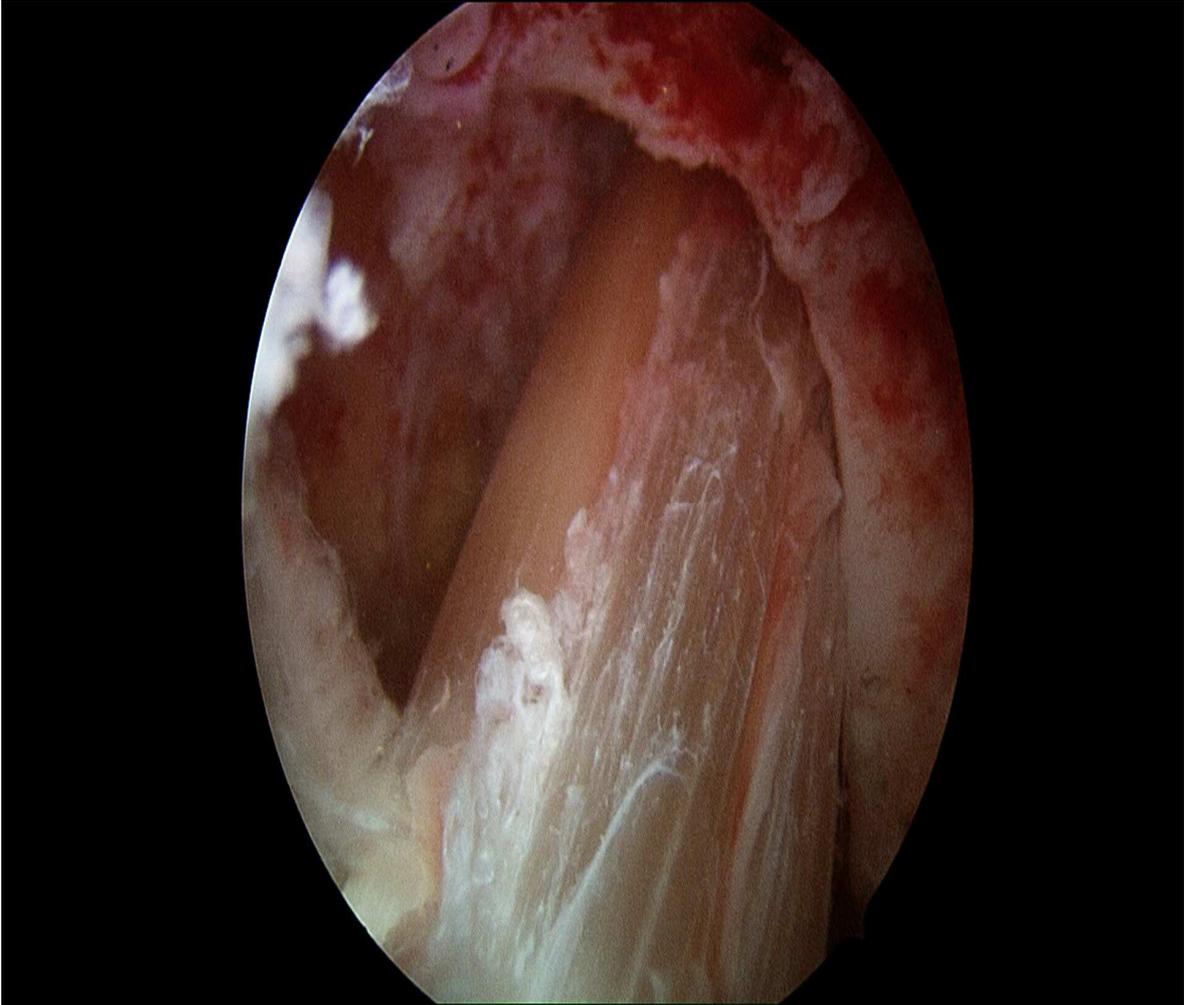
consolidación ósea, siendo sustituidos por el tejido óseo circundante por su propiedades osteoconductoras. Además son más efectivos que las grapas con respecto a la fijación.

Para la fijación por tendones IT se usa el anclaje femoral de los tendones y en la tibia doble fijación con tornillos interferenciales y grapas corticales sobre los tendones, mediante la técnica bio-trans Fix.<sup>104</sup>.

## **2.6. Reconstrucción del LCA mediante la técnica HTH (plastia hueso-tendón-hueso) con tendón rotuliano / Reconstrucció del LCA mitjantçant la tècnica HTH (plastia ós-tendó-ós)**

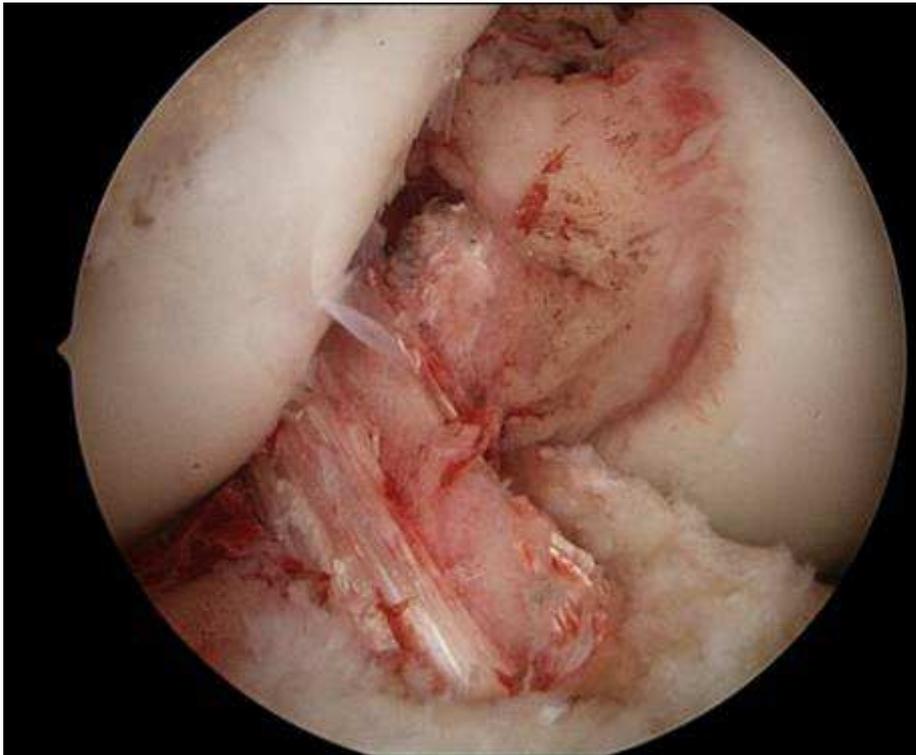
### **2.6.1. Reconstrucción monofascicular / Reconsrucció monofascicular**

La reconstrucción mediante la técnica HTH con tendón rotuliano es recomendable en los casos de existencia de hiperextensión debido a su estabilidad. Los fallos en esta técnica generalmente se asocian a patología femoropatelar existente.<sup>9, 10, 12, 20, 27, 28, 40, 51.</sup>



Plastia LCA con tendón rotuliano.

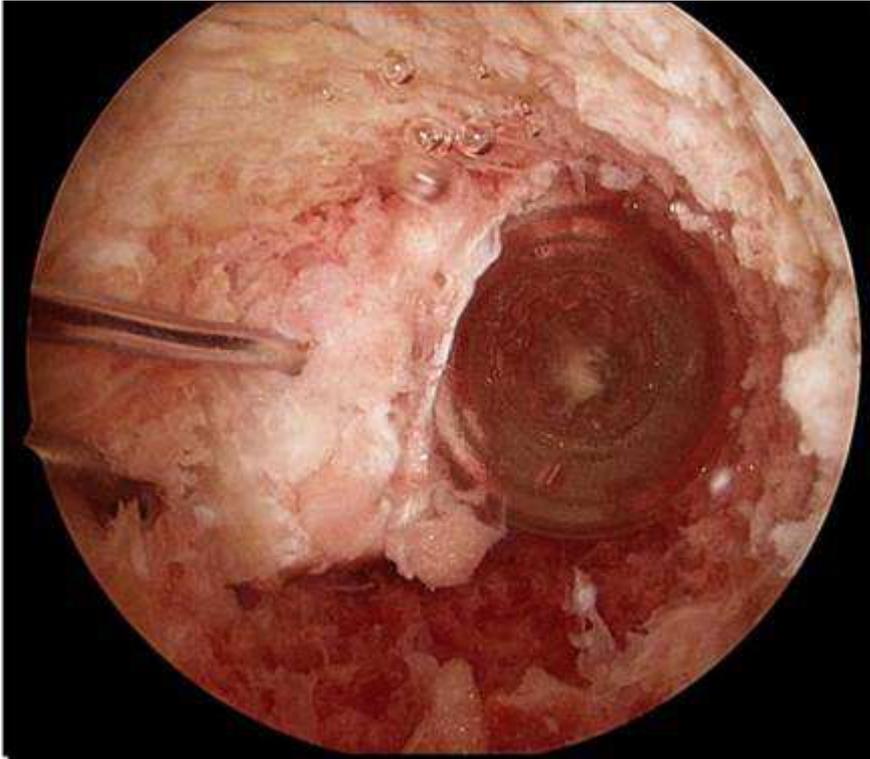
La extensión completa (se comprueba antes de realizar la IQ, en el acto quirúrgico y tras el acto quirúrgico) y la flexión de 90° se deben conseguir en los primeros 4 días posteriores a la intervención quirúrgica, se mantiene la RHB de propiocepción en descarga parcial durante 3 semanas e inicio de los ejercicios en cadena cinemática cerrada hasta completar las 6 semanas. Los protocolos de RHB marcan un retorno a la actividad laboral a los tres meses y deportiva entre 4 meses y 1 año.<sup>3, 10, 12.</sup>



Plastia LCA HTH.

La complicación postquirúrgica inmediata más frecuente es el hemartros; existen otras complicaciones menos frecuentes como puede ser la pérdida de movilidad con limitación de la extensión total, dolor en la cara anterior de la rodilla, crepitación femopatelar, menos frecuente las infecciones y la fractura de la rotula como complicación de la técnica al obtener la plástia. 3, 10, 12, 20, 28, 31, 41, 55.

En la reconstrucción mediante la técnica de HTH monofasciular con tendón rotuliano es beneficioso iniciar cargas progresivas controladas, estos estímulos mecánicos externos para optimizan la reacción inflamatoria del tendón rotuliano que genera la correcta cicatrización del injerto.



Fijación de la plastia con tornillo interferencial.

## **2.6.2. Reconstrucción bifascicular del LCA / Reconstrucción bifascicular del LCA**

Las técnicas bifasciculares reproducen anatómicamente las inserciones del ligamento cruzado anterior de la articulación de la rodilla y proporcionan mayor control de la inestabilidad multiplanar. El preoperatorio exige un estudio biomecánico de la anisometría del ligamento y comportamiento del mismo durante el recorrido de la flexo.extensión de la rodilla, valorando los patrones de la marcha y carrera.<sup>59</sup>

Con la técnica de 2 túneles se pretende reconstruir la anatomía del LCA y mejorar la estabilidad de la rodilla, especialmente rotacional.<sup>4, 19, 60</sup>

La reconstrucción bifascicular denominada técnica anatómica porque reproduce las inserciones de los fascículos, que exige una localización precisa de las inserciones.<sup>31, 41, 64.</sup>

La técnica bifascicular tiene una serie de ventajas respecto a la monofascicular como son la incorporación biológica de la plastia al hueso debido al mayor contacto, la disminución de la tensión de las plastias en el borde antero-inferior de los túneles y la mayor facilidad de colocar los túneles en la posición ideal, supero-posterior- con menor riesgo de rotura de la cortical posterior.

La reparación de las rotura del LCA con una plastia de doble fascículo (DF) corrige la laxitud rotatoria.<sup>54, 55.</sup>

La técnica de doble fascículo puede presentar fallos técnicos causados por incremento de la complejidad; la más frecuente la incorrecta posición de los túneles tibial y femoral con respecto a la técnica monofascicular.<sup>59, 60, 64.</sup>

No se han encontrado diferencias entre las técnicas de tipo mono y bifascicular, analizando los resultados postquirúrgicos de la estabilidad antero-posterior, la recuperación de la fuerza muscular en el muslo o en el control propioceptivo de la articulación de la rodilla.<sup>59.</sup>

## **2.7. Reconstrucción del LCA mediante tendones isquiotibiales /**

### **Reconstrucció del LCA mitjançant tendons isquiotibials**

El grupo de músculos isquiotibiales tienen la función de limitar la traslación tibial anterior son flexores de la tibia sobre el fémur.<sup>3, 25, 39, 65.</sup>

La reconstrucción del LCA utilizando los tendones isquiotibiales autólogos también ofrecen rigidez, fuerza, fácil tensión y un amplia área de revascularización similares al ligamento cruzado anterior. La incorporación del tendón en los túneles del hueso tiene una rápida fijación biológica.

La técnica de reconstrucción mediante los tendones isquiotibiales ofrece la ventaja de evitar la morbilidad y no presentar dolor distal en la rótula.

