

Reconstrucción anatómica individualizada del ligamento cruzado anterior

Carola F. van Eck, MD, PhD · Freddie H. Fu, MD

INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una estructura dinámica con una irrigación y una inervación abundantes y está formado por fascículos diferenciados que actúan de modo sinérgico para facilitar la cinemática normal de la rodilla en coordinación con la morfología ósea y con otros ligamentos, meniscos e inserciones capsulares. El LCA se caracteriza por su singularidad individual y está sometido de modo inherente a variaciones anatómicas y morfológicas, además de a envejecimiento fisiológico.

La rotura del LCA es una lesión frecuente. Cada año se realizan más de 100.000 reconstrucciones del LCA solo en Estados Unidos¹. Por lo general solo se reconstruye uno de los dos fascículos nativos del LCA. Estas reconstrucciones «monofasciculares» clásicas sitúan el LCA fuera del área de inserción nativa, en una posición no anatómica^{2,4}. Se ha observado que estas intervenciones permiten recuperar las puntuaciones normales de la rodilla en la escala International Knee Documentation Committee (IKDC) solo en el 61-67 % de los pacientes⁵. Varios estudios han mostrado que la reconstrucción bifascicular anatómica reproduce mejor la cinemática y la función de la rodilla nativa^{6,7}. Además, los autores consideran que la reconstrucción anatómica y el respeto de la anatomía nativa pueden mejorar la salud de la rodilla a largo plazo y pueden reducir el riesgo de artrosis⁸.

SELECCIÓN DE LOS PACIENTES

El diagnóstico de las roturas del LCA se basa por lo general en la anamnesis y en la exploración física del paciente. Para diagnosticar las lesiones del LCA es muy importante una anamnesis detallada. La mayoría de las roturas del LCA están causadas por traumatismos sin contacto sufridos por la rodilla durante deportes con regate o pivote. Muchos de los deportistas que sufren una rotura del LCA refieren que han oído un chasquido y que han notado un derrame articular inmediato.

La exploración física es importante también para la evaluación de los deportistas con una lesión en la rodilla. Es muy importante prestar mucha atención a la prueba de Lachman y a la prueba de desplazamiento del pivote. La mayoría de las lesiones del LCA afectan a los dos fascículos y en pocos pacientes solo se rompe uno de ellos. En las lesiones aisladas del fascículo posterolateral (PL), la prueba de desplazamiento del pivote es positiva y se verifica un tope intacto en la prueba de Lachman. En las lesiones aisladas del fascículo anteromedial (AM), se aprecia un aumento de la traslación anterior sin un tope firme en la prueba de Lachman y una prueba de desplazamiento del pivote negativa. Para añadir datos objetivos a la exploración física puede realizarse una evaluación con un artrómetro KT-1000 o KT-2000 (MEDmetric).

Indicaciones

Las indicaciones de reconstrucción anatómica del LCA son bien conocidas y por este motivo no se exponen en este capítulo. En los pacientes a los que va a realizarse una intervención quirúrgica programada del LCA puede emplearse un algoritmo de reconstrucción monofascicular o bifascicular del LCA (**figura 1**). Además, otras opciones para las roturas parciales o de un solo fascículo son las técnicas de refuerzo monofascicular y de preservación del LCA remanente.

Contraindicaciones

Las contraindicaciones relativas del autor principal de este capítulo para la reconstrucción anatómica bifascicular del LCA son las siguientes:

- Un área de inserción femoral o tibial pequeña. Un área de inserción tibial menor de 14 mm no permite realizar los túneles óseos necesarios para una reconstrucción anatómica bifascicular⁹. El tamaño de esta área puede medirse en la resonancia magnética (RM)

Dr. Fu or an immediate family member serves as a paid consultant to or is an employee of Medica – son Gordon; serves as an unpaid consultant to Smith & Nephew; and serves as a board member, owner, officer, or committee member of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine, the International Society of Arthroscopy, Knee Surgery, and Orthopaedic Sports Medicine, and the World Endoscopy Doctors Association. Neither Dr. van Eck nor any immediate family member has received anything of value from or has stock or stock options held in a commercial company or institution related directly or indirectly to the subject of this chapter.

This chapter is adapted from Macalena J, van Eck C, Fu F: Anatomic anterior cruciate ligament double-bundle reconstruction, in Flatow E, Colvin AC, eds: *Atlas of Essential Orthopaedic Procedures*. Rosemont, IL, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 2013, pp 109-116.

