

Redacción

A.B. Imhoff, Múnich

Ilustraciones

R. Himmelhan, Heidelberg

Cirugía de reemplazo del ligamento cruzado anterior mediante la técnica del haz único

Objetivos

El objetivo de este artículo es que tras su lectura usted posea conocimientos sobre:

- Cómo evitar posiciones erróneas e inestabilidades.
- Indicaciones y contraindicaciones para la reconstrucción de la inestabilidad de la rodilla mediante la cirugía del ligamento cruzado anterior.
- Ventajas de la técnica de perforación de portal.
- Medidas y pasos necesarios para realizar con seguridad y con éxito una reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- Las tres fases del tratamiento posterior.

Introducción

Las experiencias obtenidas a partir de la cirugía de revisión muestran que la causa más frecuente de fracaso después de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es una posición errónea del túnel óseo para el anclaje del injerto^{7,17}.

Estudios biomecánicos y clínicos han revelado que la función del LCA solo se puede reconstruir si los túneles óseos se posicionan dentro de la inserción femoral y tibial del LCA⁹⁻¹¹. Este concepto es denominado **reconstrucción anatómica del LCA**^{2,13}. Las técnicas de reconstrucción anatómica ofrecen una mejor estabilización frente a las fuerzas de rotación que las técnicas con una posición de túnel femoral alta^{8,9,11}.

Una posición extrema es la **posición «high-noon»**, que se observa con frecuencia después de técnicas de perforación transtibiales¹⁹. Los síntomas de los pacientes con posiciones «high-noon» son múltiples: inestabilidad recidivante, limitaciones del movimiento o dolores.

Los errores en el posicionamiento femoral se pueden evitar mediante la **técnica de perforación a través de portal**³. Varios estudios han revelado que es posible conseguir antes una posición anatómica del túnel a través del portal medial que mediante la técnica de perforación transtibial^{16,10,12,15,16}. Así mismo, un estudio biomecánico mostró que los túneles perforados mediante la técnica de perforación a través de portal ofrecían una mejor estabilización frente al **fenómeno de «pivot-shift»** que las técnicas de perforación transtibiales³. Estos resultados se confirmaron clínicamente. Alentorn-Geli et al.¹ han comparado pacientes sometidos a un reemplazo de LCA realizado mediante la técnica de perforación a través de portal con pacientes que fueron intervenidos mediante la técnica de perforación transtibial y mostraron que los pacientes intervenidos con la técnica de perforación a través de portal pudieron volver antes a entrenar y a practicar deporte. La estabilidad a.-p. (KT 1000), así como la estabilidad rotatoria, eran significativamente mejores en el grupo de pacientes operados con la técnica de perforación a través de portal. Otra ventaja de la técnica de perforación a través de portal es la menor incidencia de casos de ensanchamiento de túnel⁵. A pesar de realizar la técnica de perforación a través de portal medial, siempre se debería

controlar la posición del alambre femoral durante la intervención. Dado que la visibilidad sobre el cóndilo femoral lateral es insuficiente, el artroscopio se tiene que introducir en la articulación a través del portal medial¹³. El portal medial (**ángulo visual desde el portal medial**) ofrece una visibilidad mucho mejor sobre el cóndilo femoral lateral que el portal lateral¹³. Las alternativas para el control de la posición del alambre son el fluoroscopio y la navegación.

La línea intercondílea y la interfaz hueso-cartílago sirven como puntos de referencia¹³, **fig. 4a**). En el reemplazo de LCA total, el centro del túnel debe estar en el centro de la inserción femoral⁹.

Las **guías «offset»** facilitan el posicionamiento del alambre. Bedi et al.³ advierten, sin embargo, que hay que actuar con precaución a la hora de utilizar estas guías «offset» convencionales desarrolladas para la técnica transtibial. Behrend y Richter⁴ han demostrado en un estudio realizado con un cadáver que con las guías «offset» convencionales no se puede llegar hasta el centro de la inserción femoral del LCA. Por este motivo, para la técnica de perforación a través de portal conviene utilizar guías especiales en las que el ángulo del gancho «offset» esté diseñado de tal modo que quede posicionado junto a la fascia poplítea al introducir la guía a través del portal medial. El objetivo es posicionar el alambre en el centro de la inserción femoral. Ho et al.⁹ han demostrado que las reconstrucciones mediante un haz único o con doble haz resultan casi igual de efectivas en la reconstrucción de la

Oper Orthop Traumatol 2013 • 25:85-94

W. Petersen • P. Forkel • A. Achtnich • S. Metzloff • T. Zantop

Cirugía de reemplazo del ligamento cruzado anterior mediante la técnica del haz único

Resumen

Objetivo. Reconstrucción de la estabilidad de la rodilla mediante cirugía del ligamento cruzado anterior.

Indicaciones. Inestabilidad funcional grave y crónica con rotura del ligamento cruzado anterior (LCA) con sensación subjetiva de inestabilidad («giving way»). Rotura grave del LCA con reconstrucción concomitante de menisco.

Contraindicaciones. Infección local de la articulación de la rodilla, lesión local de partes blandas, poca colaboración por parte del paciente.