### **2.7.1. Reconstrucción de LCA monofascicular con tendón semitendinoso y tendón recto interno / Reconstrucción de LCA monofascicular amb tendó semitendinos i tendó recte intern**

En la reconstrucción mediante la técnica de los isquiotibiales la más utilizada es el semitendinoso y recto interno que se disecciona y se dobla a la mitad para formar los 2 o 4 fascículos.<sup>71, 72.</sup>

La reconstrucción de la técnica de isquiotibiales bifascicular presenta mayor control sobre la inestabilidad rotatoria.<sup>67, 68, 70,</sup>

### **2.7.2. Reconstrucción de LCA bifascicular con semitendinoso y tendón recto interno / Reconstrucción del LCA bifascicular amb semitendinos i tendó recte intern**

Existe menos incidencia de re.rotura en la técnica de reconstrucción bifascicular que en la reconstrucción monofascicular.<sup>13, 44, 73, 76, 79.</sup>

Es importante realizar correctamente los portales, se deben reseca todos los fragmentos residuales de LCA; así como limpiar la escotadura intercondilea de restos ligamentosos con el fin de permitir un mejor acceso a la plastia. 45, 82, 87, 89.

La plastia completa debe respetar 1cm de espacio entre el margen lateral del ligamento cruzado posterior y la pared lateral de la muesca intercondilia.

Se desbrida el muñon residual tibial hasta que permita la visualización de los puntos de referencia tibial y los túneles femorales.86, 93, 95, 100.

El abordaje en piel se realiza sobre la inserción del semitendinoso y tendón semimembranoso. Es la misma incisión usada para iniciar el punto para el túnel tibial. En ocasiones el recto interno es más corto que el semitendinoso.

La reconstrucción bifascicular se basa en la reproducción de las inserciones de los fascículos; la amplia inserción tibial presenta una disposición oval cuyas referencias son el cuerno anterior del menisco externo para el fascículo AM y 5-7 mm por delante del ligamento cruzado posterior para el PL. 47, 53, 56

En la zona femoral (cara medial o articular del cóndilo externo) la inserción del LCA presenta disposición en semicírculo con unas dimensiones entre 8mm de anchura y 24mm de longitud. 46, 96, 100.

**2.8. Comparación de reconstrucción de LCA por técnica HTH con tendón rotuliano y técnica de isquiotibiales con autoinjerto / Comparació de reconstrucción de LCA per tècnica HTH amb tendó rotulià i tècnica d'isquiotibials amb autoempelt**

Indicación quirúrgica translación anterior en la evaluación manual, la clínica de inestabilidad de la rodilla que predispone a cambios artrosicos, para valorar la inestabilidad existen diferentes test.<sup>1, 29, 30, 42, 50.</sup>

El Pivot Shift es la subluxación anterior del patillo tibial anterior sobre el cóndilo femoral de la rodilla en la extensión. La reducción espontánea de la subluxación que ocurre durante la flexión específica de la rotura del LCA.

El test de Lachman positivo esta descrito la diferencia de 3mm o más de translación anterior tibial comparado con la otra rodilla, incrementando la laxitud.

La HTH con tendón rotuliano es la técnica gold standard para reconstrucción de las rotura de LCA, que permite realizar una RHB pronta con excelentes resultados a largo plazo, como técnica estable por excelencia, con rango bajo de fallo en la plastia recomendado en pacientes con alta demanda de energía, como ocurre en la vida laboral y deportiva presentando mayor cantidad de casos de Pivot Shift negativo, teniendo la desventaja del dolor femoropatelar, debilidad del musculo cuádriceps, ruptura del tendón femoro.pateral, incluso fractura pateral en casos muy extraños, técnica no recomendada en pacientes que trabajan de rodillas, demostrado al comparar la técnica del HTH con tendón rótuliano con la técnica de reconstrucción de los tendones isquiotibiales, no existe diferencia a los 2 años, y a los 5 años no hay diferencia de dolor de la cara anterior de la rodilla si existe, como tampoco existe diferencia de la atrofia del muslo <10 mm a los 5 años, presenta como ventaja en la recuperación inmediata menor incidencia de dolor de cara anterior de rodilla.<sup>2, 32,33, 48.</sup>

Además, presenta mayor incidencia de hiperlaxitud la técnica de reconstrucción de rotura de LCA mediante isquiotibiales, predominantemente en el sexo femenino, posiblemente por el incremento de estrógenos, motivo por el cual la técnica de reconstrucción del LCA mediante HTH con tendón rotuliano es de elección en pacientes con hiperlaxitud previa a la rotura del LCA.

Los pacientes de reconstrucción de LCA con la técnica de los isquiotibiales, presentan mayor laxitud medido con artrometro en test de Lachman, presentan menor dolor en cara anterior durante el 1º y 2º años postquirúrgicos.<sup>88</sup>

A los 7 años posteriores a la reconstrucción del LCA, presentan mayor incidencia de laxitud los pacientes intervenidos con la técnica de los isquiotibiales, que los pacientes intervenidos con la técnica de HTH con tendón rotuliano.<sup>37, 66, 88</sup>

Tanto la reconstrucción de la rotura del LCA mediante la técnica HTH monofascicular con tendón rotuliano, como la técnica de isquiotibiales bifascicular, evitan las lesiones osteocondrales y meniscales a los 8 años de la intervención quirúrgica.

A los 8 años de la intervención quirúrgica no presentan dolor de la cara anterior de rodilla en las técnicas a estudio.

La reconstrucción del LCA mediante la técnica de los isquiotibiales, no esta recomendada para deportistas, tampoco en la actividad laboral que requiera alta demanda y flexión máxima de las rodillas.<sup>36, 38, 74, 94</sup>

Los ejercicios isométricos no representan laxitud entre 0° - 90° en la reconstrucción del LCA mediante HTH monofascicular con tendón rútiliano, mientras la reconstrucción mediante los tendones isquiotibiales representan laxitud entre 0° - 50° de isométricos.<sup>43, 49, 52, 57, 81.</sup>



Replastia HTH post.lq con técnica de isquiotibiales rotos.

## **2.9. Rotura de LCA en pacientes con fisis abiertas / Trencament de LCA en pacients amb fisi obertes**

En el entorno deportivo, cada vez es más frecuente encontrar pacientes con fisis abiertas, para los cuales se debe tener claro el tratamiento a ofrecer (ortopédico o quirúrgico) según el caso. <sup>61.</sup>

El diagnóstico de la rotura de ligamento cruzado anterior en el niño y el adolescente, al igual que en el adulto, es clínico confirmado con resonancia magnética.

Las radiografías de la rodilla en dos proyecciones sirven para descartar la avulsión de la espina tibial, que producirá una clínica similar a la rotura intersticial del LCA.

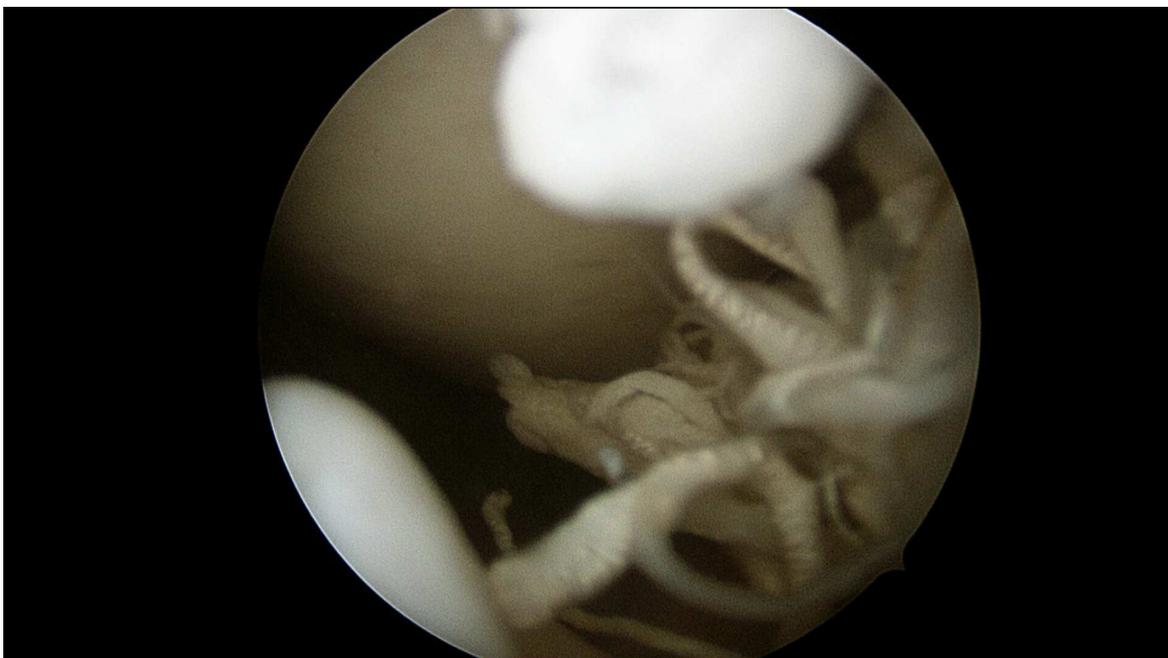
En pacientes con fisis abiertas, el mismo mecanismo lesional puede provocar una avulsión ósea de la espina tibial, una rotura intersticial del LCA o una lesión combinada con avulsión ósea y rotura intersticial asociada del LCA. Los pacientes con laxitud patológica (Pivot Shift), y más de 10 y 12mm de desplazamiento anterior en la prueba de Lachman, deben ser intervenidos con reconstrucción del LCA para evitar lesiones meniscales y condrales; en adolescentes con Tanner 1 y 2 (varones < 12 años, mujeres <11 años), reconstrucción del LCA conservando la fisis; en adolescentes con fisis abiertas Tanner 3 y 4 (varones con edades entre 13-16 años, mujeres entre 12-14 años) reconstrucción del LCA transfisiaria del LCA con túneles lo más pequeños posibles y localizados centralmente para disminuir el riesgo de provocar deformidades angulares. Es aconsejable utilizar sólo injertos de partes blandas (técnica de isquiotibiales) evitando la implantación de pastillas óseas o sistemas de fijación atravesando la fisis.<sup>61</sup>.

El tratamiento conservador de las roturas del ligamento cruzado anterior en pacientes con fisis abiertas obtiene malos resultados, porque el retraso en la cirugía aumenta la morbilidad, lesiones meniscales y condrales. La incidencia de cierre fisiario tras la intervención es baja.<sup>61</sup>.

## **2.10. Complicaciones / Complications**

El dolor persistente rotuliano es la complicación más frecuente en pacientes con injerto autólogo; la inestabilidad de los casos de reconstrucción de LCA mediante

la técnica HTH con tendón rotuliano e isquiotibiales requieren una segunda intervención en 5 años hasta en un 30%, y entre un 11% a un 50% generan artrosis en la rodilla intervenida. 58.



Rotura de LCA.

### **2.10.1 Fracaso de cirugía de LCA / Fracàs de cirurgia de LCA**

Johnson y Fu establecieron que debería considerarse un fallo clínico toda rodilla intervenida por rotura del LCA que presente una inestabilidad recurrente o que, aún siendo estable, presente dolor o rigidez, con un rango de movimiento entre 10° y 120°.62

La forma más precisa de revisar los casos de rotura completa es la medición de desplazamiento anterior superior a 6mm (medido con artrómetro), además un Pivot Shift grado 2 o 3 con o sin dolor de rodilla, inflamación, sensación subjetiva de inestabilidad y limitación para las actividades de la vida diaria y/o deportiva. 62

Una técnica adecuada de medición a 20° - 30° de flexión con el paciente relajado, efectuando una tracción máxima manual con una diferencia lado a lado de 3mm o un desplazamiento absoluto de más de 10mm tiene una sensibilidad del 99% para una rotura del LCA.

### **2.10.2. Inestabilidad recurrente o insuficiencia de la plastia / Inestabilitat recurrent o insuficiència de la plastia**

Pérdidas de función expresadas en un déficit de movilidad y/o dolor.

#### **2.10.2.1. Inestabilidad recurrente traumática / Inestabilitat recurrent traumàtica**

Una rotura de la plastia del LCA puede producirse en forma aguda por traumatismo agudo único (por un accidente casual o deportivo sobre una plastia funcional correctamente colocada, o un accidente sobre una plastia mecánica débil) o por fatiga del implante por mecanismo repetitivo, generalmente por defectos en la localización de los túneles óseos. Esto también incluye la rehabilitación temprana y agresiva que incrementa el riesgo de lesionar los injertos en la fase de anclaje biológico, maduración o cuando está parcialmente vascularizado, entre 6 y 12 semanas después de la cirugía. Durante el primer año después de la reconstrucción la resistencia del injerto se reduce entre 30 y 50%; cargas excesivas durante este tiempo permiten una deformidad plástica y elongación del injerto. <sup>62</sup>

### **2.10.2.2. Inestabilidad recurrente atraumática / Inestabilitat recurrent atraumàtica**

Entre las causas de inestabilidades no traumáticas más frecuentes se encuentran los errores técnicos, especialmente en la identificación de túneles (70-80% de los casos) sobre todo el túnel femoral anterior, seguido de una inadecuada trocleoplastia, mala fijación o tensión de la plastia, mala calidad o una no valoración de las inestabilidades no diagnosticadas preoperatorias.