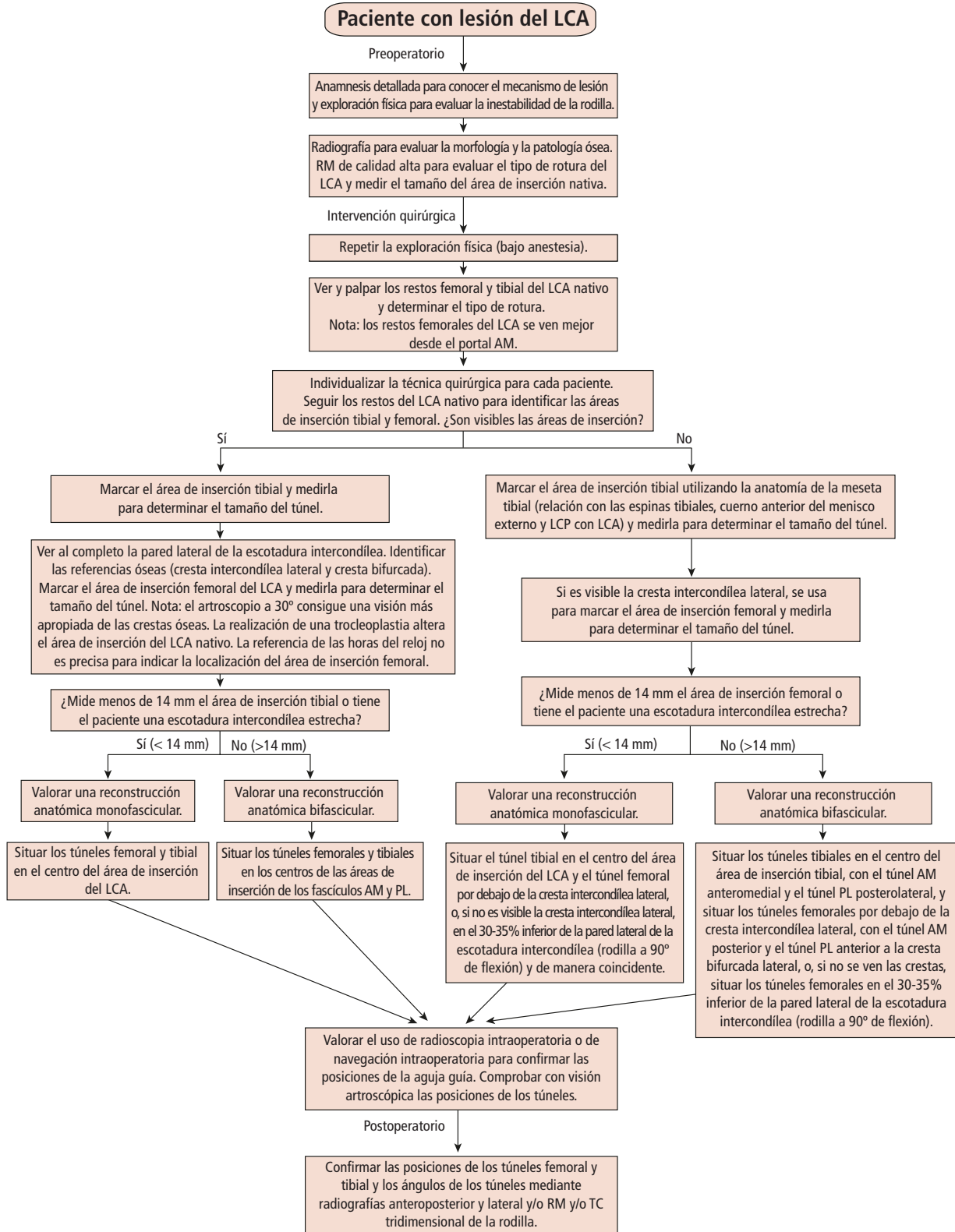


FIGURA 1 Algoritmo para la reconstrucción anatómica monofascicular y bifascicular del LCA^{7,8,14,18-24}. AM: anteromedial; LCA: ligamento cruzado anterior; LCP: ligamento cruzado posterior, PL: posterolateral; RM: resonancia magnética; TC: tomografía computarizada. (Adaptado con autorización de van Eck C, Lesniak B, Schreiber V, Fu F: Anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament flowchart. *Arthroscopy* 2010;26[2]:258-268).

preoperatoria, pero la decisión definitiva se toma durante la cirugía mediante medición artroscópica del área de inserción del LCA. Si el área de inserción es menor de 14 mm, debe realizarse una reconstrucción anatómica monofascicular.

- Un tamaño de la escotadura intercondílea menor de 12 mm en dimensión medial a lateral^{10,11}. Una escotadura intercondílea estrecha no permite colocar ambos túneles y es preferible una reconstrucción anatómica monofascicular.

Existen contraindicaciones absolutas para la reconstrucción del LCA, de la misma manera que en cualquier otra técnica quirúrgica. La infección activa es una contraindicación absoluta para la reconstrucción del LCA, igual que la desalineación en una rodilla con insuficiencia crónica del LCA. En las rodillas con una insuficiencia crónica del LCA es necesario corregir la desalineación antes de llevar a cabo la reconstrucción del LCA. La desalineación se valora mejor en las telerradiografías de la pelvis al tobillo en bipedestación con un chasis radiográfico de 80 cm de longitud. También debe evaluarse la inestabilidad en varo o en valgo y debe corregirse si está presente. Las reconstrucciones del LCA realizadas en presencia de insuficiencia del ligamento cruzado posterior, del ángulo posterolateral o del complejo del ligamento lateral interno tienen una tasa de fracaso más alta. En la rotura del LCA combinada con lesiones meniscales, las roturas meniscales deben tratarse mediante reparación o meniscectomía parcial según la indicación clínica. Las lesiones condrales deben evaluarse y tratarse de manera apropiada.

PRUEBAS DE IMAGEN PREOPERATORIAS

Siempre que sea posible, debe realizarse una radiografía de buena calidad de las rodillas en carga. Es imprescindible

una evaluación minuciosa de los cambios asociados a avulsiones óseas (fracturas de las espinas tibiales, fracturas de Segond, etc.). La RM se utiliza para evaluar una lesión ligamentosa concomitante y la patología meniscal o condral asociada. Para el autor principal de este capítulo, la RM puede emplearse también para la planificación preoperatoria de las áreas de inserción y de los fascículos del LCA. Utilizando planos especiales como los planos sagitales oblicuos y los planos frontales oblicuos^{12,13} pueden evaluarse de manera adecuada los fascículos AM y PL del LCA. Además, pueden medirse las áreas de inserción femoral y tibial del LCA. El autor principal de este capítulo realiza también una RM de la rodilla contralateral para medir el ángulo de inclinación del LCA nativo (**figura 2**). También se ha comprobado que la RM preoperatoria puede ser útil para medir la longitud del autoinjerto y el diámetro del injerto de cuádriceps o de hueso-tendón rotuliano-hueso.



VIDEO 18.1 Reconstrucción anatómica monofascicular y bifascicular del ligamento cruzado anterior. Jeffrey Macalena, MD, Carola van Eck, MD, PhD; Freddie H. Fu, MD (11 minutos).

PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

Anestesia

Puede emplearse anestesia regional según la experiencia del traumatólogo y del anestesista. Se realizan con frecuencia bloqueos de los nervios femoral y ciático combinados con anestesia raquídea. El anestesista puede optar