Técnica quirúrgica. La intervención comienza con el examen bajo anestesia. A continuación, se realiza un control artroscópico de la rodilla y se procede al tratamiento artroscópico de las lesiones intraarticulares asociadas (lesiones del menisco y del cartílago). A través de una incisión cutánea de 3 mm de longitud en la zona medial de la tuberosidad tibial, se extrae el tendón semitendinoso. Se prepara un injerto de tendón de cuatro haces de una longitud mínima de 6,5 cm (injertos alternativos: tendón rotuliano, de cuádriceps, injertos alógenos). El canal femoral para el injerto del ligamento cruzado se perfora bajo control artroscópico a través de un portal anteromedial bajo. Para la colocación exacta del alambre guía se utili-

za un instrumento de guía especial. Para la perforación de la rodilla, esta deberá estar flexionada más de 110°. Como referencias anatómicas, se usan la línea intercondílea y la interfaz hueso-cartílago. La posición del alambre guía se controla mediante un artroscopio introducido en el portal medial (vista sobre el portal medial). Mediante una broca delgada (4,5 mm si se usa el Flipp-tack®) se perfora por encima del alambre. A continuación se perfora un orificio ciego de 20 mm de largo adecuado al diámetro del injerto. El uso de dilatadores permite preparar el túnel sin dañar las estructuras vecinas. En caso de que no exista muñón de LCA, se usa como punto de referencia el cuerno anterior del menisco externo en la tibia. En primer lugar, se perfora por encima del alambre con una broca de 6 mm. En caso de realizarse una perforación excéntrica con una broca de mayor calibre, entonces es posible llevar a cabo ligeras correcciones de la posición del túnel tibial. Para la fijación del injerto se suele usar una chapa de fijación femoral extracortical en el fémur, y en la tibia, una fijación híbrida con tornillo de interferencia reabsorbible y cabeza de fijación.

Tratamiento postoperatorio. El programa de tratamiento posterior se divide en tres fases. En la fase de inflamación (1.ª-2.ª semana) se lleva a cabo un tratamiento

de control del dolor y de la hinchazón.

Se permite al paciente realizar una carga parcial con 20 kg. Durante la fase de proliferación (3.ª-6.ª semana) se puede aumentar lentamente la carga y la movilidad. El objetivo es conseguir la extensión completa. Los ejercicios se deberían realizar en una cadena cerrada. Durante la fase de remodelación (a partir de la 6.ª semana) se realizan principalmente ejercicios para el aumento de la fuerza y de coordinación. No se debe volver a practicar deporte de competición hasta después de 6-8 meses.

Resultados. En el estudio prospectivo se realizó el seguimiento a 21 pacientes dos años después de haberse sometido a una cirugía de reemplazo del LCA con la técnica de haz único. El injerto utilizado fue el tendón semitendinoso. El diagnóstico postoperatorio mediante MRI mostró que todos los túneles presentaban una posición anatómica. La diferencia de la traslación anterior de la tibia medida con el artrómetro KT-1000 había mejorado de una media de 6,4 mm a 1,7 mm. El mismo fenómeno de «pivot-shift» se pudo comprobar también en otro paciente. La escala de Lysholm postoperatoria fue de 94,2 puntos.

Palabras clave

Tibia. Injerto tendinoso. Fijación híbrida. Artroscopia. Resultado del tratamiento.

estabilidad rotatoria cuando el túnel se encuentra en el centro de la inserción. El injerto también se debe anclar tibial en la zona de la inserción del LCA, a fin de evitar errores de posicionamiento anterior y posterior. Como orientación, pueden servir los restos del LCA roto. En caso de que no exista muñón, se tomará el cuerno anterior del menisco externo como punto de referencia¹³.

Fundamentalmente, el LCA antiguo se preserva, puesto que los restos no molestan. Mediante la preservación de tejido del ligamento cruzado se espera conseguir una mejor remodelación, así como una mejor propiocepción por la conservación de mecanorreceptores^{17,18}.

Estudios clínicos han confirmado el concepto del LCA anatómico¹³. Sadoghi et al.¹⁴ han clasificado a 53 pacientes sometidos a una reconstrucción de LCA en base a datos 3-D-CT según si fueron sometidos a una reconstrucción anatómica o a una reconstrucción no anatómica. Los pacientes con canales de perforación anatómicos mostraron resultados clínicos significativamente mejores, una mayor estabilidad a.-p. y menos fenómenos de «pivot-shift» positivo. El objetivo de este trabajo es describir una **técnica anatómica de un haz único** para la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Principio y objetivo de la intervención

El principio quirúrgico de la intervención es el reemplazo del ligamento cruzado anterior mediante un injerto tendinoso con el objetivo de reducir la inestabilidad anterior y de reconstruir, en lo posible, la estabilidad rotatoria (fenómeno «pivot-shift»).

Ventajas

- La ubicación de un túnel por encima del portal medial evita errores de altura en el posicionamiento del túnel femoral.
- A diferencia de la técnica transtibial, la ubicación de los canales de perforación es independiente entre sí. De este modo se reduce el riesgo de ensanchamientos de túnel primarios.

- La representación artroscópica de los puntos de referencia (línea intercondílea) resulta de ayuda a la hora de posicionar los alambres para la realización del túnel óseo.
- Dispositivos guía especiales (guías de portal) permiten una colocación segura de los alambres para la realización de los canales óseos.
- La visibilidad sobre el portal medial permite controlar la posición del alambre con mayor seguridad durante la realización del túnel femoral.
- Es posible utilizar injertos diferentes en función de los requisitos individuales de los pacientes: tendón semitendinoso-gracilis, tendón rotuliano, tendón del cuádriceps e injertos alógenos.
- Es posible combinar diferentes técnicas de fijación
- Es posible el tratamiento de roturas parciales del haz anteromedial o del haz posterolateral.

Desventajas

- Si la flexión de la rodilla es mayor a 110°, puede resultar más difícil tener visibilidad sobre la zona de inserción femoral del LCA. En la técnica de perforación anteromedial la rodilla debe posicionarse en un mayor grado de flexión, por lo que los cuerpos adiposos infrapatelares se ven desplazados hacia la fosa intercondílea.

Indicaciones

- Inestabilidad funcional crónica con rotura del LCA con sensación de inestabilidad subjetiva («giving way»).
- Rotura de LCA aguda con lesión meniscal asociada, apropiada para la reconstrucción.
- Rotura de LCA aguda en pacientes con factores de riesgo (por ejemplo, «pivot-shift», disciplinas deportivas).
- Actividades profesionales que requieren de una pisada segura (por ejemplo, trabajar sobre un andamio).