Las inestabilidades se pueden subclasificar cronológicamente en dos grupos:

#### **2.10.2.2.1. Inestabilidad recurrente prematura (<6 meses postoperatorios) / Inestabilitat recurrent prematura (<6 messos postoperatoris)**

Corresponde la mayoría de las veces a los casos atraumáticos, como pueden ser los fallos técnicos quirúrgicos, fallo en la incorporación del injerto, pérdida de fijación del tendón, rehabilitación agresiva, alta demanda prematura de las actividades.

#### **2.10.2.2.2. La inestabilidad recurrente tardía (>6 meses postoperatorios) / L'inestabilitat recurrent tardía (>6 messos postoperatoris)**

Generalmente ocurre después de un año, de iniciada la actividad laboral y deportiva normal, y puede generada por una colocación incorrecta de los túneles, baja calidad del implante, inadecuada tensión del injerto, laxitud secundaria a un único o múltiples traumatismos sobre el injerto.

La inestabilidad recurrente secundaria a mala posición no anatómica de los túneles femoral, tibial o ambos, pueden influir en la longitud y tensión de la plastia.

El error en el plano sagital del túnel femoral anterior es el error técnico más habitual, propio de las técnicas monotúnel en las que la introducción de la guía por el túnel tibial obliga a perforar el túnel femoral y dificulta llegar a la región anatómica de origen que está ubicada en posición más posterior y lateral, como también ocurre por la mala visualización de los límites de la pared posterior o su confusión con la cresta del residente que separa la inserción de ambos fascículos del LCA.<sup>62</sup>

El punto idóneo de la colocación del túnel femoral debe ser tan posterior como sea posible respetando el límite posterior de la pared medial del cóndilo femoral, dejando al menos 2mm de pared entre la zona horaria de las 22h o las 14h en el plano coronal, según sea rodilla derecha o izquierda respectivamente.<sup>62</sup>

Un injerto demasiado anterior en el fémur fijado en extensión dará lugar a un ligamento tensionado y muy elongado en flexión provocando un déficit de flexión.

<sup>62</sup>

Si la plastia se tensa en flexión habrá una laxitud inaceptable en extensión, si además coexiste con un túnel tibial muy anterior, también producirá una sobretensión de la plastia en los últimos grados de extensión por pinzamiento con el techo de la escotadura o por un déficit en los últimos grados.<sup>62</sup>

Cuando el túnel femoral es muy posterior la plastia se tensa en extensión y se debilita; si no se rompe origina una contractura en flexo con déficit de la extensión

en los últimos grados, alterando la marcha con dolor anterior de la rodilla por sobrecarga fémoropatelar.

La colocación del túnel tibial debe permitir que las fibras del LCA estén inclinadas y paralelas a la línea de Blumensaat con la rodilla en extensión.

Un túnel tibial demasiado anterior provocará el pinzamiento del injerto con el techo de la escotadura intercondilea en la extensión provocando pérdida de extensión, aumentando la tensión del injerto y dificultando la incorporación biológica.

Un túnel tibial muy posterior causará excesiva laxitud en flexión y tensión durante la extensión.

### **2.10.3. Pérdida de la movilidad articular o artrofibrosis / Pérdida de la movilidad articular o artrofibrosis**

El déficit de la movilidad de la rodilla que varía entre un 5.5% y 24%, es la complicación más frecuente y va desde una pérdida de unos pocos grados de flexión, extensión o ambos, hasta la rigidez.<sup>62</sup>

Tanto la pérdida de extensión como la dificultad de ganancia de fuerza en los cuádriceps generan sobrecarga sobre la articulación femoropatelar.

La pérdida de flexión no constituye un problema a menos que esté por debajo de 120°, solo será reseñable en actividades como subir escaleras, ponerse en cuclillas, sentarse o arrodillarse.

Entre las principales causas de déficit de movilidad están la artrofibrosis definida por un proceso cicatrizal que cursa con formación de adherencias y tejido fibroso secundario a cuadro inflamatorio o derrame articular por cualquier etiología.

La artrofibrosis primaria aparece cuando no existe causa objetiva que limita la movilidad, como la formación exagerada de fibroblastos y colágeno. Se evidencia una proliferación exagerada endotelial y una desordenada disposición de las redes proteínicas causadas por una activación y proliferación de fibroblastos. Son rodillas que cursan con dolor, inflamación persistente, déficits de movilidad en extensión, en flexión o ambas, defectos de la movilidad rotuliana, patela baja y síndrome de contractura infrapatelar.

La artrofibrosis secundaria ocurre cuando existe una causa que limite la movilidad, debido a una respuesta cicatricial exagerada por excesivo tiempo de inmovilización.

Un tiempo excesivo de inmovilización postquirúrgica, o un postoperatorio muy doloroso con derrames de repetición pueden originar artrofibrosis, motivo por el cual es recomendable una rehabilitación inicial suave, no dolorosa y que no produzca una reacción inflamatoria, que consiga extensión completa y flexión de mínimo 90° antes de las 4 semanas.

El pinzamiento secundario a trocleoplastia inadecuada y "lesión de cíclope" en la escotadura intercondilea suele ser secundario debido a una técnica deficiente en la localización de los túneles que lleva a un déficit de extensión, de flexión o aflojamiento de la plastia.

“La lesión en cíclope” consiste en la interposición anterior y lateral de la inserción tibial del nuevo ligamento de tejido fibroso que hará de tope durante la extensión limitando los últimos grados. Se puede evitar con una limpieza cuidadosa de los restos del ligamento cruzado anterior o de los detritos generados en la cirugía y la adecuada colocación de túneles para evitar el pinzamiento anterior que puede dañar algunas fibras de la plastia y formar ciclópe.<sup>62</sup>

Para evitar el roce en la tróclea habrá que fresar en la escotadura hasta que permita realizar una flexo-extensión completa de la rodilla sin contacto de la plastia.

#### **2.10.4. Fallo en la fijación del injerto / Errada en la fijación de l'empelt**

Una fijación sólida es imprescindible para prevenir cambios en la posición del injerto en el interior del túnel, la integración hueso-hueso es más rápida que la de tejido blando-hueso, por ende la fijación hueso-tendón hueso (HTH) con tendón rotuliano es más seguro y ofrece menos problemas que la fijación de los isquiotibiales. Para la fijación HTH con tendón rotuliano, los tornillos interferenciales han demostrado ser más efectivos que las grapas y otros dispositivos.

#### **2.10.5. Tensión de la plastia / Tensió de la plàstia**

La tensión ideal de la plastia en el momento de la fijación depende de la longitud, rigidez y viscoelasticidad del injerto así como la posición de la pierna en el momento de la fijación. Los cambios en el ángulo de flexión en el momento de la fijación entre 0° y 30° influyen más en la fuerza del injerto que la tensión aplicada.

Una tensión inadecuada de la plastia, tanto por exceso como por defecto en el momento de la fijación puede ser motivo de fallo de la misma, con técnicas como hueso-tendón-hueso o isquiotibiales.<sup>62</sup>

Al aumentar la tensión disminuye la vascularización, se retrasa la incorporación del injerto con una degeneración mixoide del mismo.

La excesiva tensión en la plastia, sobre todo en la técnica HTH con tendón rotuliano puede aumentar la presión articular, generando rigidez y dolor, incluso favoreciendo el desarrollo de artrosis. La falta de tensión puede conducir a una inestabilidad residual.

Una vez fijado el injerto en el fémur se deben realizar varios ciclos de flexoextensión de la rodilla para preinstalar el injerto antes de la fijación, para reducir la elongación del mismo.

#### **2.10.6. Control de isometría / Control d'isometría**

El injerto ya sea hueso-tendón-hueso o isquiotibiales debe ser isométrico en el recorrido biomecánico de la reconstrucción ligamentosa de rodilla, determinada por los puntos de anclaje en fémur y en la tibia. <sup>62</sup>

#### **2.10.7. Selección e incorporación del injerto / Selecció e incorporació de l'empelt**

Estudios prospectivos aleatorizados<sup>(32, 62)</sup> comparando la plastia de isquiotibiales con HTH con tendón rotuliano han demostrado que esta técnica ha sido el “gold standard” de los autoinjertos, teniendo como ventaja la incorporación más rápida al hueso, poco riesgo de infección, evitando esta técnica en pacientes con problemas femoropatelaes asociados, indicando en este tipo de pacientes la técnica de reconstrucción de LCA mediante tendones isquiotibiales.

#### **2.10.8. Fallo biológico en la incorporación del injerto / Errada biológica en la incorporación de l'empelt**

Es considerado un fallo biológico cuando una rodilla con una plastia de LCA autóloga o aloinjerto sin error técnico quirúrgico, ni traumatismo posterior, se vuelve inestable por alteración en el proceso de ligamentización, que corresponden a los procesos biológicos que sufren los injertos implantados ya sean autólogos o aloinjertos, tales como necrosis del injerto, revascularización, repoblación celular, aposición de fibras colágenos y remodelación.

El retraso de revascularización del injerto, por tensión excesiva, inadecuada, inmovilización postoperatoria, infección o reacción inmune, retrasa la integración del injerto.

#### **2.10.9. Infecciones / Infeccions**

La persistencia de signos clínicos como la fiebre por encima de 38° - 39°C, unos parámetros analíticos elevados (leucocitos, aumento de PCR y VSG), dolor en

fondo de saco subcuadricipital y derrame de características inflamatorias, plantean la necesidad de desbridamiento mediante lavado artroscópico y antibióticos de amplio espectro de forma empírica a la espera de cultivos.<sup>62</sup>

#### **2.10.10. Dolor persistente / Dolor persistent**

El dolor anterior de rodilla es una de las complicaciones más frecuentes de la reconstrucción del LCA con una incidencia que varía entre 3 y 47%<sup>(62)</sup>, dependiendo del tipo de injerto y protocolo de rehabilitación postoperatoria, teniendo en cuenta la importancia del dolor, persistencia en los casos de existencia de dolor previo a la intervención, lesiones femoropatelares, contractura en flexión, debilidad del músculo cuádriceps y una rehabilitación agresiva con sobrecarga del tendón rotuliano, generando edema óseo y lesiones en el cartílago que incrementan el dolor anterior de rodilla.

La contractura del tendón rotuliano con rótula baja que puede verse como parte del síndrome de contractura infrapatelar, genera incremento en las fuerzas de contacto de la femoropatelar y un aumento de las fuerzas de traslación anterior de la tibia en los últimos grados de extensión.

Se debe evitar volver a intervenir a pacientes ya intervenidos con la técnica de HTH con tendón rotuliano, en pacientes con condropatía fémoropatelar grave, mal alineamiento rotuliano, profesionales que requieran adoptar posición de rodillas frecuentemente, tendón rotuliano pequeño y tendinopatía rotuliana.

## **2.11. Resolución de problemas / Resolució de problemes**

Muchas complicaciones se pueden prevenir con una adecuada selección del paciente, el adecuado momento de intervención, buena técnica quirúrgica (técnica depurada, control preciso de los tejidos, aséptica), buen control postoperatorio inmediato, respeto de los tiempos de inmovilización con énfasis en el logro de extensión completa, movilidad rotuliana, fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales y carga progresiva precoz progresiva.

La hemartrosis y las sinovitis recidivantes y proliferativas inhiben la activación muscular de cuádriceps, generando marcha alterada con pérdida de movimiento, sobre todo extensión.

En caso de rigidez por mala implantación de la plastia es aconsejable la resección de la misma y plantear una nueva plastia con isometría adecuada.

Al realizar el recambio es importante visualizar la salida de los túneles previos, así como el límite de la pared posterior y su integridad en fémur, con limpieza minuciosa de la antigua plastia y regularización mediante fresado de la pared interna del cóndilo femoral externo para facilitar la colocación de la guía femoral, respetar la inserciones anatómicas, evitar los túneles antiguos y el solapamiento.

El fascículo único convencional mediante la técnica del monotúnel no restaura el control rotatorio en el plano transversal durante las actividades más intensas, el fascículo simple anatómico se realiza en el túnel femoral desde un portal anteromedial imitando las fibras de ambos fascículos para aumentar la estabilidad rotacional.

### **2.11.1. Inestabilidades asociadas infradiagnosticadas / Inestabilitats associades infradiagnosticades**

En una rotura de LCA se deben diagnosticar con pruebas complementarias de todos los elementos estabilizadores pasivos de la rodilla, tanto en consulta como en quirófano bajo anestesia. Las lesiones asociadas pueden comprometer el futuro de la plastia por inestabilidad residual. El ligamento lateral interno (LLI), ligamentos lateral externo (LLE) y ángulo pósteroexterno (PAPE), ligamento cruzado posterior (LCP) y cápsula posterior e incluso menisectomías, principalmente el cuerno posterior del menisco, interno pueden alterar la cinématica de la rodilla.

#### **2.11.1.1. Artropatía; dolor del cartílago fémoropatelar / Artropatía; dolor del cartílago femoropatelar**

El desarrollo de la artrosis puede ser resultado de lesiones previas o bien del traumatismo inicial que podría haber causado lesiones de cartílago, menisco, edema óseo u otros ligamentos de la rodilla.