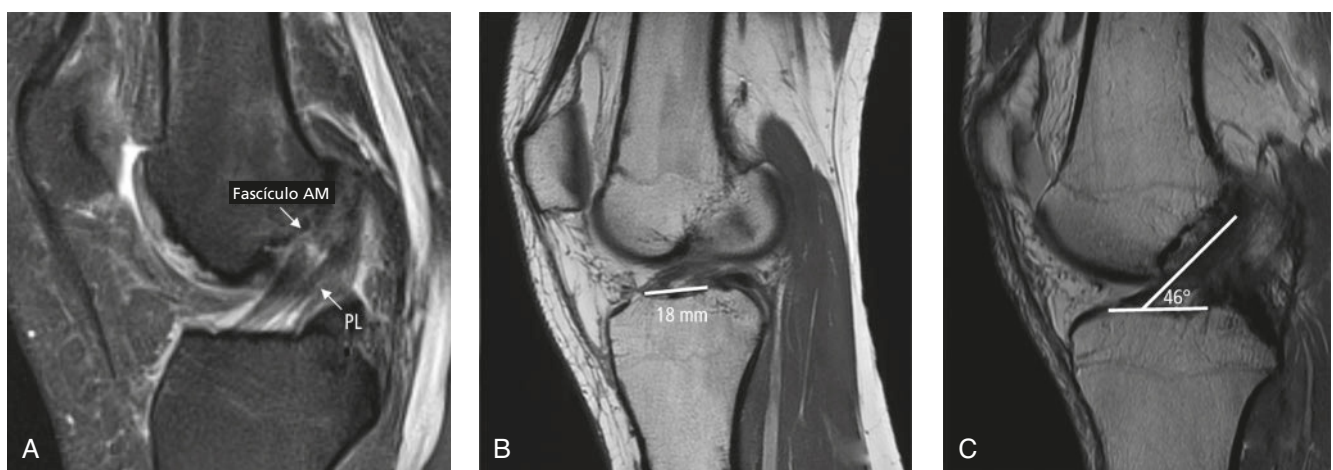


FIGURA 2 Cortes sagitales de resonancia magnética de la rodilla en los que se observa un corte a través del ligamento cruzado anterior (LCA). **A.** Puede apreciarse la anatomía bifascicular del LCA y la presencia de una rotura aislada del fascículo anteromedial (AM) con el fascículo posterolateral (PL) intacto. **B.** El área de inserción tibial del LCA se mide en la imagen de resonancia magnética; en este paciente mide 18 mm. **C.** El ángulo de inclinación del LCA se mide en la imagen de resonancia magnética; en este paciente mide 46°.



FIGURA 3 Fotografía que muestra la preparación quirúrgica para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. La rodilla izquierda (lesionada) está en un soporte para la extremidad inferior. Esto permite una flexión máxima de la rodilla (más de 125°) durante la perforación del túnel femoral.

por la anestesia mediante una vía respiratoria con mascarilla laríngea o una anestesia endotraqueal general.

Exploración bajo anestesia

Después de una sedación y una anestesia adecuadas, se realiza una exploración física detallada. Se explora la movilidad pasiva y se realizan pruebas de Lachman (traslación anterior y tope) y de desplazamiento del pivote. Siempre deben compararse los resultados con los de la rodilla contralateral. También se realizan pruebas de tensión en varo y en valgo, prueba del dial y prueba del cajón posterior para evaluar clínicamente posibles lesiones ligamentosas concurrentes.

Preparación del quirófano/colocación del paciente

Para las reconstrucciones anatómicas del LCA se utiliza una mesa de quirófano estándar. Se coloca un manguito de isquemia bien almohadado en la región proximal de la extremidad afectada. Se utiliza un soporte para la extremidad inferior y se baja la parte inferior de la mesa de

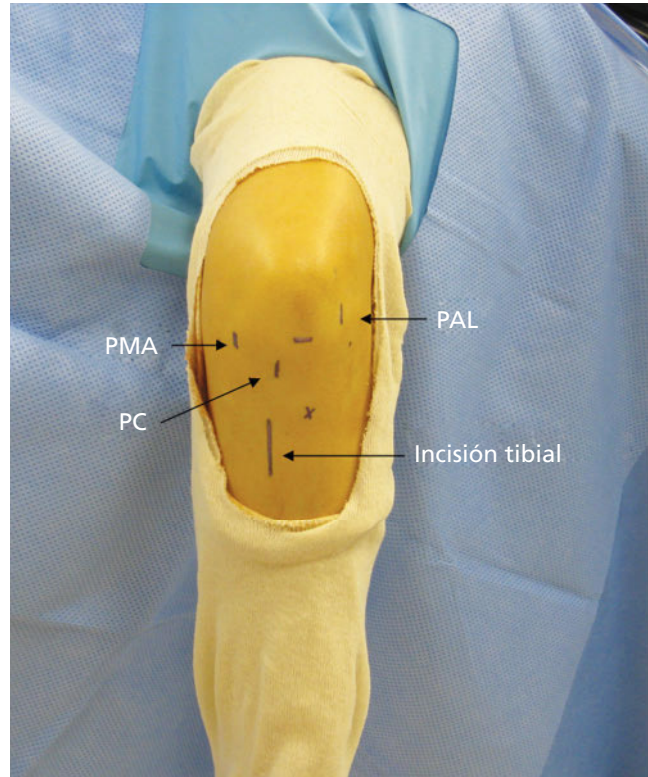


FIGURA 4 Esta fotografía muestra las marcas en una rodilla izquierda para la técnica de reconstrucción del ligamento cruzado anterior con tres portales. Se muestra la localización del portal anterolateral (PAL), del portal central (PC) y del portal medial accesorio (PMA) y la localización de la incisión tibial para perforar los túneles tibiales y para obtener el autoinjerto isquiotibial si se decide esta opción.

quirófano para que sea posible flexionar la rodilla afectada más de 125° (**figura 3**). Se sube la altura de la mesa de quirófano y se colocan las pantallas de vídeo de manera que el traumatólogo pueda mantener una postura ergonómica durante toda la intervención quirúrgica.

Técnica quirúrgica

Portales y artroscopia diagnóstica

Para la reconstrucción anatómica bifascicular del LCA se emplean tres portales artroscópicos: anterolateral, central y medial accesorio¹⁴ (**figura 4**). En primer lugar se hace el portal anterolateral. Este portal se sitúa alto (por encima de la interlínea articular femorotibial y aproximadamente 2 cm lateral a la rótula), porque permite una visión panorámica del área de inserción tibial (**figura 5**). Después de abrir el portal anterolateral se lleva a cabo una artroscopia diagnóstica.

Los portales central y medial accesorio se abren mediante localización directa con una aguja espinal. El

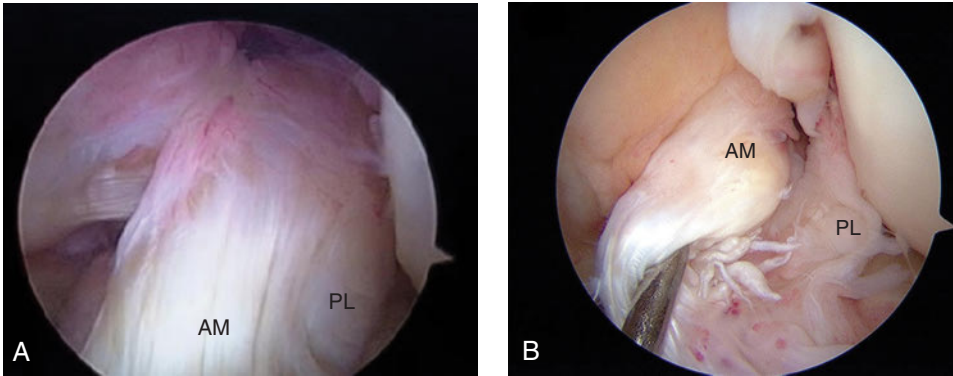


FIGURA 5 Imagen desde el portal anterolateral de la rodilla izquierda a 90° de flexión. **A.** Ligamento cruzado anterior (LCA) nativo intacto en el que se aprecia la anatomía de los dos fascículos. **B.** Rotura del LCA. Los fascículos anteromedial (AM) y posterolateral (PL) están rotos y separados entre sí.