- Lesiones de ligamentos cruzados complejas con reconstrucción grave del pilar central (rotura del ligamento cruzado anterior y posterior, así como la esquina posterolateral o posteromedial de la articulación en combinación con otras cirugías reconstructivas).

Contraindicaciones

- Lesión extensa de las partes blandas de la articulación de la rodilla.
- Infección local de la articulación de la rodilla.

Información para el paciente

- Lesión del ramo infrapatelar del nervio safeno con alteración de la sensibilidad en la zona de la tuberosidad tibial.
- Inestabilidad.
- Tendencia a la hinchazón postoperatoria de la rodilla.
- Hinchazón de la pierna por la salida del líquido de lavado.
- Riesgo de rotura de instrumental y de olvido de instrumental dentro de la rodilla.
- Tratamiento posterior.
- Baja laboral durante un tiempo.
- Retorno a la actividad deportiva de alta competición tras 6-8 meses.
- Riesgos quirúrgicos generales: trombosis, embolia, infección, lesiones de vasos sanguíneos y de nervios.

Preparación de la intervención

- Afeitado y marcado de la rodilla lesionada.
- Inicio del tratamiento antibiótico preoperatorio 30 minutos antes de la intervención.
- Antes de la intervención se realizará un examen bajo anestesia, que debe documentarse en el informe quirúrgico. La **prueba de Lachmann** con la rodilla a 20° de flexión sirve para determinar la traslación tibial anterior. El fenómeno «pivot-shift» sirve para determinar la inestabilidad rotativa creada por la rotura del LCA. Forman parte también del examen bajo anestesia la determina-

ción del grado de movilidad según el método cero neutro y el examen de los ligamentos laterales a 0° y 20° de flexión y las pruebas de cajón (cajón posterior y anterior) con la rodilla en posición neutra, así como en rotación interna y externa.

Instrumental

- Artroscopio con cámara de alta resolución.
- Cable de luz con sistema documental.
- Trocar con entrada y salida de agua.
- Resector sinovial accionado por motor.
- Tijeras.
- Taladro.
- Alambre de perforación.
- Guía de portal para la realización del túnel femoral.
- Brocas canuladas de tamaño 4,5-11 mm.
- Mesa de preparación para el injerto tendinoso.
- Pinzas gubias.
- Bloque de medición para determinar la sección del tendón.
- Chapa de fijación extracortical.
- Botón de fijación tibial extracortical (por ejemplo, Endotack[®], Karl Storz, Tuttlingen).
- Tornillo de interferencia reabsorbible.
- Hilo de poliéster trenzado de grosor 3 para el refuerzo distal del injerto.

Anestesia y posición del paciente

- La intervención se puede realizar bajo anestesia general o anestesia espinal.
- Posición de decúbito supino.
- Un soporte para piernas eléctrico permite el movimiento de la pierna y facilita la intervención (■ fig. 2). Este soporte permite la fijación segura de la pierna y el ajuste de diferentes ángulos de flexión.
- El cirujano se encuentra en posición sentada o de pie ante la rodilla del paciente.
- La pierna debe taparse con una venda elástica estéril para evitar que el líquido de lavado provoque la hinchazón de la pierna.

Técnicas quirúrgicas

(■ Figs. 1-23)



Fig. 1 ▲ La pierna se posiciona sobre un soporte para pierna móvil eléctrico, que permite una fijación segura de la pierna en diferentes ángulos de flexión. Para practicar el túnel femoral es necesaria una flexión de más de 110°. El túnel tibial se prepara con una flexión de 30°. La intervención se realiza bajo isquemia. Para ello, se debe colocar un manguito neumático en el muslo (flecha), prestando atención de no colocarlo demasiado hacia distal, puesto que, en este caso, existe el peligro de perforarlo con la guía durante la realización del túnel femoral. Además, un manguito posicionado demasiado hacia distal puede dificultar la extracción del tendón semitendinoso.

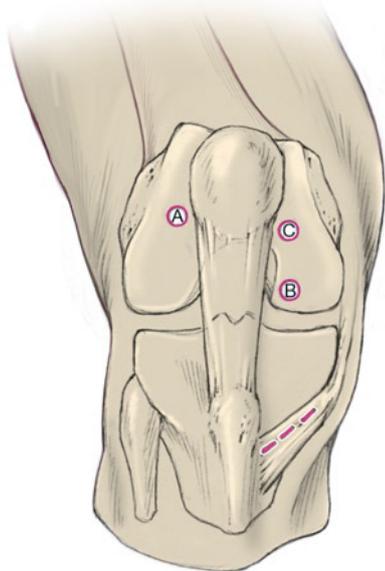


Fig. 2 ◀ Para la cirugía de reemplazo artroscópica del ligamento cruzado anterior son necesarios dos abordajes artroscópicos hacia la articulación de la rodilla. La extracción del tendón se realiza a través de una incisión oblicua de 3 cm de longitud aproximadamente, medial a la tuberosidad tibial (■ fig. 5). A través de este abordaje se realiza también la perforación del túnel tibial. El artroscopio se introduce a través de un portal anterolateral alto (A). El portal anterolateral alto ofrece un buen ángulo de visión sin que los cuerpos adiposos infrapatelares puedan desplazarse por delante del artroscopio. A través del portal medial (B) se realiza la preparación de la inserción femoral del LCA y se perfora también el túnel femoral. A través de un portal anteromedial alto (C) el proceso de perforación se puede controlar mediante artroscopia. Otras intervenciones adicionales en el menisco se pueden realizar a través del portal medial. En caso de que la accesibilidad del menisco sea difícil a través de este portal, serán necesarios otros abordajes (línea).