El edema óseo, sobre todo en la porción medial del cóndilo femoral externo y en la región posterolateral del platillo tibial externo, genera artrosis en el futuro hasta en un 70%.

Las lesiones meniscales son frecuentes en pacientes con rotura del LCA agudas, con predominio del menisco externo, este tipo de lesiones tienen tratamiento mediante la reparación meniscal o menisectomía parcial.

La artrosis se ha asociado a lesión meniscal y ligamentosa de la articulación de la rodilla. La menisectomía origina cambios irreversibles en el cartílago, ya que modifica las condiciones biomecánicas de la rodilla e introduce los procesos de degradación del cartílago.

Al revisar la bibliografía de las secuelas de las menisectomías, no se encuentran diferencias significativas entre las menisectomías parciales y totales, teniendo mejores resultados los pacientes jóvenes con rotura en asa de cubo, extirpando el fragmento desplazado y dejando el anillo meniscal periférico intacto.

La menisectomía altera la mecánica articular y conduce a la degeneración del cartílago articular. Después de una menisectomía, este cartílago disminuye entre 20-25% en su módulo de elasticidad a compresión y cizallamiento, al descender la concentración de glicosaminoglicanos y la rotura de la red de fibras de colágeno, también disminuye la resistencia al cizallamiento.

La inestabilidad recurrente antes o después de la reconstrucción del LCA puede comprometer lesiones meniscales y de cartílago, por lesión de menisco medial debido a su función como estabilizadores secundarios de rodilla, especialmente el cuerno posterior del menisco interno.

Muchas lesiones preexistentes no son siempre reparadas en la cirugía reparadora del LCA, generando complicaciones postquirúrgicas sin poderse atribuir al fallo de la técnica.

#### **2.11.1.2. Mala recuperación funcional / Mala recuperación funcional**

En el proceso de integración de la plastia hay largos períodos con unos ligamentos con menor resistencia y en muchos puntos avascular. En el caso de los aloinjertos, durante mucho tiempo el tejido es necrótico. Una rehabilitación agresiva y temprana o un retorno precoz a la actividad laboral o deportiva cuando la plastia no está completamente integrada, puede llevar al fallo de la plastia.

Factores claves para la recuperación funcional en el postoperatorio, tras la reconstrucción del LCA:

- Los ejercicios de cadena abierta provocan fuerzas de cizallamiento máximo.
- Los ejercicios de cadena cerrada no provocan tensión sobre la plastia del LCA.

Existen protocolos que marcan las pautas para el retorno a las actividades restringidas:

- Un rango de movilidad completo.
- Una fuerza de los músculos cuádriceps mayores del 85% de la del lado contralateral.
- Una fuerza de isquiotibiales semejante a la del lado contralateral.

- Buen balance muscular isquiotibiales/m.cuádriceps > 70%.
- Salto monopodal de longitud del 85% a la del lado contralateral.

### **3. Hipótesis / Hipotesis**

Trabajo retrospectivo de revisión de 50 casos de pacientes intervenidos de pacientes una lesión del LCA mediante una plastia hueso-tendón-hueso con tendón rotuliano autólogo, analizando su evolución desde el diagnóstico hasta la reincorporación laboral, secuelas y lesiones asociadas.

## **4. Objetivos del trabajo / Objectius del treball**

### **4.1. Objetivo principal / Objectiu principal**

Demostrar la bondad o beneficios de la técnica de reconstrucción del LCA con plastia hueso-tendón-hueso con tendón rotuliano autólogo como técnica eficaz en la traumatología laboral, en un estudio retrospectivo basado en el análisis de las historias clínicas de los pacientes.

### **4.2. Objetivo secundario / Objectiu secundari**

Demostrar la baja incidencia de recaída en pacientes intervenidos quirúrgicamente de reconstrucción del LCA con la técnica de hueso-tendón-hueso con tendón rotuliano autólogo. Se elegirá esta técnica por su eficacia, rápida recuperación y reincorporación laboral.

## 5. Método y resultado / Mètode i resultat

Revisando las historias clínicas del Hospital de FREMAP, Barcelona de primeras asistencias con diagnóstico rotura ligamento cruzado de rodilla e informe de intervenciones quirúrgicas de rotura ligamento cruzado anterior, realizar un estudio retrospectivo puro para valorar la bondad de la técnica de reconstrucción del LCA con la plastia hueso tendón hueso con tendón rotuliano autólogo, tomando 50 casos con reconstrucciones primarias, valorando la evolución retrospectiva a 5 años con los datos de inclusión el inicio de diagnóstico y rapidez de IQ, cuántos casos tenían Pivot Shift, test de Lachman positivo al momento del diagnóstico y lesiones previas asociadas a la rotura del LCA como:

- Roturas meniscales.
- Menisectomias parciales y totales.
- Reparaciones meniscales.
- Lesiones condrales.

lesiones de ligamentos laterales y ligamento cruzado posterior

que pueden entorpecer la recuperación de la reconstrucción del LCA.

Valorar la limitación en la flexión y extensión en la historia inicial de urgencias y en el momento del alta, siguiendo el protocolo de RHB usado en el Hospital de FREMAP Barcelona.

## **6. Resultados / Resultats**

Se ha realizado este estudio con las historias clínicas de 50 pacientes intervenidos por el mismo cirujano y con la misma técnica de reconstrucción del LCA con la plastia hueso tendón hueso con tendón rotuliano autólogo monofascicular, que reunían las siguientes condiciones:

1. Pacientes con diagnóstico confirmado de rotura de ligamento cruzado anterior, mediante RM de rodilla, sin otras lesiones asociadas invalidantes.
2. Pacientes visitados en nuestro Hospital FREMAP de Barcelona en el periodo 2000 – 2002. Se escogió este periodo para valorar las secuelas a largo plazo.
3. Pacientes con sensación de inestabilidad previa a la intervención quirúrgica.
4. Pacientes tanto de AT (accidente de trabajo) como de ITCC (incapacidad temporal de contingencia común).

Se utilizó la siguiente encuesta para evaluar en las historias clínicas:

**Tabla N° 1.**

<b>Sexo.</b>	Varón.	Mujer.		
<b>Edad en años.</b>	Entre 18 y 34 años.	Entre 35 y 50 años.	> 50 años.	
<b>Tipo de trabajo.</b>	Alta demanda física.	Baja demanda física.		
<b>Tiempo en días entre el alta de la Cx e incorporación.</b>	≤ 90 días.	> 90 días.		
<b>Tiempo en días entre el Dx y la IQ.</b>	≤ 90 días.	> 90 días.		
<b>Derrame articular previo a IQ.</b>	Presente (hemático, sinovial).	Ausente.		
<b>Derrame posterior a IQ.</b>	Presente (hemático, sinovial).	Ausente.		
<b>Balance articular previo a IQ.</b>	Completo.	Limitación en últimos 5° (flexión, extensión).	Limitación > 5° de (flexión, extensión).	
<b>Balance articular posterior a IQ.</b>	Completo.	Limitación en últimos 5° (flexión, extensión).	Limitación > 5° de (flexión, extensión).	Rigidez.
<b>Secuelas definitivas.</b>	Negativo.	Baremo.	Incapacidad.	
<b>Morbilidad.</b>	No lesión.	Dolor rotuliano.	Dolor al realizar la flexión máxima.	
<b>Lachman previo a IQ.</b>	No lesión.	Tope retardado.	Positivo.	
<b>Lachman 1° visita posterior a IQ.</b>	No lesión.	Tope retardado.	Positivo.	
<b>Lachman 1 año posterior a IQ.</b>	No lesión.	Tope retardado.	Positivo.	
<b>Sensación de inestabilidad previo a IQ.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>Sensación de inestabilidad posterior a IQ.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>Pivot previo a IQ.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>Pivot 3 meses posteriores a IQ</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>LESIONES ASOCIADAS PREVIAS A IQ:</b>				
<b>Menisco interno.</b>	No lesión.	Menisectomía parcial.	Menisectomía total.	
<b>Menisco externo.</b>	No lesión.	Menisectomía parcial.	Menisectomía total.	
<b>Lesiones condrales.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>L.L.I.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>L.L.E.</b>	No lesión.	Positivo.		
<b>L.C.P.</b>	No lesión.	Positivo.		

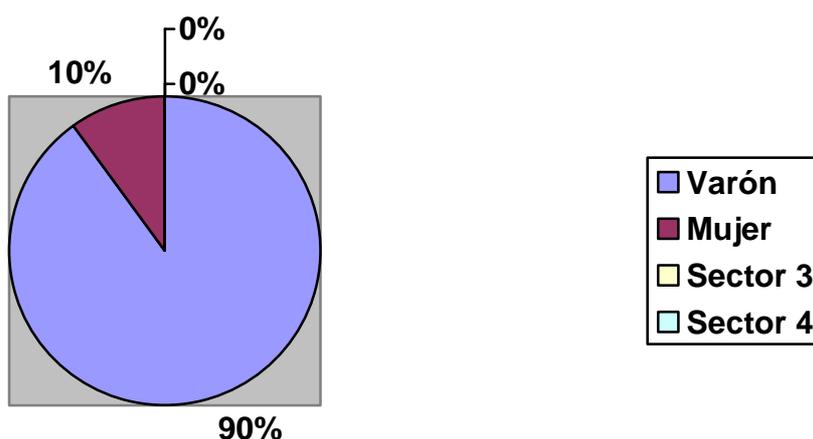
## 7. Discusión / Discussió

### 7.1 Característica de la muestra / Característica de la mostra

#### 7.1.1. Distribuciones por sexo / Distribucions per sexe

En el estudio se encuentra un predominio del sexo masculino (45 pacientes) debido al grupo de estudio (entorno laboral) sobre el sexo femenino (5 pacientes).

**Grafica Nº 1, Distribución por sexo.**



#### 7.1.2. Distribución por edad / Distribucions per edat

La media de edad está en el rango 18 -34 años con predominio del sexo masculino con 31 pacientes (62%) que presentaron la reconstrucción del LCA sin complicación; el sexo femenino con 3 pacientes (6%).

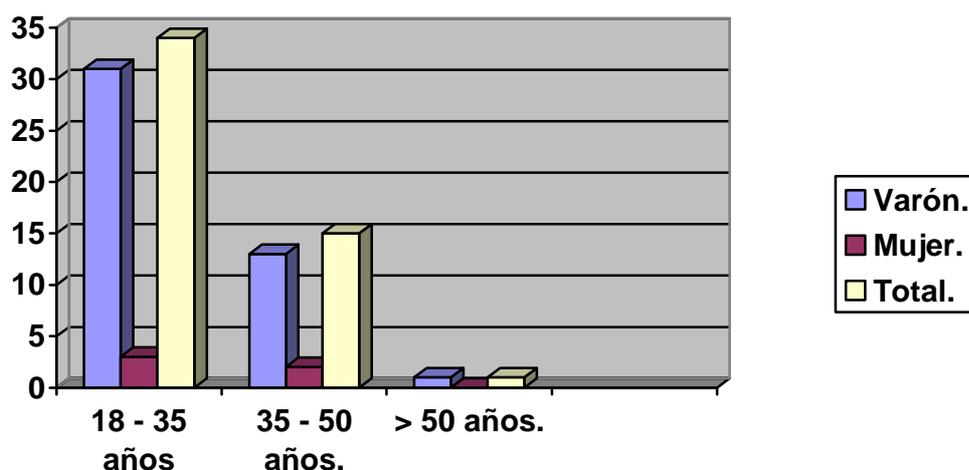
En las edades entre 35 – 50 años también predomina el sexo masculino con 13 pacientes (26%); el sexo femenino 2 pacientes (4%).

Con menor predominio con pacientes >50 años, con 1 pacientes varón (2%) y ninguno del sexo femenino.

**Tabla Nº 2.**

Edad.	Casos.	%	Hombres.	%	Mujeres.	%
18 - 35 años.	34	68%	31	62%	3	6%
35 - 50 años.	15	30%	13	26%	2	4%
>50 años.	1	2%	1	2%	0	0%

**Grafica Nº 2, Distribución por edad.**



### 7.1.3. Distribución tipo de trabajo y tiempo en días entre el alta de la cirugía e incorporación laboral / Distribució de tipus de treballi temps en dies entre l'alta de la cirurgia e incorporació laboral

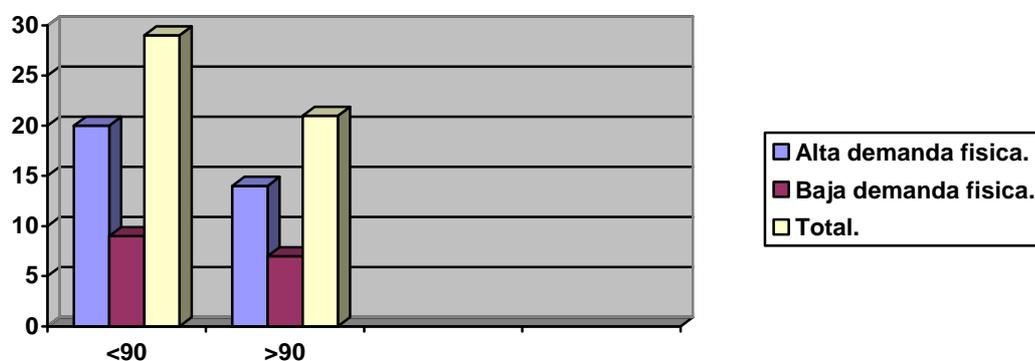
En el estudio predominó la incorporación laboral antes de los 90 días, 29 pacientes (58%), de los cuales 20 tenían un tipo de trabajo de alta demanda física (40%) y 9 pacientes con un trabajo de baja demanda física (18%).