portal central se abre justo por encima del menisco en el borde medial del tendón rotuliano o a través de la mitad medial del tendón rotuliano. Este portal central proporciona una visión más adecuada de la escotadura intercondílea. El portal medial accesorio se abre a la altura de la interlínea articular y aproximadamente 2 cm medial al tendón rotuliano. Este portal medial accesorio permite perforar los túneles femorales con visión directa desde el portal central. Debe ser posible introducir una aguja espinal en la escotadura intercondílea con 2 mm de separación aproximadamente entre la aguja espinal y el cóndilo femoral interno. Para perforar el túnel tibial, se hace una incisión estándar en la región proximal de la cara medial de la tibia. El autoinjerto hueso-tendón rotuliano-hueso o el autoinjerto isquiotibial (semitendinoso/grácil) se obtiene a través de esta misma incisión. Para obtener un autoinjerto de cuádriceps se emplea una incisión adicional en la línea media sobre el tendón del cuádriceps.

Al finalizar la artroscopia diagnóstica y después de confirmar la rotura del LCA mediante palpación con un gancho romo y mediante una prueba de Lachman artroscópica positiva, se obtiene el autoinjerto y se prepara en una mesa auxiliar. A continuación, se trata la patología meniscal que puede estar presente.

Preparación del injerto

Para la reconstrucción anatómica bifascicular del LCA puede emplearse autoinjerto o aloinjerto. Antes de la intervención quirúrgica se explican al paciente los riesgos y las ventajas del aloinjerto y del autoinjerto. El autoinjerto de cuádriceps tiene la ventaja de que es posible medir su tamaño antes de la intervención quirúrgica y, debido a su amplia anchura y longitud, por lo general tiene un tamaño suficiente para la reconstrucción bifascicular del LCA (figura 6). Si se utiliza autoinjerto de tendón del cuádriceps, se obtiene mediante una incisión estándar en la línea media que empieza 1 cm proximal al polo superior

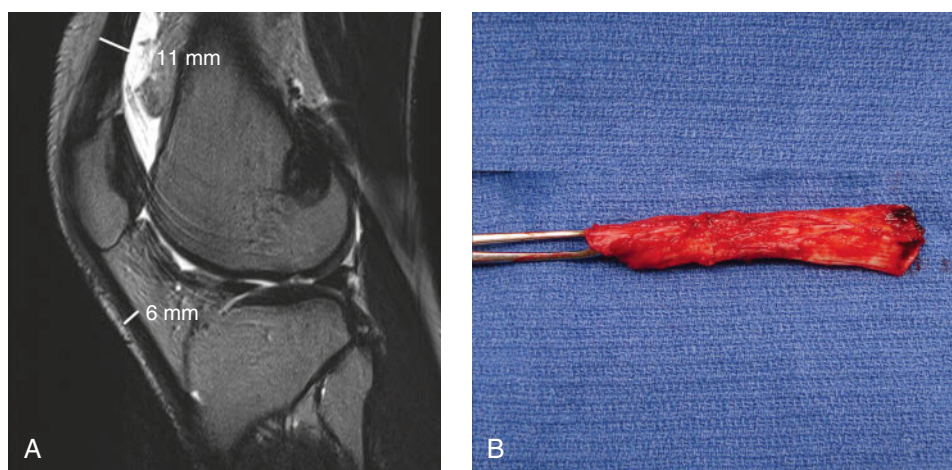
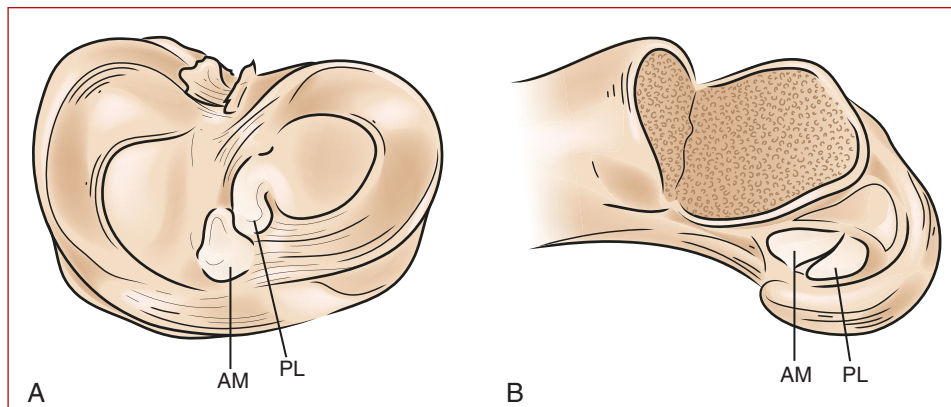


FIGURA 6 Elección del injerto para reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA). **A.** Imagen sagital de resonancia magnética en la que se observa el tendón del cuádriceps y el tendón rotuliano. En esta imagen puede medirse el tamaño de estos tendones para usarlos como autoinjerto de reconstrucción del LCA. En la mayoría de los pacientes el tendón del cuádriceps (11 mm en este paciente) es más voluminoso que el tendón rotuliano (6 mm en este paciente). **B.** Fotografía de un tendón del cuádriceps sin pastilla ósea recién extraído.

FIGURA 7 Dibujos que muestran la anatomía de los dos fascículos del ligamento cruzado anterior. **A.** Áreas de inserción tibiales de los fascículos anteromedial (AM) y posterolateral (PL). **B.** Áreas de inserción femorales de los fascículos AM y PL.



de la rótula y se extiende 5 cm en dirección proximal. Se hace una incisión transversal de 1 cm a través del tendón en un punto 8 cm proximal al polo superior de la rótula y después se hace la incisión lateral. A continuación, se marca un rectángulo de 20 mm de longitud y 10 mm de anchura en la cara anterior de la rótula, se extirpan las partes blandas con un bisturí mecánico y un bisturí eléctrico, y se extrae el bloque óseo.