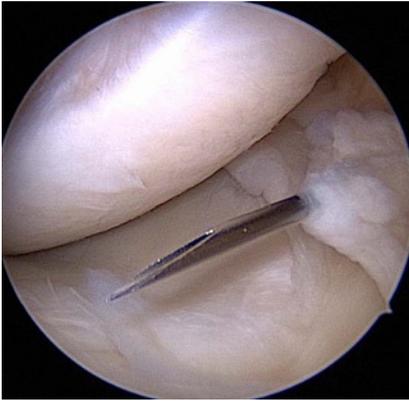


Fig. 3 ◀ El portal de perforación medial se encuentra justo por encima del cuerno anterior del menisco interno. Se perfora siempre con la técnica de aguja hipodérmica. Conviene que el abordaje no se encuentre demasiado hacia medial para que la broca no lesione el cartilago del cóndilo femoral medial. Si, por el contrario, el túnel se encuentra demasiado lateral, la broca puede salir del túnel por la parte posterior.

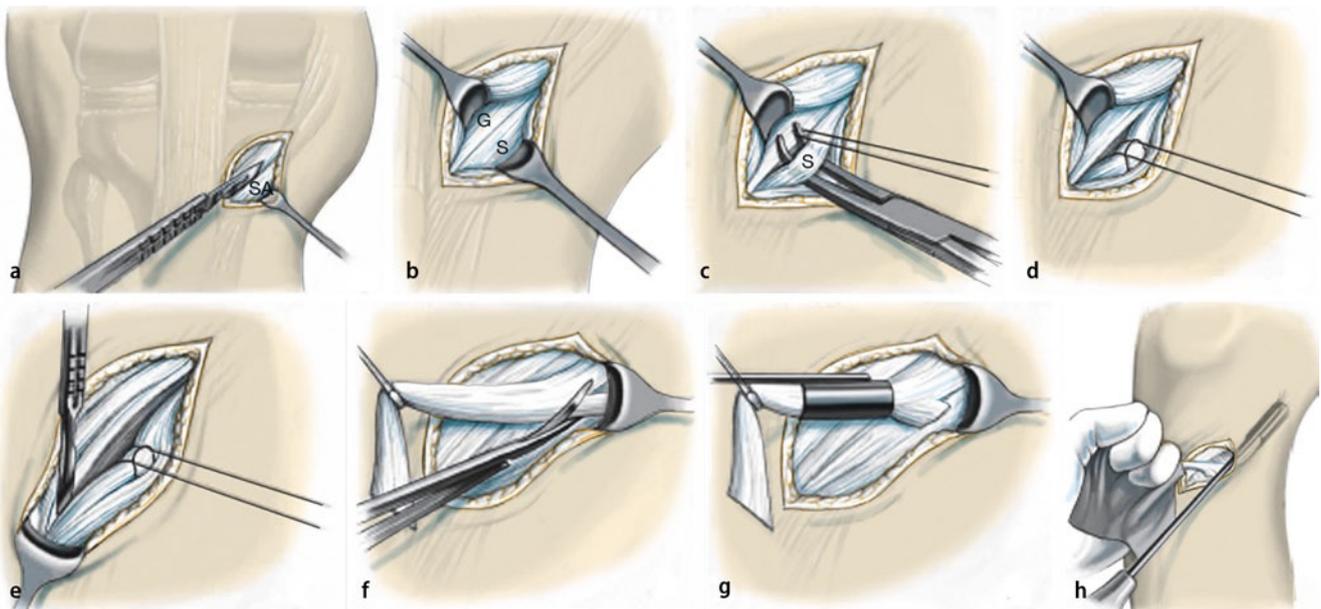


Fig. 4 ▲ Para la toma de tendón semitendinoso se realiza una incisión cutánea oblicua de 3 cm de longitud aproximadamente en la zona medial en la tuberosidad tibial (a). A continuación se divide longitudinalmente la aponeurosis del músculo sartorio (SA). La división de la fascia del músculo sartorio permite la exposición de los tendones del músculo semitendinoso (S) y del músculo grácil (G) (b). En primer lugar, se pasa una pinza Overholt por debajo del tendón del músculo semitendinoso situado caudal (c) y se pasa el hilo alrededor del tendón formando un bucle (d). A continuación se separa el tendón con un bisturí por su inserción en la zona de la tuberosidad tibial (e). Con unas tijeras se cortan las uniones del tendón semitendinoso con el músculo gastrocnemio (f), sujetando el tendón con el hilo. Posteriormente se posiciona el tendón con ayuda del hilo en una cuchilla redonda para tendones («separador para tendones») (g) y se extrae el tendón tirando de él lentamente en la dirección paralela al eje del muslo. Durante este proceso el tendón se sujeta con una compresa húmeda (h). A continuación, en caso necesario, se extrae la inserción del tendón con el músculo grácil siguiendo el mismo procedimiento. Con un tendón semitendinoso de 26 cm de longitud es suficiente.