El otro grupo, con incorporación laboral superó los 90 días, 21 pacientes (42%) incluyendo 1 paciente que tuvo el alta con incomparecencia, con predominio de pacientes con un tipo de trabajo de alta demanda física con 14 pacientes (28%) y 7 pacientes en la categoría de trabajo con baja demanda física (14%).

**Tabla Nº 3.**

Tiempo en días entre alta e incorporación.	< 90 días.	%	>90 días.	%
Trabajo de alta demanda física.	20	40%	14	28%
Trabajo de baja demanda física.	9	18%	7	14%
Total.	29	58%	21	42%

**Grafica Nº 3, Distribución tipo de trabajo y tiempo en días entre el alta de la cirugía e incorporación laboral.**



#### 7.1.4. Distribución por derrame articular / Distribució per vessament articular

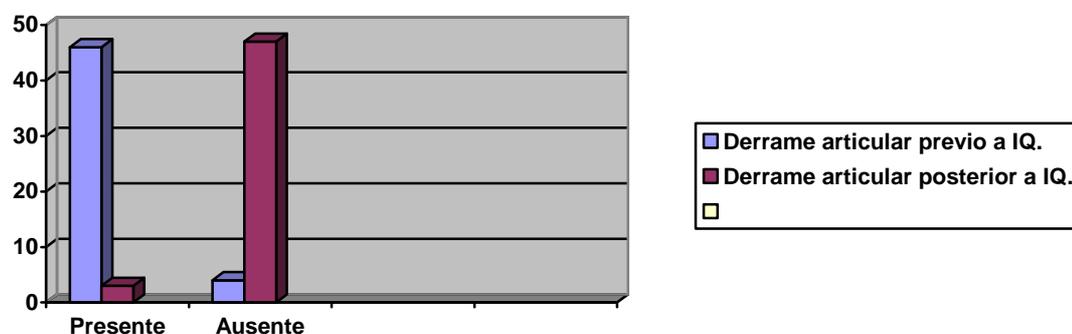
En el estudio predominaron los pacientes con derrame articular previo, de 46 pacientes (92%), sólo 4 pacientes (8%) no presentaron derrame articular previo.

Posterior a la reconstrucción del LCA con la técnica HTH tendón autólogo 3 (6%) pacientes persistieron con el derrame articular y 47 (94%) pacientes no presentaron derrame articular.

**Tabla Nº 4.**

	Presente	%	Ausente	%
<b>Derrame articular previo a IQ.</b>	46	92%	4	8%
<b>Derrame articular posterior a IQ.</b>	3	6%	47	94%

**Grafica Nº 4, Distribución por derrame articular.**



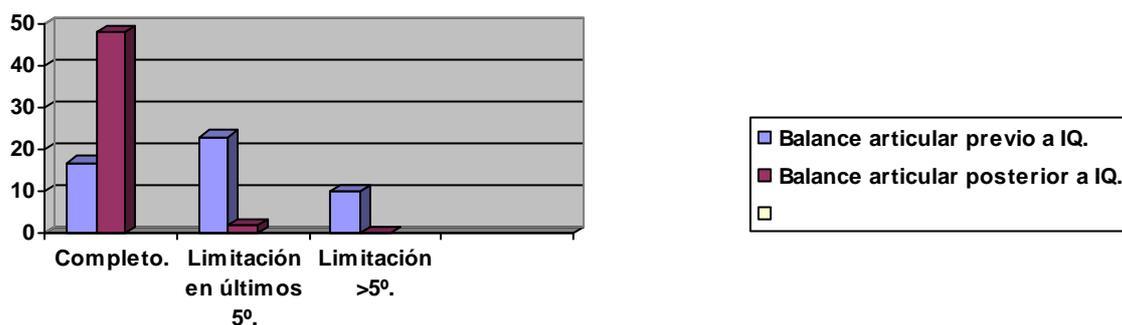
#### **7.1.5. Distribución por balance articular / Distribució per balanç articular**

La técnica de reconstrucción del LCA mediante HTH con tendón rotuliano autólogo, ha demostrado ser una técnica exitosa. Con 48 pacientes (96%) presentó un balance articular completo. Hubo un predominio de limitación en los últimos 5º en la muestra previa a la IQ. 23 pacientes (46%), 10 pacientes (20%) resultaron con una limitación superior a los 5º y 17 pacientes (34%) se obtuvo un balance articular completo previo a IQ.

**Tabla N° 5.**

	Completo	%	Limitación en últimos 5°.	%	Limitación > 5°.	%
<b>Balance articular previo a IQ.</b>	17	34%	23	46%	10	20%
<b>Balance articular posterior a IQ.</b>	48	96%	2	4%	0	0

**Grafica N° 5, Distribución por balance articular.**



### 7.1.6. Distribución por secuelas definitivas / Distribució per seqüeles definitives

En la muestra previa a la reconstrucción del LCA usando la técnica HTH con tendón rotuliano autólogo ningún paciente presentó secuelas definitivas incluyendo un paciente con triada de rodilla; en la muestra se incluyeron pacientes sin patologías previas incapacitantes.

**Tabla N° 6.**

Secuelas Definitivas.	Negativo.	%	Baremo.	%	Incapacidad.	%
	50	100%	0	0%	0	0%

**Grafica Nº 6, Distribución por secuelas definitivas.**



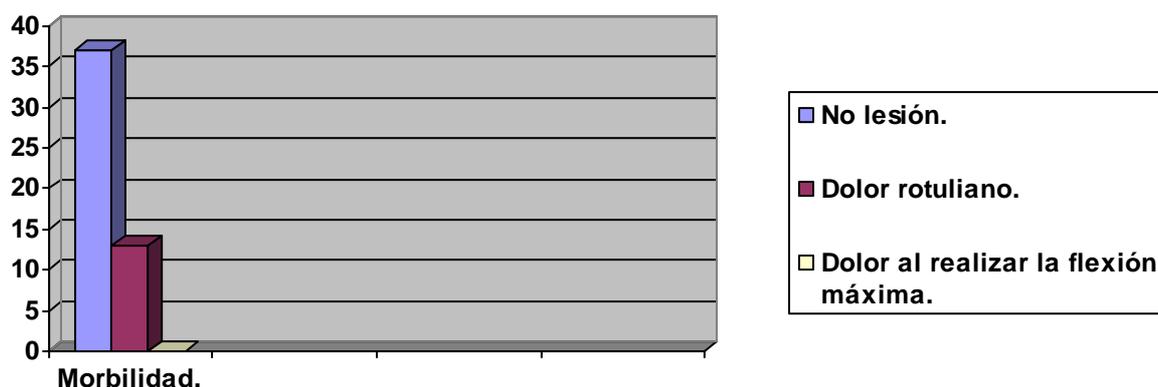
**7.1.7. Distribución por morbilidad / Distribució per morbilitat**

13 pacientes (26%) presentaron dolor rotuliano no incapacitante para retomar la actividad laboral, como secuela más frecuente de la reconstrucción del LCA con técnica HTH con tendón rotuliano autólogo, con predominio en la muestra la ausencia de lesión 37 pacientes (74%).

**Tabla Nº 7.**

Morbilidad.	No lesión.	%	Dolor rotuliano.	%	Dolor al realizar la flexión máxima.	%
	37	74%	13	26%	0	0%

**Grafica N° 7, Distribución por morbilidad.**



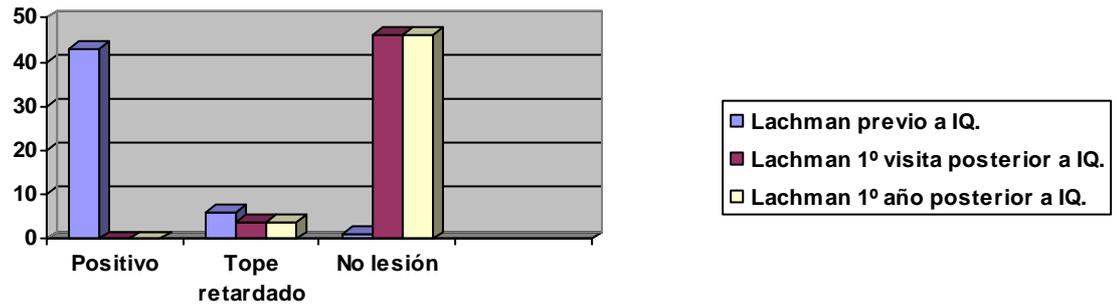
**7.1.8. Distribución por test de Lachman / Distribución por test de Lachman**

Previo a la reconstrucción del LCA, mediante HTH con tendón rotuliano autólogo 6 pacientes (12%) presentaron tope retardado y 43 pacientes (86%) presentaron el test de Lachman positivo; 4 pacientes (8%) presentaron tope retardado al 1º año de IQ.

**Tabla N° 8.**

	Positivo.	%	Tope retardado.	%	No lesión	%
Lachman previo a IQ.	43	86%	6	12%	1	2%
Lachman 1º visita posterior a IQ.	0	0%	4	8%	46	92%
Lachman 1º año posterior a IQ.	0	0%	4	8%	46	92%

**Grafica N° 8, Distribución por test de Lachman.**



### 7.1.9. Distribución por sensación de inestabilidad y Pivot Shift / Distribució per sensació d'inestabilitat i Pivot Shift

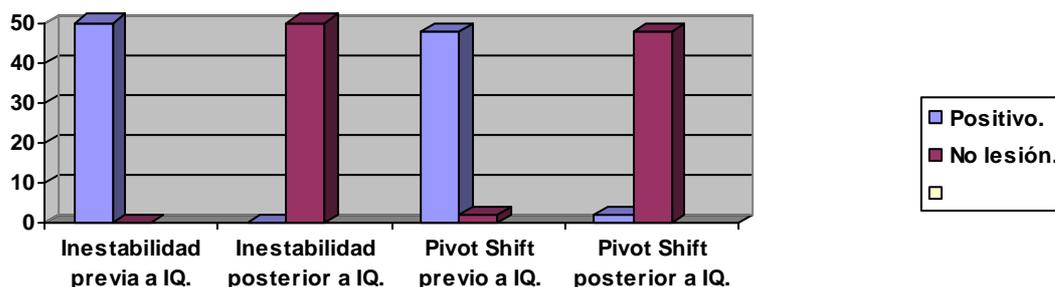
La totalidad de la muestra 50 pacientes, (100%) presentaron una sensación de inestabilidad previa a la IQ, posterior a la reconstrucción del LCA con HTH con tendón autólogo presentaron negativas la sensación de inestabilidad.

48 pacientes (92%) presentaron un Pivot Shift previo a la IQ; sólo 2 pacientes (4%) presentaron un Pivot Shift posterior a IQ

**Tabla N° 9.**

	Positivo	%	No lesión	%
<b>Sensación de inestabilidad previa a IQ.</b>	50	100%	0	0%
<b>Sensación de inestabilidad posterior a IQ.</b>	0	0%	50	100%
<b>Pivot Shift previo a IQ.</b>	48	96%	2	4%
<b>Pivot Shift posterior a IQ.</b>	2	4%	48	92%

**Grafica N° 9, Distribución por sensación de inestabilidad y Pivot Shift.**



**7.1.10. Distribución por lesiones meniscales asociadas previas a IQ / Distribución por lesiones meniscales asociadas previas a IQ**

De la poca incidencia de las lesiones asociadas previas en la muestra, predominaron las lesiones meniscales, asociadas con lesiones parciales del menisco interno en 16 pacientes (32%), lesiones totales de menisco interno 4 pacientes (8%), lesiones parciales del menisco externo 17 pacientes (34%), lesiones totales del menisco externo 2 paciente (4%).

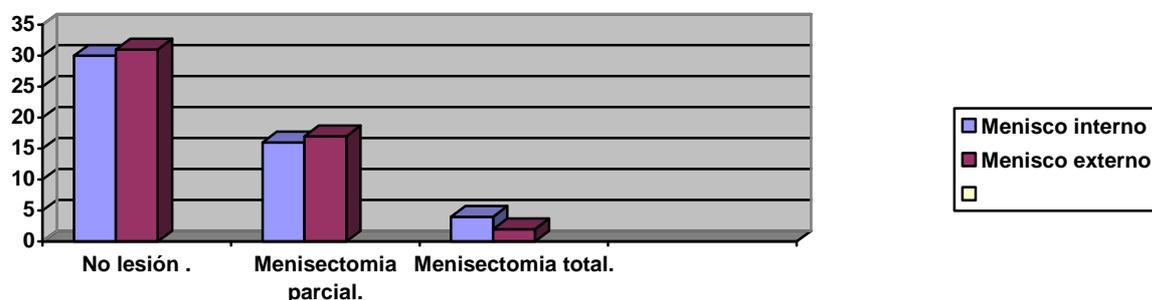
4 pacientes presentaron lesión en los 2 meniscos previo a la IQ, no incapacitante para la reincorporación laboral.