El tamaño del bloque óseo debe ser apropiado para el tamaño del túnel y se perforan orificios para pasar hilos de sutura en dicho bloque óseo. Se divide longitudinalmente el injerto hasta el bloque óseo a través del plano de disección natural entre el vasto intermedio y el recto femoral. Se pasa un punto de sutura bloqueado de Bunnell modificado en ambos fascículos del injerto, que se convertirán en los injertos AM y PL. Se marca el fascículo PL. El lado femoral se fija habitualmente con un sistema EndoButton (Smith & Nephew Endoscopy) o anudando los hilos de sutura alrededor de un poste. En el lado femoral habitualmente no se usa un tornillo de interferencia, porque se ha observado que distorsiona la huella de inserción femoral. También puede obtenerse un autoinjerto de cuádriceps sin bloque óseo. Si se elige esta opción, se obtiene el injerto hasta el polo superior de la rótula. Este injerto de tejido blando se fija habitualmente con un sistema EndoButton. Si se utiliza un autoinjerto de cuádriceps para la reconstrucción anatómica bifascicular del LCA, se perfora un solo túnel femoral en el centro de los túneles femorales AM y PL. A continuación, se perforan dos túneles tibiales para alojar cada fascículo (AM y PL) del autoinjerto.

También puede emplearse autoinjerto o aloinjerto isquiotibial o aloinjerto de tibial anterior. Los injertos de tejidos blandos se doblan sobre sí mismos para la reconstrucción AM y PL. Las técnicas de fijación habituales en el lado femoral son el anudamiento alrededor de un poste o el sistema EndoButton. En el lado tibial se utilizan tornillos de interferencia reforzados con grapas o con un poste y una arandela.

Para la reconstrucción anatómica bifascicular del LCA puede utilizarse cualquier tipo de injerto. Lo más importante es adaptar bien la elección del injerto a cada paciente. Debe tenerse en cuenta la edad, los deportes que practica el paciente, el estilo de vida, sus aspiraciones profesionales y sus preferencias. Antes de la intervención quirúrgica deben explicarse al paciente las ventajas y los inconvenientes de cada tipo de injerto, y debe emplearse un proceso de toma compartida de decisiones.

Desbridamiento de tejidos blandos

Al finalizar la artroscopia diagnóstica y la preparación de los injertos se explora el LCA nativo y se determina el tipo de rotura. Se exploran los fascículos de manera individualizada para detectar roturas aisladas, y se correlacionan los hallazgos de la exploración artroscópica con los de la exploración física y los de las pruebas de imagen. Si se comprueba que el fascículo AM está intacto y el fascículo PL está roto, se lleva a cabo una reconstrucción aislada del fascículo PL. En las roturas aisladas del fascículo AM se hace lo mismo. Después de identificar el tipo de rotura, se usan los restos del LCA nativo para determinar la localización de los túneles tibiales y femorales para los fascículos AM y PL (**figura 7**). A continuación, se mide el LCA nativo y la anchura, la altura y la profundidad de la escotadura intercondílea. Según la experiencia de los autores, es necesaria una anchura y una profundidad de la escotadura intercondílea de más de 12 mm para realizar una reconstrucción anatómica bifascicular del LCA. En la **figura 8** se muestran los pasos de la técnica bifascicular.

Alternando entre el resector oscilante motorizado y el bisturí eléctrico (a potencia baja), se extirpan los restos del LCA nativo y se identifica la anatomía del cóndilo femoral externo. Se recomienda prudencia para preservar la anatomía ósea local. Se identifica la cresta bifurcada lateral que separa los fascículos AM y PL y la cresta intercondílea lateral (cresta del residente)¹⁵. Durante este paso de la intervención quirúrgica se utiliza el portal anterolateral y el portal medial accesorio como portales de visión y de

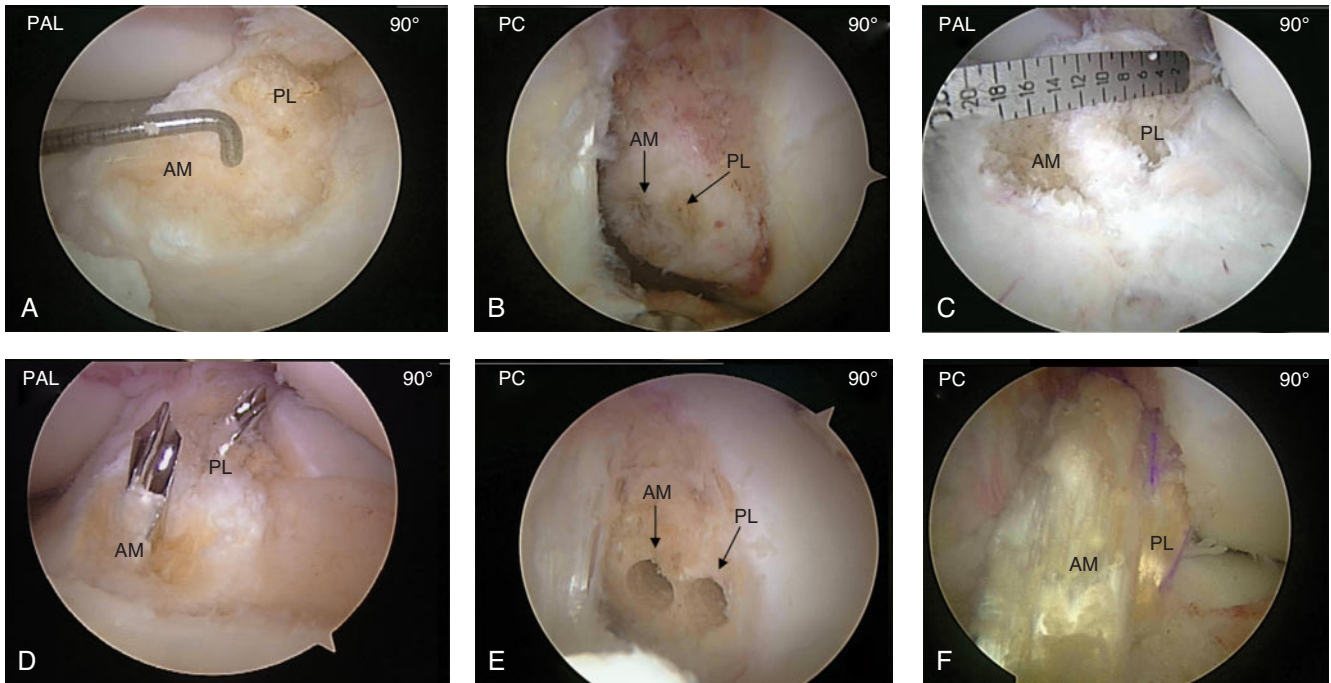


FIGURA 8 Fotografías artroscópicas de la reconstrucción anatómica bifascicular del ligamento cruzado anterior (LCA) de la rodilla izquierda a 90° de flexión. Se marcan las áreas de inserción (A) tibial y (B) femoral del LCA. C. Se mide el área de inserción tibial, que en este paciente mide 20 mm. Se perforan dos túneles (D) tibiales y dos túneles (E) femorales. F. Se pasan los injertos AM y PL y se restablece la anatomía bifascicular. AM: anteromedial; PAL: visión desde el portal anterolateral; PC: visión desde el portal central; PL: posterolateral.

trabajo para obtener una visión completa de la huella de inserción femoral del LCA.