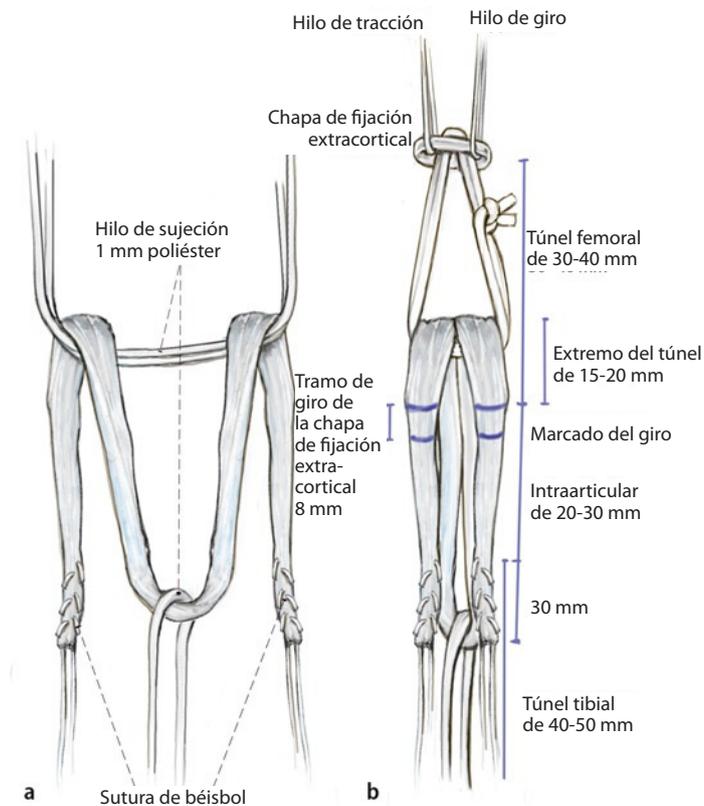


Fig. 5 ▲ Primero se limpian los restos de tejido muscular de los injertos. A continuación se cortan los tendones de manera que se pueda preparar un injerto de una longitud de 6,5-8 cm aproximadamente. Los tendones se tensan en las dos pinzas que se encuentran en la mesa de trabajo y se refuerzan mediante una sutura de béisbol cada 2-3 cm (material de sutura hilo de poliéster trenzado, por ejemplo, Etibond de grosor 3). Estos puntos servirán posteriormente para fijar el injerto en la tibia, por lo que nunca se deberán sujetar con pinzas afiladas. Hay que preparar el injerto de modo que 15-20 cm del material tendinoso quede anclado en el túnel femoral. Zantop et al.²⁰ han demostrado que es suficiente con un segmento de contacto de 15 mm para que el injerto se reinserte de manera estable. El tendón semitendinoso se prepara como un injerto de cuatro haces (a). Los diámetros del injerto varían entre 7 y 10 mm. El extremo del injerto, que permanecerá en el túnel femoral, se fijará con un hilo de poliéster de 1 mm de espesor (por ejemplo, Etibond) a una chapa de fijación extracortical (por ejemplo, Flipptack®, Karl Storz, Tuttlingen) (b). Este hilo se pasará a través de la doble lazada del injerto y por los orificios internos de la chapa de fijación extracortical. Para ajustar la longitud del hilo, la chapa de fijación extracortical se fijará a un soporte especial en la mesa de preparación. El ajuste de la longitud del hilo se realizará en función a la longitud medida del canal femoral. Se intentará anclar el injerto sobre un tramo de 20 mm aproximadamente en el canal femoral (ejemplo: para una longitud total de canal de 35 mm, el hilo debe tener 15 mm de largo). Los hilos de refuerzo distales se pasan a través de un botón metálico para la fijación tibial (Endotack®, Karl Storz, Tuttlingen). En el extremo femoral se marcan dos distancias en el injerto (b). Una distancia marca la parte del injerto que permanecerá dentro del túnel femoral (20 mm) y la otra marca el segmento necesario para hacer girar la chapa de fijación extracortical (8 mm).

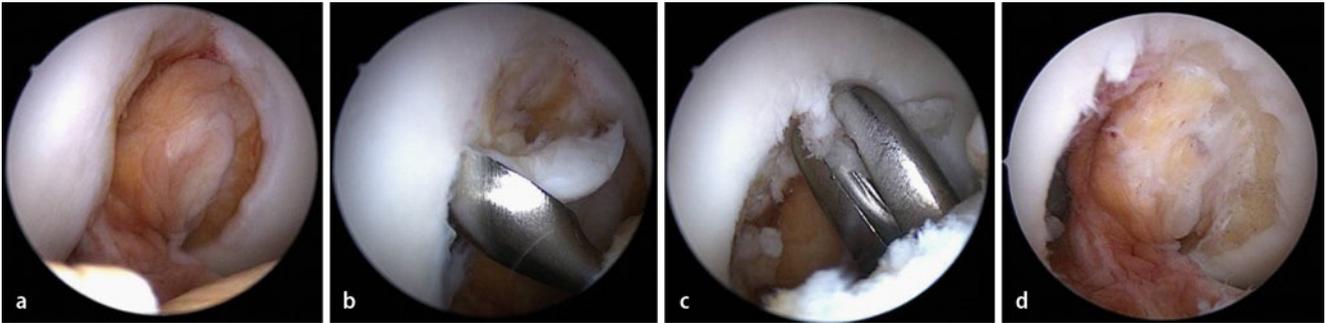


Fig. 6 ▲ La fase intraarticular de la intervención empieza con un diagnóstico artroscópico en el que se inspeccionan todos los compartimentos en cuanto a lesiones del cartilago y del menisco. Las lesiones de menisco asociadas se refijarán o reseccionarán. Ante lesiones del menisco de cuarto grado se llevará a cabo una microfracturación. En caso de inestabilidades crónicas, los osteofitos pueden estrechar la fosa intercondílea (a). En este caso, la cirugía de reemplazo del ligamento cruzado se inicia con una resección de osteofitos (intervención de la fosa intercondílea). Esta intervención se puede llevar a cabo con una cuchara afilada (b), una pinza gubia (c) o una fresa de bola. d) Fosa intercondílea ensanchada.