En la reconstrucción del LCA mediante la técnica HTH con tendón autólogo no se realizó ninguna re inserción meniscal.

**Tabla N° 10.**

Lesiones meniscales previas asociadas.	No lesión.	%	Menisectomía parcial.	%	Menisectomía total.	%
Menisco interno.	30	60%	16	32%	4	8%
Menisco externo.	31	62%	17	34%	2	4%

**Grafica Nº 10, Distribución por lesiones meniscales asociadas previas a IQ.**



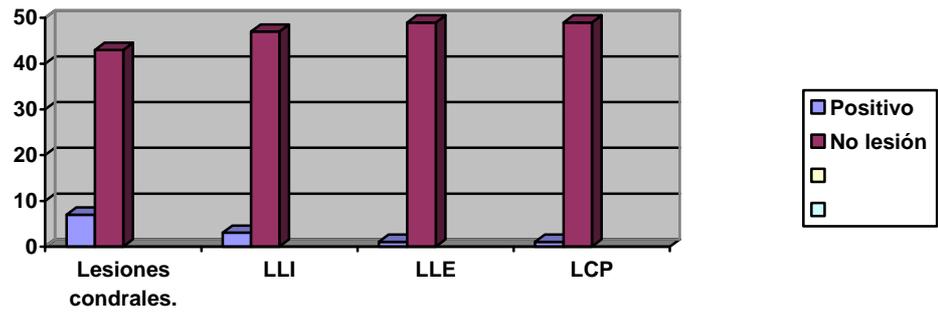
**7.1.11. Distribución por lesiones asociadas previas a IQ / Distribución por lesiones asociadas previas a IQ**

Lesiones condrales 7 pacientes (14%), lesiones de ligamento lateral interno 3 paciente (6%), lesiones de ligamento lateral externo 1 paciente (2%), ligamento cruzado posterior 1 paciente (2%).

**Tabla Nº 11.**

Lesiones previas asociadas.	Positivo.	%	No lesión.	%
Lesiones condrales.	7	14%	43	86%
LLI	3	6%	47	94%
LLE	1	2%	49	98%
LCP	1	2%	49	98%

**Grafica Nº 11, Distribución por lesiones asociadas previas a IQ.**



## **8. Conclusiones / Conclusions**

1. La reconstrucción del LCA utilizando la plastia hueso-tendón-hueso con tendón rotuliano autólogo es una técnica eficaz con incorporación sin secuelas al 1º, ni al 5º año.
2. Todos los pacientes intervenidos en el Hospital FREMAP Barcelona presentaron sensación de estabilidad posterior a la intervención quirúrgica, al 1º y al 5º año.
3. Ningún paciente presentó dolor al realizar la flexión máxima.
4. El test de Lachman fue negativo en 46 pacientes (98%), con 6 pacientes (12%) presentaron tope retardado al año de la intervención quirúrgica como complicación más frecuente de esta técnica.
5. Los pacientes de la muestra presentaron un Pivot Shift negativo en 96%, posterior a la IQ.
6. En la revisión de historias, hubo una baja incidencia de lesiones previas asociadas a la reconstrucción, con una baja incidencia de morbilidad sin ninguna lesión incapacitante debido a la reconstrucción del LCA con la técnica HTH con tendón autólogo, ni por ninguna patología asociada..

## 9. Bibliografía / Bibliografia

1. Kevin B. Freedman, MD, MSCE, Michael J. D'Amato, MD, David D. Nedeff, MD, Ari Kaz, MS, and Bernard R. Bach, Jr., MD.  
Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Metaanalysis Comparing Patellar Tendon and Hamstring Tendon Autografts.  
The American Journal of sports medicine, Vol. 31, No. 1 © 2003 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.
2. Kim A. Jansson, MD, Eric Linko, MD, Jerker Sandelin, MD, PhD, and Arsi Harilainen, MD, PhD.  
A Prospective Randomized Study of Patellar versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.  
American Journal of sports medicine, Vol. 31, No. 1 © 2003 American Orthopaedic Society for Sports Medicine
3. Frank Adam, MD, Dietrich Pape, MD, Karin Schiel, cand med, Oliver Steimer, MD, Dieter Kohn, MD, PhD, and Stefan Rupp, MD, PhD.  
Biomechanical Properties of Patellar and Hamstring Graft Tibial Fixation Techniques in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Experimental Study With Roentgen Stereometric Analysis.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 32, No. 1 DOI:  
10.1177/0095399703258608 © 2004 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

4. Peter F. Hill, MChir, FRCS, Vivianne J. Russell, BSc, Lucy J. Salmon,  
BAppSci, and Leo A. Pinczewski, FRACS

The Influence of Supplementary Tibial Fixation on Laxity Measurements  
After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendons  
in Female Patients.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 33, No. 1 DOI:  
10.1177/0363546504268036 © 2005 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

5. Forriol F, Maestro A, Vaquero Martín J.

El ligamento cruzado anterior: morfología y función.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:7-18.

6. Arriaza Loureda R.

Historia natural de la roturas del ligamento cruzado anterior.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:19-21.

7. Sung-Jae Kim, MD, Praveen Kumar, MS, Sung-Hwan Kim, MD.

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction in Patients with Generalized  
Joint Laxity.  
Clinics in Orthopedic Surgery 2010;2:130-139.

8. James D. Ferrari, Bernard R. Bach Jr.  
Isolated Anterior Cruciate Ligament Injury.  
Chapman's Orthopaedic Surgery, chapter 89.
  
9. Hyuk Soo Han MD, Sang Cheol Seong MD, PhD, Sahnghoon Lee MD,  
Myung Chul Lee MD, PhD.  
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Quadriceps Versus Patellar  
Autograft.  
Clin Orthop Relat Res (2008) 466:198–204.
  
10. Asheesh Bedi, MD, David Kovacevic, MD, Alice J.S. Fox, MD, Carl W.  
Imhauser, PhD, Mark Stasiak, MSE, Jonathan Packer, MD, Robert H.  
Brophy, MD, Xiang-Hua Deng, MD, and Scott A. Rodeo, MD.  
Effect of Early and Delayed Mechanical Loading on Tendon-to-Bone  
Healing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.  
Copyright 2010 By The Journal Of Bone And Joint Surgery, Incorporated.
  
11. Yohei Shimokochi, PhD, ATC; Sandra J. Shultz, PhD, ATC, FNATA,  
FACSM.  
Mechanisms of Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injury  
Journal of Athletic Training 2008;43(4):396–408g by the National Athletic  
Trainers' Association, Inc.
  
12. O. Gorschewsky A. Klakow A. Pütz H. Mahn W. Neumann.

Clinical comparison of the Autologous Quadriceps Tendon (BQT) and the Autologous Patella Tendon (BPTB) for the reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2007) 15:1284–1292.

13. Thomas J. Withrow, PhD, Laura J. Huston, MS, Edward M. Wojtys, MD, and James A. Ashton-Miller, PhD.

Effect of Varying Hamstring Tension on Anterior Cruciate Ligament Strain During in Vitro Impulsive Knee Flexion and Compression Loading.

Copyright \_ 2008 By The Journal Of Bone And Joint Surgery, Incorporated.

14. Ganesh V. Kamath, Y MD, John C. Redfern, Z MD, Patrick E. Greis, MD, And Robert T. Burks, MD.

Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 1 DOI:

10.1177/0363546510370929\_ 2011 The Author(s)

15. Samuel K. Van De Velde, Md, Thomas J. Gill, Md, And Guoan Li, Phd.

Evaluation Of Kinematics Of Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees With Use Of Advanced Imaging Techniques, Three-Dimensional Modeling Techniques, And Robotics.

Copyright \_ 2009 By The Journal Of Bone And Joint Surgery, Incorporated.

16. Sebastian Kopf, MD, Brian Forsythe, MD, Andrew K. Wong, BA, Scott Tashman, PhD, William Anderst, MS, James J. Irrgang, PT, PhD, ATC

FAPTA, and Freddie H. Fu, MD, DSc(Hon), DPs(Hon).

Nonanatomic Tunnel Position in Traditional Transtibial Single-Bundle

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Evaluated by Three-

Dimensional Computed Tomography.

Copyright \_ 2010 By The Journal Of Bone And Joint Surgery, Incorporated.

17. Bruce Reider, MD.

ACL & OA.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 37, No. 7 DOI:

10.1177/0363546509340131 © 2009 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

18. Darius G. Viskontas, † MD, FRCSC, Bruno M. Giuffre, ‡ MB, FRANZCR,

Naven Duggal, MD, FRCSC, David Graham, † FRCSEd(Tr&Orth),

David Parker, MBBS, FRACS, and Myles Coolican, MBBS, FRACS.

Bone Bruises Associated With ACL Rupture Correlation With Injury  
Mechanism.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 36, No. 5 DOI:

10.1177/0363546508314791 © 2008 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

19. Roger V. Larson, Md.

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendons

Operative Techniques In Orthopaedics, Vol 6, No 3 (July), 1996: Pp 138-  
146.

20. Matthew L. Busam, MD, LCDR Matthew T. Provencher, MD, MC, USN,  
and Bernard R. Bach Jr, MD.  
Complications of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Bone–  
Patellar Tendon–Bone Constructs Care and Prevention.  
The American Journal of Sports Medicine, Vol. 36, No. 2 DOI:  
10.1177/0363546507313498 © 2008 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.
21. Sung Gyu Moon, MD1, 2 Sung Hwan Hong, MD1 Ja-Young Choi, MD1  
Woo Sun Jun, MD1 Jung-Ah Choi, MD1 Eun-Ah Park, MD1 Heung Sik  
Kang, MD1 Jong Won Kwon, MD3  
Grading Anterior Cruciate Ligament Graft Injury after Ligament  
Reconstruction Surgery: Diagnostic Efficacy of Oblique Coronal MR  
Imaging of the Knee.  
*Korean J Radiol* 2008;9:155-161 Received August 11, 2007; accepted  
after revision October 29, 2007.
22. Kazunori Yasuda, MD, PhD, Carola F. van Eck, MD, PhD, Yuichi  
Hoshino, MD, PhD, Freddie H. Fu, MD, DSc, and Scott Tashman, MD,  
PhD.  
Anatomic Single- and Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament  
Reconstruction, Part 1. Basic Science.  
The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 8 DOI:  
10.1177/0363546511402659\_ 2011 The Author(s).

23. Jon Karlsson, MD, PhD, James J. Irrgang, PT, PhD, ATC, FAPTA, Carola F. van Eck, MD, PhD, Kristian Samuelsson,\* MD, Hector A. Mejia, MD, and Freddie H. Fu, MD, DSc.

Anatomic Single- and Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction, Part 2 Clinical Application of Surgical Technique.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 9 DOI:

10.1177/0363546511402660\_ 2011 The Author(s).

24. T. Thomas Liu, MD, PhD.

Femoral Tunnel Placement in ACL Reconstruction.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 10 DOI:

10.1177/0363546511423614\_ 2011 The Author(s).

25. Kang Sun, MD, PhD, Jihua Zhang, BM, Yan Wang, MM, Changsuo Xia, MD, Cailong Zhang, BM, Tengbo Yu, MD, and Shaoqi Tian, MM.

Arthroscopic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament With Hamstring Tendon Autograft and Fresh-Frozen Allograft A Prospective, Randomized Controlled Study.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 7 DOI:

10.1177/0363546511400384\_ 2011 The Author(s).

26. Henrik Nørholm Andersen Uffe Jørgensen.

The immediate postoperative kinematic state after anterior cruciate ligament reconstruction with increasing peroperative tension.

Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc

(1998) 6 [Suppl 1] :S62–S69.

27. Sandra Umeda Sasaki, Roberto Freire da Mota e Albuquerque, César Augusto Martins Pereira, Guilherme Simões Gouveia, Júlio César Rodrigues Vilela, Fábio de Lima Alcarás.

An In Vitro Biomechanical Comparison Of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Single Bundle Versus Anatomical Double Bundle Techniques.

Clinics 2008;63(1):71-6.

28. Vasileios Chouliaras, MD, Stavros Ristanis, MD, Constantina Moraiti, MD, Nicholas Stergiou,† PhD, and Anastasios D. Georgoulis,‡ MD.

Effectiveness of Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament With Quadrupled Hamstrings and Bone-Patellar Tendon-Bone Autografts An In Vivo Study Comparing Tibial Internal-External Rotation.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 35, No. 2 DOI:

10.1177/0363546506296040 © 2007 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

29. James W. Genuario,y MD, MS, Scott C. Faucett,z MD, MS, Martin Boublik,y MD, and Theodore F. Schlegel,y MD.

A Cost-Effectiveness Analysis Comparing 3 Anterior Cruciate Ligament Graft Types Bone–Patellar Tendon–Bone Autograft, Hamstring Autograft, and Allograft.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 40, No. 2 DOI:  
10.1177/0363546511426088\_ 2012 The Author(s).

30. Akio Matsumoto, MD, Shinichi Yoshiya, MD, Hirotsugu Muratsu, MD,  
Masayoshi Yagi,† MD, Yasunobu Iwasaki,† MD, Masahiro Kurosaka, MD,  
and Ryosuke Kuroda,‡ MD.