Túnel femoral: posterolateral

Después de identificar las huellas de inserción femorales, se marca el centro de la huella de inserción con un punzón de Steadman y se introduce en el orificio creado con el punzón una aguja guía desde el portal medial accesorio. Durante la preparación del túnel femoral el artroscopio se coloca en el portal central. Con la rodilla en hiperflexión (> 125°), se utiliza un martillo para impactar la aguja guía. Se comprueba la posición con la cámara en el portal central y en el portal medial accesorio. Cuando se confirma una posición satisfactoria de la aguja guía, se hiperflexiona la rodilla y se perfora el túnel femoral PL con una fresa de 6 mm de diámetro. El túnel se perfora a una profundidad de 20 a 25 mm. A continuación, se utiliza una fresa del sistema EndoButton para atravesar la cortical externa. Se realiza una inspección artroscópica del túnel para confirmar que la cortical externa está intacta. La dilatación del túnel al diámetro deseado se realiza a mano.

Túneles tibiales

Con el artroscopio en el portal anterolateral, se introduce la guía de LCA a través del portal medial accesorio. La

guía se fija a 45° para el fascículo PL y a 55° para el fascículo AM. Se hace una incisión de 3 a 4 cm en la región anteromedial de la tibia equidistante entre la tuberosidad anterior de la tibia y el borde posterior palpable de la tibia. Se extirpan con prudencia los tejidos blandos sobre la superficie del hueso para no desinsertar el ligamento lateral interno, que está situado en la región posterior de la incisión. Se fija la guía de LCA y se introducen dos agujas guía, una para el túnel AM y otra para el túnel PL, y se avanzan. Se comprueba la posición con el artroscopio para asegurarse de que las agujas guía entran en la articulación de la rodilla en el centro de las áreas de inserción tibiales AM y PL marcadas previamente. Se enhebra una fresa de 6 mm en las agujas guía y se perforan los túneles. La dilatación de los túneles se realiza a mano con dilataadores redondos hasta alcanzar el diámetro adecuado. Se utiliza una lima para alisar el borde posterior de ambos túneles y se usa un resector motorizado para extirpar los tejidos blandos que pueden impedir el paso del injerto.

Túnel femoral: anteromedial

A continuación, se pone atención en el túnel femoral AM. El cirujano puede comprobar si puede perforar el túnel femoral AM a través del túnel tibial PL (posible en el 60 % de los pacientes) o del túnel tibial AM (posible en el 5 %

de los casos). Se utiliza una aguja guía para comprobar la posición. Si una técnica transtibial no permite lograr una posición anatómica, se puede perforar el túnel femoral AM desde el portal medial accesorio (posible en el 99 % de los pacientes). A continuación, se perfora el túnel a 6 mm de diámetro y se dilata a mano hasta conseguir el diámetro deseado.

Paso de los injertos

En primer lugar se introduce el injerto PL. Desde el portal medial accesorio se pasan agujas de Beath con hilos de sutura de poliéster trenzada no reabsorbible (Ethicon) del número 5 a través de los túneles PL y AM. El hilo de sutura se recupera desde el túnel tibial respectivo y se pasa el injerto. Antes de pasar el injerto al interior de la rodilla debe comprobarse que el injerto pasa con facilidad a través de la guía de calibre.

Fijación femoral

Para la fijación femoral se usa habitualmente un sistema EndoButton. Cuando el sistema EndoButton pasa la cortical externa, se voltea. Siempre se realiza una radiografía intraoperatoria para confirmar que el botón del sistema EndoButton se ha «volteado» y está en buena posición. Si existen dudas sobre la integridad de la cortical lateral del cóndilo femoral externo, puede emplearse una técnica de fijación con poste y arandela.

Aplicación de ciclos al injerto

A continuación, se aplican 25 ciclos al injerto, manteniendo la tensión en los injertos al salir del túnel tibial. Se observan los injertos con el artroscopio en el portal lateral y en el portal central para asegurarse de que no choca con el techo de la escotadura intercondílea en extensión completa ni con el ligamento cruzado posterior.

Fijación tibial

La fijación tibial se realiza con la rodilla a 30° de flexión para el fascículo AM y a 10° de flexión para el fascículo PM. Se tensa en primer lugar el fascículo PL. Se usa un tornillo de interferencia biodegradable del mismo diámetro que el diámetro final del túnel. Se palpa la cortical externa de la tibia para confirmar que el tornillo no sobresale. Se inspeccionan los injertos mediante visión artroscópica para asegurarse de que la punta del tornillo no entra en la articulación. Por último, se realiza una prueba artroscópica de cajón anterior y se palpa el injerto con un gancho romo para asegurarse de que la tensión de los injertos es apropiada.

Reconstrucción anatómica monofascicular

La reconstrucción anatómica monofascicular del LCA se realiza cuando está indicada por la anatomía del paciente. Son indicaciones de reconstrucción anatómica

monofascicular del LCA un área de inserción tibial menor de 14 mm para los fascículos AM y PL o una anchura de la escotadura intercondílea menor de 12 mm. Los túneles se preparan con una técnica parecida a la empleada para la reconstrucción bifascicular. A continuación, se utilizan dilatadores ovalados para reproducir mejor la anatomía local de la huella de inserción femoral del LCA. En la **figura 9** se muestran los pasos de la técnica de reconstrucción monofascicular.