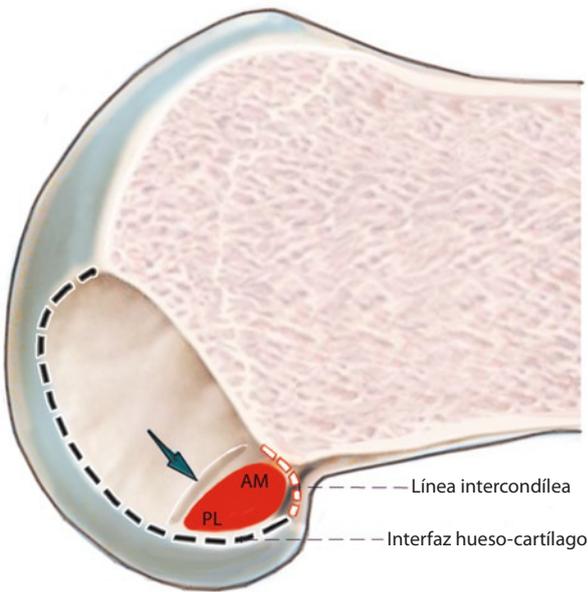


Fig. 7 ◀ La imagen representa el cóndilo femoral lateral visto desde medial. La inserción femoral del ligamento cruzado anterior tiene forma ovalada y se encuentra en el tercio posterior del cóndilo femoral lateral. Delante de la inserción se encuentra una protuberancia (flecha), denominada «resident's ridge». Esta protuberancia dificulta la visibilidad sobre la zona de inserción femoral del ligamento cruzado anterior cuando el artroscopio se encuentra en el portal lateral. Es posible obtener un mejor ángulo visual si el artroscopio se introduce en la articulación por encima del portal medial. En caso de ausencia de las fibras del ligamento cruzado, entonces la línea intercondílea y la interfaz hueso-cartilago pueden servir como puntos de referencias. AM: inserción del haz anteromedial; PL: inserción del haz posterolateral.

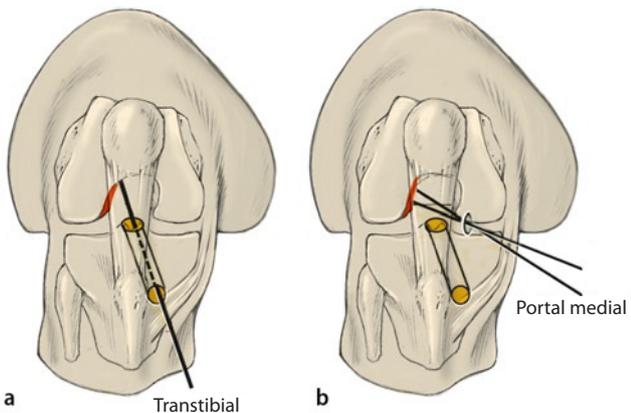


Fig. 8 ◀ La guía y la broca para la realización del túnel femoral pueden insertarse ya sea a través del túnel tibial (transtibial) o del portal medial. El inconveniente de la técnica transtibial es que la inserción femoral del ligamento cruzado anterior solo se puede alcanzar cuando el túnel tibial se encuentra ubicado mucho más medial (a). La guía y la broca tienen más libertad de movimiento cuando se introducen a través del portal medial (b).

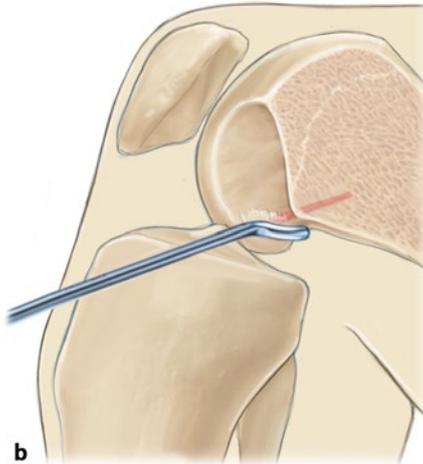
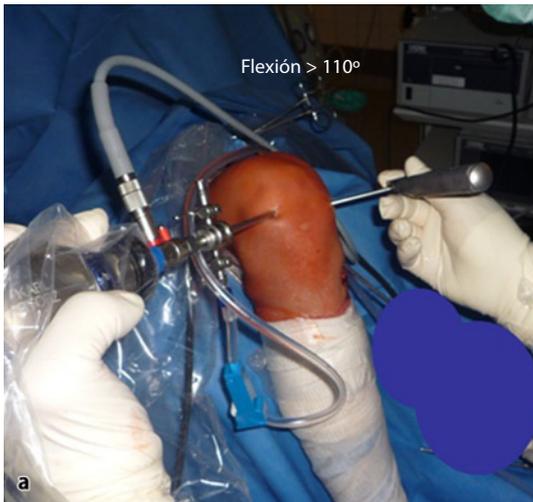


Fig. 9 ◀ **a)** La guía para la colocación del alambre guía para la broca se introduce en la articulación a través del portal medial. En la técnica de perforación de portal se deben utilizar guías diseñadas especialmente para esta técnica (por ejemplo, MPA, Karl Storz, Tuttlingen). Para colocar el alambre guía la rodilla tiene que estar flexionada en más de 110°. **b)** El gancho doblado de la guía se apoya por detrás de la línea intercondílea en la fascia poplítea. Se pueden elegir varias distancias entre gancho y guía.



Fig. 10 ◀ **a)** El gancho de la guía se desplaza por detrás de la línea intercondílea. **b)** A continuación se perfora el alambre guía (2,4 mm) en el centro de la inserción del ligamento cruzado anterior.

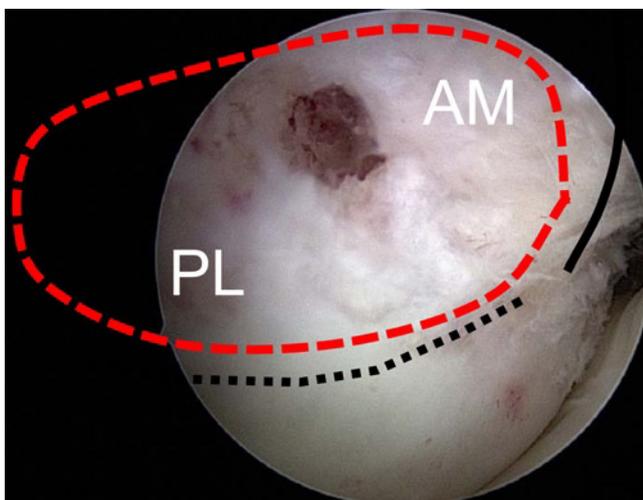


Fig. 11 ◀ La guía se extrae y se controla la posición del agujero remanente insertando el artroscopio dentro de la articulación a través del portal medial. *Línea negra:* línea intercondílea; *línea punteada negra:* interfaz hueso-cartilago; *línea punteada roja:* zona de inserción. AM: inserción del haz AM; PL: inserción del haz PL.