A Comparison of Bone–Patellar Tendon–Bone and Bone–Hamstring  
Tendon–Bone Autografts for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, No. 2 DOI:

10.1177/0363546505279919 © 2006 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

31. James R.D. Murray,yz MB BChir, MA, FRCS (Tr & Orth), Amy M. Lindh,y  
BSc (Hons), MSc, Niall A. Hogan,z§ MB BCh, MSc, FRCSI (Tr & Orth),  
Alister J. Trezies,z|| MB BCh, FRCS (Orth), James W. Hutchinson,z{ MB  
BChir, MA, FRCS (Orth), Erin Parish,z BAppSc (Phy), MHSc,  
John W. Read,z MBBS, FRANZCR, DDU, and Mervyn V. Cross,z MBBS,  
MD, FRACS, OAM.

Does Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Lead to Degenerative  
Disease? Thirteen-Year Results After Bone–Patellar Tendon–Bone  
Autograft.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 40, No. 2 DOI:

10.1177/0363546511428580\_ 2012 The Author(s).

32. Ian S. Corry, MD, FRCS(Orth), Jonathan M. Webb, FRCS(Orth), Amanda J. Clingeffer, and Leo A. Pinczewski,† FRACS.

Arthroscopic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament A  
Comparison of Patellar Tendon Autograft and Four-Strand Hamstring  
Tendon Autograft.

The American Journal Of Sports Medicine, Vol. 27, No. 3 © 1999 American  
Orthopaedic Society For Sports Medicine.

33. Inger Holm,<sup>y</sup> PT, PhD, Britt Elin Øiestad,<sup>z</sup> PT, May Arna Risberg,<sup>z</sup> PT,  
PhD, and Arne Kristian Aune, MD, PhD.

No Difference in Knee Function or Prevalence of Osteoarthritis After  
Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament With 4-Strand Hamstring  
Autograft Versus Patellar Tendon–Bone Autograft A Randomized Study  
With 10-Year Follow-up.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 38, No. 3 DOI:  
10.1177/0363546509350301\_ 2010 The Author(s).

34. Ufuk Sekir, MD, Hakan Gur, MD, PhD, and Bedrettin Akova, MD.

Early Versus Late Start of Isokinetic Hamstring-Strengthening Exercise  
After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon  
Graft.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 38, No. 3 DOI:  
10.1177/0363546509349490\_ 2010 The Author(s).

35. Michael Jagodzinski,<sup>y</sup> MD, Bjoern Geiges,<sup>y</sup> MD, Christian von Falck,<sup>z</sup> MD,

Karsten Knobloch, MD, Carl Haasper, MD, Juergen Brand, MD, Stefan Hankemeier, MD, Christian Krettek, MD, and Rupert Meller, MD.

Biodegradable Screw Versus a Press-Fit Bone Plug Fixation for Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Prospective Randomized Study.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 38, No. 3 DOI:

10.1177/0363546509350325\_ 2010 The Author(s).

36. Leo A. Pinczewski, FRACS, David J. Deehan, MD, Lucy J. Salmon, BAppSci (Phty), Vivianne J. Russell, BSc (Biomed), and Amanda Clingeleffer, BAppSci.

A Five-Year Comparison of Patellar Tendon Versus Four-Strand Hamstring Tendon Autograft for Arthroscopic Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament.

The American Journal Of Sports Medicine, Vol. 30, No. 4 © 2002 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

37. Leo A. Pinczewski,† FRACS, Jeffrey Lyman,† MD, Lucy J. Salmon,† PhD, Vivianne J. Russell,† BSc (Biomed), Justin Roe,† FRACS, and James Linklater,‡ FRANZCR.

A 10-Year Comparison of Anterior Cruciate Ligament Reconstructions With Hamstring Tendon and Patellar Tendon Autograft A Controlled, Prospective Trial.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 35, No. 4 DOI:  
10.1177/0363546506296042 © 2007 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

38. Toby Leys, MBBS, FRACS, Lucy Salmon, BAppSci(Physio), PhD,  
Alison Waller, BAppSci(Physio), James Linklater, y FRANZCR, and Leo  
Pinczewski, z§|| MBBS, FRACS.

Clinical Results and Risk Factors for Reinjury 15 Years After Anterior  
Cruciate Ligament Reconstruction A Prospective Study of Hamstring and  
Patellar Tendon Grafts.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 40, No. 3 DOI:  
10.1177/0363546511430375\_ 2012 The Author(s).

39. Lucy J. Salmon, † Kathryn M. Refshauge, ‡ PhD, Vivianne J. Russell, †  
Justin P. Roe, † FRACS, James Linklater, § FRANZCR, and Leo A.  
Pinczewski, † FRACS.

Gender Differences in Outcome After Anterior Cruciate Ligament  
Reconstruction With Hamstring Tendon Autograft.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, No. 4 DOI:  
10.1177/0363546505281806 © 2006 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

40. Arne K. Aune, † MD, PhD, Inger Holm, ‡ PT, PhD, May Arna Risberg, PT,  
PhD, Hanne Krogstad Jensen, PT, and Harald Steen, ‡ MD, PhD.

Four-Strand Hamstring Tendon Autograft Compared with Patellar Tendon Bone Autograft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Randomized Study with Two-Year Follow-Up.

The American Journal Of Sports Medicine, Vol. 29, No. 6 © 2001 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

41. Ottmar Gorschewsky,† MD, Andreas Klakow,† MD, Kathrin Riechert,† MD, Martin Pitzl,† MD, and Roland Becker,‡ MD.

Clinical Comparison of the Tutoplast Allograft and Autologous Patellar Tendon (Bone–Patellar Tendon–Bone) for the Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament 2- and 6-Year Results.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 33, No. 8 DOI:

10.1177/0363546504271510 © 2005 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

42. Michael Wagner, MD, Max J. Kääh, MD, PhD, Jessica Schallock, Norbert P. Haas, MD, PhD, and Andreas Weiler, MD, PhD.

Hamstring Tendon Versus Patellar Tendon Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Biodegradable Interference Fit Fixation A Prospective Matched-Group Analysis.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 33, No. 9 DOI:

10.1177/0363546504273488 © 2005 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

43. Justin Roe,† MB.BS, BSc(Med), FRACS, Leo A. Pinczewski,† MB.BS, FRACS, Vivianne J. Russell,† BSc(BioMed), Lucy J. Salmon,† BAppSc(Phty), Tomomaro Kawamata,† MD, and Melvin Chew,‡ FRANZCR, MB.BS, BSc(Med).

A 7-Year Follow-up of Patellar Tendon and Hamstring Tendon Grafts for Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction

Differences and Similarities.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 33, No. 9 DOI:

10.1177/0363546504274145 © 2005 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

44. Gauti Laxdal,† MD, Jüri Kartus,†‡ MD, PhD, Bengt I. Eriksson,† MD, PhD, Eva Faxén,† RPT, Ninni Sernert, RPT, PhD, and Jon Karlsson,† MD, PhD.

Biodegradable and Metallic Interference Screws in Anterior Cruciate

Ligament Reconstruction Surgery Using Hamstring Tendon Grafts

Prospective Randomized Study of Radiographic Results and Clinical

Outcome.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, No. 10 DOI:

10.1177/0363546506288014 © 2006 American Orthopaedic Society for Sports Medicine.

45. Lucy J. Salmon,† BAppSci(Phty), Leo A. Pinczewski,† MBBS, FRACS, Vivianne J. Russell,† BSc(Biomed), and Kathryn Refshauge,‡ PhD.

Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring

Tendon Autograft 5- to 9-Year Follow-up.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 34, No. 10 DOI:  
10.1177/0363546506288015 © 2006 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

46. Dirk Stengel,†‡ MD, PhD, MSc, Dirk Casper, MD, Kai Bauwens, MD,  
Axel Ekkernkamp,† MD, PhD, and Michael Wich, MD.

Bioresorbable Pins and Interference Screws for Fixation of Hamstring  
Tendon Grafts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Surgery  
A Randomized Controlled Trial.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 37, No. 9 DOI:  
10.1177/0363546509333008 © 2009 The Author(s).

47. Harukazu Tohyama,y MD, PhD, Eiji Kondo,y MD, PhD, Riku Hayashi,y MD,  
PhD, Nobuto Kitamura,y MD, PhD, and Kazunori Yasuda,y MD, PhD.

Gender-Based Differences in Outcome After Anatomic Double-Bundle  
Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Tendon  
Autografts.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 39, No. 9 DOI:  
10.1177/0363546511408864\_ 2011 The Author(s).

48. Yasuyuki Ishibashi, MD, Eiichi Tsuda, MD, Akira Fukuda, Harehiko  
Tsukada, MD, and Satoshi Toh, MD.

Intraoperative Biomechanical Evaluation of Anatomic Anterior Cruciate  
Ligament Reconstruction Using a Navigation System Comparison of  
Hamstring Tendon and Bone–Patellar Tendon–Bone Graft.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 36, No. 10 DOI:  
10.1177/0363546508323245 © 2008 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

49. COL (Ret) Dean C. Taylor,† MD, COL Thomas M. DeBerardino,‡ MD,  
Bradley J. Nelson, MD, Michele Duffey, II MS, COL Joachim Tenuta,‡ MD,  
COL Paul D. Stoneman,‡ PhD, COL Rodney X. Sturdivant,‡ PhD, and  
Sally Mountcastle, PhD.

Patellar Tendon Versus Hamstring Tendon Autografts for Anterior Cruciate  
Ligament Reconstruction A Randomized Controlled Trial Using Similar  
Femoral and Tibial Fixation Methods.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 37, No. 10 DOI:  
10.1177/0363546509339577 © 2009 The Author(s).

50. Kurt P. Spindler,† MD, John E. Kuhn,† MD, Kevin Blake Freedman,‡ MD,  
Charles E. Matthews,† PhD, Robert S. Dittus,† MD, MPH, and Frank E.  
Harrell, Jr,† PhD.

Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Autograft Choice: Bone Tendon  
Bone Versus Hamstring Does It Really Matter? A Systematic Review.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 32, No. 8 DOI:  
10.1177/0363546504271211 © 2004 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

51. Ottmar Gorschewsky,† MD, Robert Stapf,† MD, Laurent Geiser,‡ Ulrich  
Geitner,† and Wolfram Neumann, MD.

Clinical Comparison of Fixation Methods for Patellar Bone Quadriceps  
Tendon Autografts in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction  
Absorbable Cross-pins Versus Absorbable Screws.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 35, No. 12 DOI:  
10.1177/0363546507307390 © 2007 American Orthopaedic Society for  
Sports Medicine.

52. David Jean Biau,† ‡ MD, Sandrine Katsahian,‡ MD, Jüri Kartus, MD, Arsi  
Harilainen,|| MD, Julian A. Feller, MD, Matjaz Sajovic,□MD, Lars Ejerhed,a  
MD, Stefano Zaffagnini, MD, Martin Röpke, MD, and Rémy Nizard, MD.  
Patellar Tendon Versus Hamstring Tendon Autografts for Reconstructing  
the Anterior Cruciate Ligament A Meta-Analysis Based on Individual Patient  
Data.

The American Journal of Sports Medicine, Vol. 37, No. 12 DOI:  
10.1177/0363546509333006 © 2009 The Author(s).

53. Rob P. A. Janssen, Jasper van der Wijk, Anja Fiedler, Tanja Schmidt, Harm  
A. G. M. Sala, and Sven U. Scheffler.

Remodelling of human hamstring autografts after anterior cruciate ligament  
reconstruction.

Knee surgery, Sports traumatology, Arthroscopy.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011 August; 19(8): 1299–1306.

54. Takuya Tajima, Etsuo Chosa, Keitaro Yamamoto, and Nami Yamaguchi.

Arthroscopic anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction for asian patient using a bone-patellar tendon-bone and gracilis tendon composite autograft: a technical note.

Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol. 2012; 4: 9.

55. Asheesh Bedi, MD, David Kovacevic, MD, Alice J.S. Fox, MD, Carl W.

Imhauser, PhD, Mark Stasiak, MSE, Jonathan Packer, MD, Robert H. Brophy, MD, Xiang-Hua Deng, MD, and Scott A. Rodeo, MD.

Effect of Early and Delayed Mechanical Loading on Tendon-to-Bone Healing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

J Bone Joint Surg Am. 2010 October 20; 92(14): 2387–2401.

56. Clare L. Ardern and Kate E. Webster.

Knee flexor strength recovery following hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review

Orthop Rev (Pavia). 2009 October 10; 1(2): e12.

57. N. Sato, H. Higuchi, M. Terauchi, M. Kimura, and K. Takagishi.

Quantitative evaluation of anterior tibial translation during isokinetic motion in knees with anterior cruciate ligament reconstruction using either patellar or hamstring tendon grafts.

Int Orthop. 2005 December; 29(6): 385–389.