Cierre

Las heridas se cierran por planos. El periostio y la fascia profunda en la incisión tibial se cierran con hilos de sutura de poliglactina del número 0. El tejido subcutáneo se cierra con poliglactina de 2-0 y la piel con hilo de sutura monofilamento absorbible. Los portales se cierran con sutura de nailon de 3-0. Se colocan apósitos estériles y un vendaje elástico desde el pie hasta la raíz del muslo. Antes de pasar el paciente a la unidad de reanimación se coloca una bolsa de frío sobre la rodilla y una rodillera articulada bloqueada en extensión completa.

COMPLICACIONES

Una de las complicaciones más temibles de la reconstrucción del LCA es la rotura del injerto. Se han publicado unas tasas de fracaso funcional del injerto del 0-27,3 %^{16,17}. La causa principal de rotura del injerto está relacionada con una posición incorrecta del túnel (p. ej., colocar el túnel tibial demasiado anterior o colocar el injerto demasiado vertical). Otras causas de rotura del injerto son una integración biológica deficiente del injerto, un traumatismo recurrente o una reincorporación al deporte prematura. Otras complicaciones poco frecuentes son infección, trombosis venosa profunda y embolia pulmonar. Para prevenir las dos últimas se recomienda una movilización temprana.

TRATAMIENTO POSTOPERATORIO Y REHABILITACIÓN

En la institución de los autores, los pacientes pueden recibir el alta el mismo día de la cirugía para volver a su domicilio si cumplen los criterios de alta del centro de cirugía ambulatoria. Los pacientes solo pueden apoyar la extremidad inferior operada en el suelo sin carga hasta una semana después de la intervención quirúrgica. Durante esta primera semana se mantiene la rodillera articulada bloqueada en extensión. El paciente recibe medicación analgésica opioide. La primera visita posoperatoria se realiza en una semana aproximadamente. En esta visita se retiran los puntos de sutura y se colocan apósitos nuevos. Se reajusta la rodillera articulada y se permite una movilidad de 0° a la extensión completa. También puede empezar el apoyo en carga, pero manteniendo las muletas hasta que pueda andar sin cojear (alrededor de

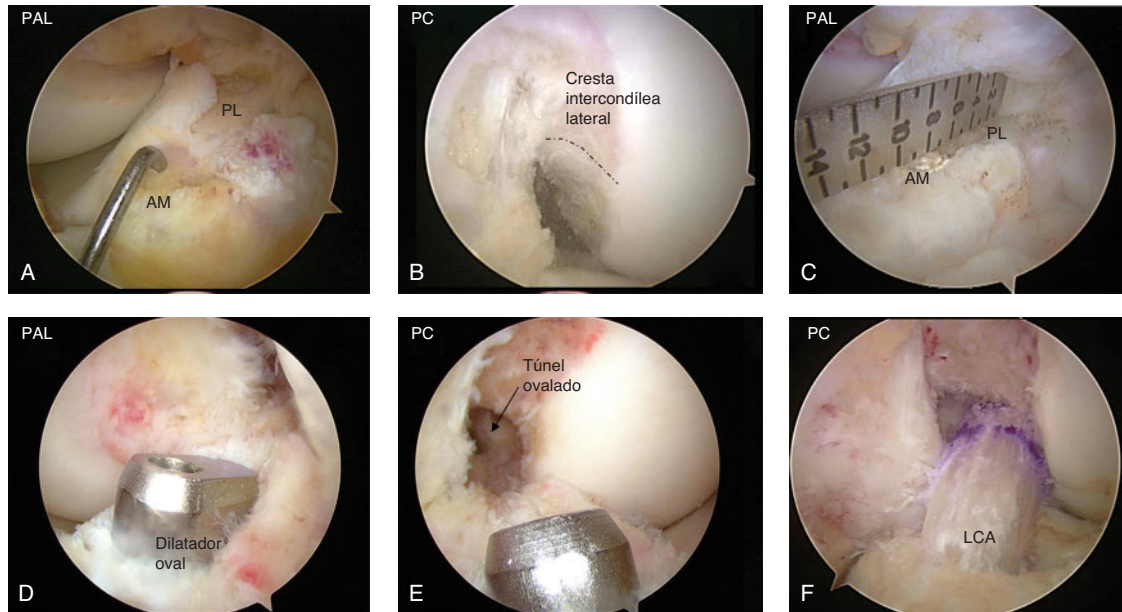


FIGURA 9 Fotografías artroscópicas de la reconstrucción anatómica monofascicular del ligamento cruzado anterior (LCA) de una rodilla izquierda a 90° de flexión. Se marcan las áreas de inserción (A) tibial y (B) femoral del LCA. En el lado femoral puede verse la cresta intercondílea lateral como el límite superior del área de inserción del LCA. C. Se mide el área de inserción tibial que en este paciente mide solo 12 mm. Se perforan los túneles (D) tibial y (E) femoral con forma ovalada. F. Se pasa el injerto de LCA. AM: anteromedial; PAL: visión desde el portal anterolateral; PC: visión desde el portal central; PL: posterolateral.

CONSEJOS

- Antes de comenzar la intervención quirúrgica debe comprobarse que es posible flexionar más de 125° la rodilla lesionada. Esto permite lograr una longitud adecuada del túnel femoral.
- Al inspeccionar el área de inserción tibial, el artroscopio debe estar en el portal anterolateral lo más retirado posible y con la óptica girada hacia abajo para obtener una visión panorámica del área de inserción tibial.
- El área de inserción femoral se ve mejor desde el portal central con la óptica en dirección ligeramente superior y lateral para ver bien las crestas óseas.
- La anchura de la escotadura intercondílea femoral debe medir 12 mm como mínimo para una reconstrucción anatómica bifascicular. Si la escotadura intercondílea femoral es más estrecha, debe realizarse una reconstrucción anatómica monofascicular.
- La huella de inserción tibial debe medir 14 mm o más para una reconstrucción anatómica bifascicular. Si es más pequeña, debe realizarse una reconstrucción anatómica monofascicular.
- Antes de obtener el autoinjerto debe medirse la anchura del tendón del cuádriceps y del tendón rotuliano en la RM preoperatoria para asegurarse de que supera los 8 mm.
- La posición del túnel femoral debe comprobarse desde el portal central y desde el portal medial accesorio antes de fresar el túnel femoral.
- Antes de perforar el túnel femoral AM desde el portal medial accesorio, debe utilizarse una aguja guía para comprobar si es posible obtener una posición anatómica a través del túnel tibial AM o PL.
- Debe pasarse en primer lugar el injerto posterolateral.
- Las radiografías intraoperatorias son imprescindibles para confirmar la posición correcta de la fijación con el sistema EndoButton.
- El injerto PL debe tensarse a 0° de flexión y el injerto AM a 30° de flexión.
- Después de la fijación en el lado femoral y en el lado tibial debe inspeccionarse de nuevo con el artroscopio para evaluar la tensión del injerto. Si el injerto de LCA está laxo, debe volver a tensarse adecuadamente.
- Si existen dudas respecto a la fijación femoral o tibial, puede emplearse un sistema de poste y arandela como fijación secundaria.
- Al finalizar la fijación debe aplicarse un ciclo completo de movilidad a la rodilla mientras se observa el injerto con el artroscopio para asegurarse de que no choca con la escotadura intercondílea ni con el ligamento cruzado posterior.