Fig. 12 ▲ La guía (a) se introduce en toda su longitud perforando con la broca más delgada (diámetro 4,5 mm) (b). A continuación se mide la longitud del túnel con un medidor de profundidad especial (c). La longitud del túnel varía entre 30 y 45 mm.

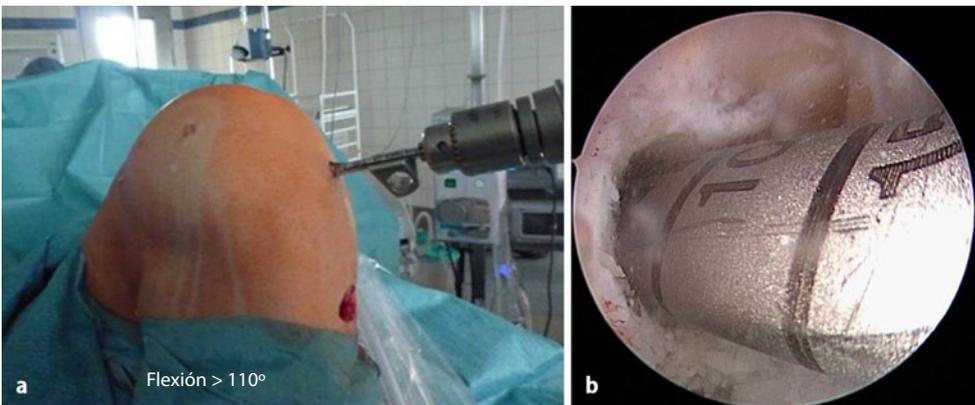


Fig. 13 ▲ Después de determinar la longitud del túnel se vuelve a insertar la guía dentro del túnel y se ensancha paso a paso a lo largo de los 30 mm distales, hasta conseguir el diámetro del injerto (a). A modo alternativo, también se puede dilatar el túnel con dilatares femorales (b). Durante el proceso de dilatación, el hueso se comprime en la zona de la pared del túnel. Durante la perforación pueden producirse defectos óseos.

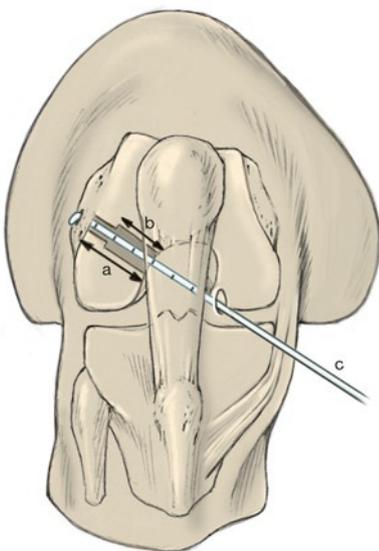


Fig. 14 ◀ Representación esquemática del túnel femoral. a Longitud de túnel total. b Longitud del orificio ciego. c Medidor de profundidad.

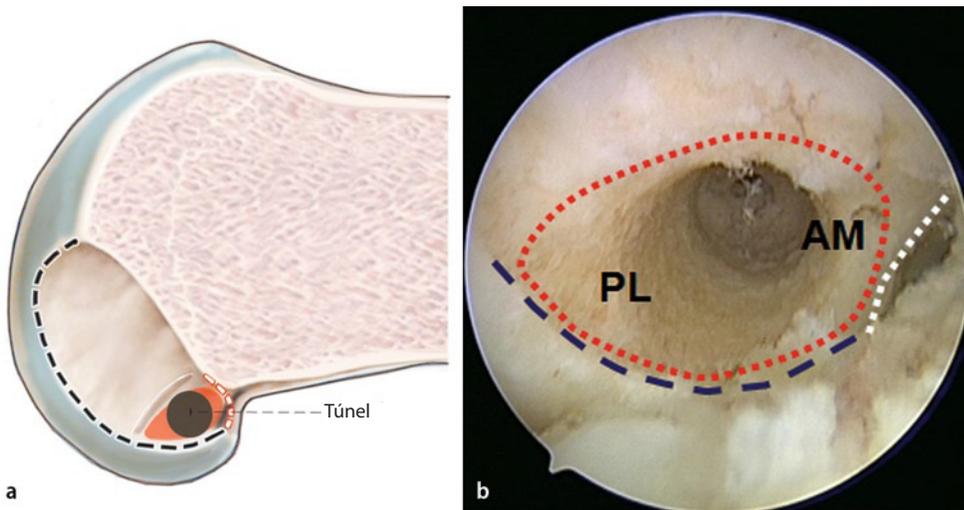


Fig. 15 ▲ **a)** La imagen muestra la posición del túnel femoral en el centro de la inserción femoral. **b)** A través del portal medial se controla la posición del túnel femoral. *Línea punteada negra:* interfaz hueso-cartilago; *línea punteada blanca:* línea intercondílea; *línea punteada roja:* inserción del LCA; *línea punteada azul:* interfaz hueso-cartilago. AM: inserción del haz AM; PL: inserción del haz PL.