58. Vaquero Martín J, Calvo Haro J A, Forriol Campos F.

Reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

- Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:22-38.
59. Maestro A, Fernández Lombardía J, Rodríguez L, Álvarez A, del valle M.  
La reconstrucción bifascicular del LCA.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:39-43.
60. Maffulli N, Longo U G, Forriol F, King J B, Denaro V.  
Reconstrucción de las roturas del ligamento cruzado anterior con un único fascículo o con doble fascículo, ¿ésta justificado plantear el dilema?  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:44-47.
61. Leyes Vence M, López Hernández G, Martín Buenadicha E, Gutiérrez García J L, Fernández Hortigüela M L.  
Roturas del ligamento cruzado anterior en pacientes con fisis abiertas.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:48-54.
62. Cugat Bertomeu R, Samitier Solis G, Álvarez Díaz P, Steinbacher G.  
Fracaso de la cirugía del LCA.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:55-75.
63. Capilla Ramírez P, García de la Heras B, Delgado Serrano PJ, López-Oliva F, Forriol Campos F.  
Valoración clínica y radiográfica de la meniscectomía y reparación de la rotura del ligamento cruzado anterior con 10 años de evolución.  
Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:76-81.

64. Forriol F, Ripoll PL.

La reparación del ligamento cruzado anterior: solución de un problema histórico en el siglo XX.

Trauma Fund. MAPFRE (2012) Vol 23 Supl. 1:29-47.

65. R. M. Khan V. Prasad R. Gangone J. C. Kinmont.

Anterior cruciate ligament reconstruction in patients over 40 years using hamstring autograft.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2010) 18:68–72.

66. Riitta Lautamies, Arsi Harilainen, Jyrki Kettunen, Jerker Sandelin, Urho M. Kujala.

Isokinetic quadriceps and hamstring muscle strength and knee function 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between bone-patellar tendon-bone and hamstring tendon autografts.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2008) 16:1009–1016.

67. M. Salman Ali, A. Kumar S., Adnaan Ali, T. Hislop.

Anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendon graft without detachment of the tibial insertion.

Arch Orthop Trauma Surg (2006) 126: 644–648.

68. Stefano Zaffagnini, Danilo Bruni, Giulio Maria Marcheggiani Muccioli, Tommaso Bonanzinga, Nicola Lopomo, Simone Bignozzi, Maurilio Marcacci.

Single-bundle patellar tendon versus non-anatomical double-bundle hamstrings ACL reconstruction: a prospective randomized study at 8-year minimum follow-up.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2011) 19:390–397.

69. Anna-Stina Moisala, Timo Ja"rvela", Antti Paakkala, Timo Paakkala, Pekka Kannus, Markku Ja"rvinen.

Comparison of the bioabsorbable and metal screw fixation after ACL reconstruction with a hamstring autograft in MRI and clinical outcome: a prospective randomized study.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2008) 16:1080–1086.

70. Yasuyuki Kawaguchi, Eiji Kondo, Nobuto Kitamura, Shuken Kai, Masayuki Inoue, Kazunori Yasuda.

Comparisons of femoral tunnel enlargement in 169 patients between single-bundle and anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendon grafts.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2011) 19:1249–1257.

71. Nam-Hong Choi, Jung-Hoon Lee, Kyung-Mo Son, Brian N. Victoroff.

Tibial tunnel widening after anterior cruciate ligament reconstructions with hamstring tendons using Rigidfix femoral fixation and Intrafix tibial fixation

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2010) 18:92–97.

72. Tim Rose, Pierre Hepp, Julia Venus, Christoph Stockmar, Christoph Josten  
Helmut Lill.

Prospective randomized clinical comparison of femoral transfixation versus  
bioscrew fixation in hamstring tendon ACL reconstruction—a preliminary  
report.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: 730–738.

73. Mario Carneiro, Ricardo Dizioli Navarro, Gilberto Yoshinobu Nakama, João  
Mauricio Barretto, Antonio Altenor Bessa de Queiroz, Marcus Vinicius  
Malheiro Luzo.

Arthroscopic anterior cruciate ligament double-bundle reconstruction using  
hamstring tendon grafts-fixation with two interference screws: technical  
note.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2009) 17:321–323.

74. Hua Han, Yayi Xia, Xiangdong Yun, Meng Wu.

Anatomical transverse patella double tunnel reconstruction of medial  
patellofemoral ligament with a hamstring tendon autograft for recurrent  
patellar dislocation.

Arch Orthop Trauma Surg (2011) 131:343–351.

75. Shigeru Hioki, Toru Fukubayashi, Kotaro Ikeda, Mamoru Niitsu, Naoyuki  
Ochiai.

Effect of harvesting the hamstrings tendon for anterior cruciate ligament reconstruction on the morphology and movement of the hamstrings muscle: a novel MRI technique.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2003) 11 : 223–227.

76. Hiroya Sakai, Hisataka Yajima, Hisatada Hiraoka, Akira Fukuda, Muneyasu Hayashi, Kazuya Tamai, Koichi Saotome.

The influence of tibial fixation on tunnel enlargement after hamstring tendon anterior cruciate ligament reconstruction.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2004) 12 : 364–370.

77. Miroslav Z. Milankov, Natasa Miljkovic, Natasa Janjic.

Hybrid hamstring graft tibial fixation in anterior cruciate ligament reconstruction.

Arch Orthop Trauma Surg (2010) 130:1033–1036.

78. Nicolas Pujol, Thierry David, Thomas Bauer, Philippe Hardy.

Transverse femoral fixation in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction with hamstrings grafts: an anatomic study about the relationships between the transcondylar device and the posterolateral structures of the knee.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: 724–729.

79. Nobuo Adachi, Mitsuo Ochi, Yuji Uchio, Yasuo Sakai • Masakazu

Kuriwaka, Atsushi Fujihara.

Harvesting hamstring tendons for ACL reconstruction influences postoperative hamstring muscle performance.

Arch Orthop Trauma Surg (2003) 123 : 460–465.

80. Kim A. Jansson, Pertti T. Karjalainen, Arsi Harilainen, Jerker Sandelin, Kalevi Soila, Kaj Tallroth, Hannu J. Aronen.

MRI of anterior cruciate ligament repair with patellar and hamstring tendon autografts.

Skeletal Radiol (2001) 30:8–14.

81. Arne K. Aune, Arne Ekeland, Patrick W. Cawley.

Interference screw fixation of hamstring vs patellar tendon grafts for anterior cruciate ligament reconstruction.

Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc (1998) 6 :99–102.

82. Kohjiro Okahashi, Kazuya Sugimoto, Makoto Iwai, Manabu Oshima, Masayuki Samma, Yoshiyuki Fujisawa, Yoshinori Takakura.

Regeneration of the hamstring tendons after harvesting for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a histological study in 11 patients.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: 542–545.

83. Andrea Ferretti, Edoardo Monaco, Ludovico Caperna, Tommaso Palma, Fabio Conteduca.

Revision ACL reconstruction using contralateral hamstrings.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. Received: 8 November 2011 /

Accepted: 19 April 2012\_ Springer-Verlag 2012.

84. Eiichi Tsuda, Yasuyuki Ishibashi, Yoshihisa Okamura, Satoshi Toh.

Restoration of anterior cruciate ligament-hamstring reflex arc after anterior cruciate ligament reconstruction.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2003) 11 : 63–67.

85. Philippe D. Colombet.

Navigated intra-articular ACL reconstruction with additional extra-articular tenodesis using the same hamstring graft.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2011) 19:384–389.

86. Cory M. Edgar MD, PhD, Scott Zimmer BS, Sanjeev Kakar MD, MRCS,  
Hugh Jones MD, Anthony A. Schepesis MD.

Prospective Comparison of Auto and Allograft Hamstring Tendon  
Constructs for ACL Reconstruction.

Clin Orthop Relat Res (2008) 466:2238–2246.

87. Sarah Landes, John Nyland, Brian Elmlinger, Ed Tillett, David Caborn.

Knee flexor strength after ACL reconstruction: comparison between  
hamstring autograft, tibialis anterior allograft, and non-injured controls.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2010) 18:317–324.

88. Annette Heijne, Suzanne Werner.

A 2-year follow-up of rehabilitation after ACL reconstruction using patellar tendon or hamstring tendon grafts: a prospective randomised outcome study.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2010) 18:805–813.

89. Kate E. Webster, Julian A. Feller.

The knee adduction moment in hamstring and patellar tendon anterior cruciate ligament reconstructed knees.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, Received: 4 September 2011 /

Accepted: 13 December 2011\_ Springer-Verlag 2011.

90. Alejandro Espejo-Baena, Jose Miguel Serrano-Fernandez, Francisco de la Torre-Solis, Sofia Irizar-Jimenez.

Anatomic double-bundle ACL reconstruction with femoral cortical bone bridge support using hamstrings.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2009) 17:157–161.

91. K. Donald Shelbourne and Christine Klotz.

What I have learned about the ACL: utilizing a progressive rehabilitation scheme to achieve total knee symmetry after anterior cruciate ligament reconstruction.

J Orthop Sci (2006) 11:318–325.

92. Yuki Kato, Yuichi Hoshino, Sheila J.M. Ingham, And Freddie H. Fu.

Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction.

J Orthop Sci (2010) 15:269–276.

93. Brad Carofino, M.D., and John Fulkerson, M.D.

Medial Hamstring Tendon Regeneration Following Harvest for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Fact, Myth, and Clinical Implication.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 21, No 10 (October), 2005: pp 1257-1264.

94. John P. Goldblatt, M.D., Sean E. Fitzsimmons, M.D., Ethan Balk, M.D., M.P.H., and John C. Richmond, M.D.

Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: Meta-analysis of Patellar Tendon Versus Hamstring Tendon Autograft.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 21, No 7 (July), 2005: pp 791-803.

95. Roland Becker, M.D., Marlene Schroöder, M.D., Martin Röppke, M.D., Christian Starke, M.D., and Wolfgang Nebelung, M.D.

Structural Properties of Sutures Used in Anchoring Multistranded Hamstrings in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Biomechanical Study.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 15, No 3 (April), 1999: pp 297–300.

96. Alberto Gobbi, M.D., Marcin Domzalski, M.D., Jose Pascual, M.D., and Milco Zanazzo, P.T.

Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Is It Necessary to Sacrifice the Gracilis?.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 21, No 3 (March), 2005: pp 275-280.

97. David N. M. Caborn, M.D., John Nyland, Ed.D., P.T., S.C.S., A.T.C.,  
Jeff Selby, M.D., and Onur Tetik, M.D.

Biomechanical Testing of Hamstring Graft Tibial Tunnel Fixation With Bioabsorbable Interference Screws.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 19, No 9 (November), 2003: pp 991-996.

98. Anikar Chhabra, M.D., Alex J. Kline, M.D., Kathy M. Nilles, B.S.,  
and Christopher D. Harner, M.D.

Tunnel Expansion After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Autogenous Hamstrings: A Comparison of the Medial Portal and Transtibial Techniques.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 22, No 10 (October), 2006: pp 1107-1112.

99. Peter Myers, M.B.B.S., F.R.A.C.S., F.A.Orth.A.; Martin Logan, M.B.Ch.B.,  
M.R.C.S., M.D., F.R.C.S.(Tr&Orth); Andy Stokes, M.B.B.S.,  
F.R.A.C.S.(Tr&Orth); Kevin Boyd, M.B.B.S., F.R.C.S.(Tr&Orth), and Mark  
Watts, B.Sc.App.H.M.S.(Ex-Sc), M.Phil.

Bioabsorbable Versus Titanium Interference Screws With Hamstring Autograft in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective Randomized Trial With 2-Year Follow-up.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 24, No 7 (July), 2008: pp 817-823.

100. Jin Hwan Ahn, M.D., and Sang Hak Lee, M.D.

Anterior Cruciate Ligament Double-Bundle Reconstruction With Hamstring Tendon Autografts.

Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery, Vol 23, No 1 (January), 2007: pp 109.e1-109.e4.

101. V. Sanchis Alfonso Y F. Gomar Sancho. Cátedra De Traumatología Y Ortopedia. Facultad De Medicina Y Odontología. Departamento De Cirugía. Unversidad De Valencia.

Anatomía Descriptiva Y Funcional del Ligamento Cruzado Anterior.

Implicaciones Clínico-Quirúrgicas.

Revista Española de Cirugía Ostearticular. Volumen 27; Nº 157; Enero-Febrero, 1992.

102. Rellán J. Jorge, Guerrero Rosales MA, Vigil <castiello FJ, Álvarez

IglesiasB, Maestro Fernández A, Fernández Lombardia J, Paz Aparicio A,

Rodríguez López L, García González P, Fernaández Lombardia MI.

Simulación del comportamiento mecánico de la fijación del fascículo posterolateral con tornillo biocompatible en reparaciones de ligamento cruzado anterior.

Fundación ITMA, Áviles. FREMAP, Delegación Cantábrica. Hospital Universitario Central de Asturias, Oviedo. Hospital de Cabueñes, Gijón. Hospital San Agustín, Áviles.

Trauma Fund. MAPFRE (2012) Vol 23 Supl. 2:77-83.

103. Forriol F.

El ligamento cruzado anterior. Un momento para pensar.

Trauma Fund. MAPFRE (2008) Vol 19 Supl. 1:7-18.

104. Michael E. Hantes, Zoe Dailiana, Vasilios C. Zachos, Sokratis E. Varitimidis.

Anterior cruciate ligament reconstruction using the Bio-TransFix femoral fixation device and anteromedial portal technique.

Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc (2006) 14: 497–501.