3-4 semanas). La rodillera articulada se mantiene hasta las seis semanas del postoperatorio. Durante la segunda semana, el paciente debe empezar a realizar fisioterapia para activación del cuádriceps y ejercicios de movilidad. En la segunda semana del postoperatorio comienza a usar una máquina de movimiento pasivo continuo. También inicia un protocolo en el que la movilidad empieza de 0° a 45° y avanza 10° al día hasta lograr una movilidad de 0° a 100°. Es deseable que el paciente utilice la máquina de movimiento pasivo continuo durante dos horas dos veces al día. Los autores no emplean profilaxis farmacológica de la trombosis venosa profunda de manera habitual excepto en presencia de factores de riesgo específicos. En pacientes con factores de riesgo específicos, recomiendan una dosis diaria de 325 mg de ácido acetilsalicílico o heparina de bajo peso molecular. El paciente no puede correr hasta los tres meses del postoperatorio y no puede reanudar la actividad deportiva hasta 9-12 meses después de la intervención quirúrgica. Se recomienda una rodillera de LCA funcional durante la práctica deportiva hasta dos años después de la reconstrucción del LCA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lyman S, Koulouvaris P, Sherman S, Do H, Mandl LA, Marx RG: Epidemiology of anterior cruciate ligament reconstruction: Trends, readmissions, and subsequent knee surgery. *J Bone Joint Surg Am* 2009;91(10):2321-2328.
- Kopf S, Forsythe B, Wong AK, Tashman S, Irrgang JJ, Fu FH: Transtibial ACL reconstruction technique fails to position drill tunnels anatomically in vivo 3D CT study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20(11):2200-2207.
- Kopf S, Forsythe B, Wong AK, et al: Nonanatomic tunnel position in traditional transtibial single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction evaluated by three-dimensional computed tomography. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(6):1427-1431.
- Forsythe B, Kopf S, Wong AK, et al: The location of femoral and tibial tunnels in anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction analyzed by three-dimensional computed tomography models. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92(6):1418-1426.
- Biau DJ, Tournoux C, Katsahian S, Schranz P, Nizard R: ACL reconstruction: A meta-analysis of functional scores. *Clin Orthop Relat Res* 2007;458:180-187.
- Tashman S, Kolowich P, Collon D, Anderson K, Anderst W: Dynamic function of the ACL-reconstructed knee during running. *Clin Orthop Relat Res* 2007;454:66-73.
- Yamamoto Y, Hsu WH, Woo SL, Van Scyoc AH, Takakura Y, Debski RE: Knee stability and graft function after anterior cruciate ligament reconstruction: A comparison of a lateral and an anatomical femoral tunnel placement. *Am J Sports Med* 2004;32(8):1825-1832.
- Chu CR, Williams AA, West RV, et al: Quantitative magnetic resonance imaging UTE-T2* mapping of cartilage and meniscus healing after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2014;42(8):1847-1856. doi:10.1177/0363546514532227.
- Kopf S, Pombo MW, Szczodry M, Irrgang JJ, Fu FH: Size variability of the human anterior cruciate ligament insertion sites. *Am J Sports Med* 2011;39(1):108-113.
- Wolf MR, Murawski CD, van Diek FM, van Eck CF, Huang Y, Fu FH: Intercondylar notch dimensions and graft failure after single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(3):680-686.
- van Eck CF, Martins CA, Vyas SM, Celentano U, van Dijk CN, Fu FH: Femoral intercondylar notch shape and dimensions in ACL-injured patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18(9):1257-1262.
- Casagrande BU, Maxwell NJ, Kavanagh EC, Towers JD, Shen W, Fu FH: Normal appearance and complications of double-bundle and selective-bundle anterior cruciate ligament reconstructions using optimal MRI techniques. *AJR Am J Roentgenol* 2009;192(5):1407-1415.
- Araujo P, van Eck CF, Torabi M, Fu FH: How to optimize the use of MRI in anatomic ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013;21(7):1495-1501. doi:10.1007/s00167-012-2153-9.
- Araujo PH, van Eck CF, Macalena JA, Fu FH: Advances in the three-portal technique for anatomical single-or double-bundle ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2011;19(8):1239-1242.
- Fu FH, Jordan SS: The lateral intercondylar ridge—a key to anatomic anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89(10):2103-2104.
- van Eck CF, Schkrohowsky JG, Working ZM, Irrgang JJ, Fu FH: Prospective analysis of failure rate and predictors of failure after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with allograft. *Am J Sports Med* 2012;40(4):800-807.
- Reinhardt KR, Hetsroni I, Marx RG: Graft selection for anterior cruciate ligament reconstruction: A level I systematic review comparing failure rates and functional outcomes. *Orthop Clin North Am* 2010;41(2):249-262.
- Zantop T, Brucker PU, Vidal A, Zelle BA, Fu FH: Intraarticular rupture pattern of the ACL. *Clin Orthop Relat Res* 2007;454:48-53.
- Wittstein J, Kaseta M, Sullivan R, Garrett WE: Incidence of the remnant femoral attachment of the ruptured ACL. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467(10):2691-2694.
- Yasuda K, van Eck CF, Hoshino Y, Fu FH, Tashman S: Anatomic single-and double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Basic science. *Am J Sports Med* 2011;39(8):1789-1799.
- Ferretti M, Ekdahl M, Shen W, Fu FH: Osseous landmarks of the femoral attachment of the anterior cruciate ligament: An anatomic study. *Arthroscopy* 2007;23(11):1218-1225.
- Fu FH: The clock-face reference: Simple but nonanatomic. *Arthroscopy* 2008;24(12):1433; author reply 4.
- Albers MAV, Guenther D, van Eck CF, Fu FH: Individualized anatomical anterior cruciate ligament reconstruction. *Operat Tech Orthop* 2017;27(1):20-26.
- Fu FH, van Eck CF, Tashman S, Irrgang JJ, Moreland MS: Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: A changing paradigm. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23(3):640-648.