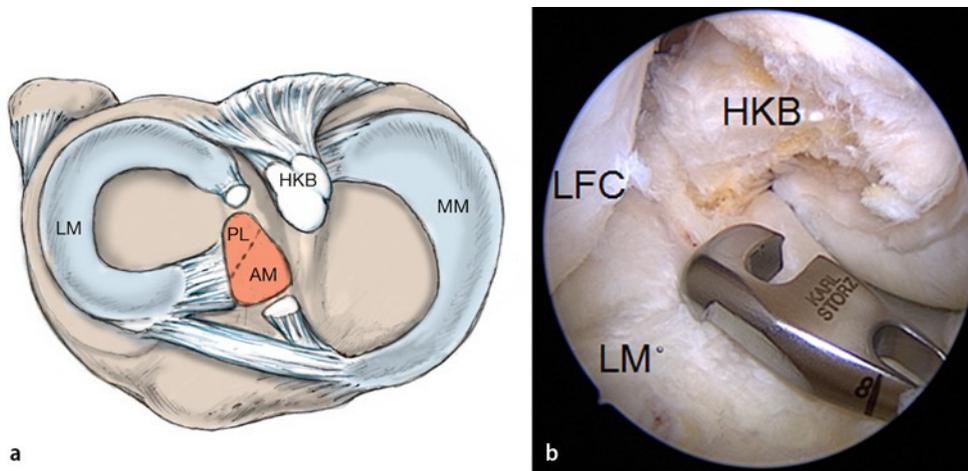


Fig. 16 ▲ La inserción tibial tiene forma triangular y en la literatura suele denominarse «pata de ganso» («duck's foot»). Se encuentra en la parte central del área intercondílea entre el tubérculo intercondíleo medial y el lateral (**a**). Su extensión es variable (aproximadamente 17 mm a nivel sagital, aprox. 11 mm a nivel transversal). El haz PL (PL) se suele insertar en la parte posterior de la zona de inserción. El haz AM (AM) se insiere en la parte anterior de la zona de inserción a la altura del cuerno anterior del menisco externo. El cuerno anterior del menisco externo sirve de referencia para la guía tibial cuando no existe el muñón del LCA (**b**). La guía se insiere por encima del portal medial en el interior de la articulación y se posiciona en el cuerno anterior del menisco externo de modo que el alambre salga a la altura de la circunferencia interna del menisco en el centro de la eminencia intercondílea. LM: menisco lateral; MM: menisco medial; LFC: cóndilo femoral lateral; HKB: ligamento cruzado posterior.

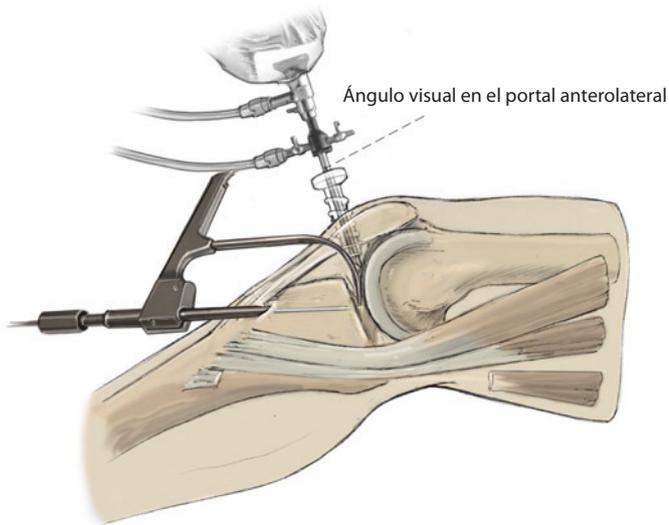


Fig. 17 ▲ Para la realización del túnel tibial, la rodilla debe colocarse flexionada con un ángulo de 40° aproximadamente, posición en la que se posee una mejor visibilidad sobre la eminencia intercondílea. La guía se insiere en la articulación a través del portal medial. Está provista de un gancho que se coloca en la zona de inserción del LCA y de un medidor de profundidad con el que puede determinarse la longitud del túnel tibial.

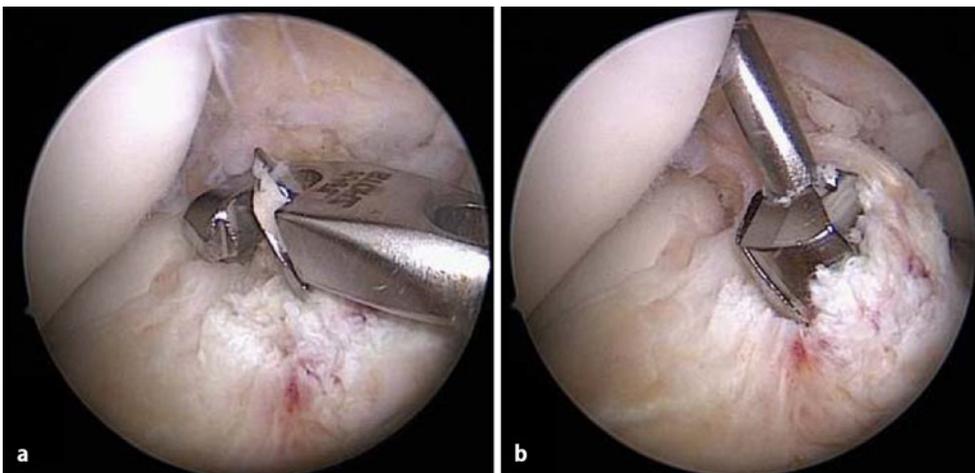


Fig. 18 ▲ Se perfora previamente la cavidad, de modo que la punta de la guía penetre en el agujero del estribo guía (a). A continuación, se sigue perforando con una broca canulada (diámetro: 6 mm). Se recomienda perforar el túnel tibial paso a paso, puesto que de este modo se pueden realizar ligeras correcciones de su posición (■ fig. 19). La cabeza de la broca debe dejarse brevemente dentro del túnel (b). Mediante la extensión de la pierna del paciente se puede verificar si el injerto impacta contra la fosa intercondílea («impingement»). En este caso, hay que corregir la posición del túnel o realizar una intervención en la fosa intercondílea.

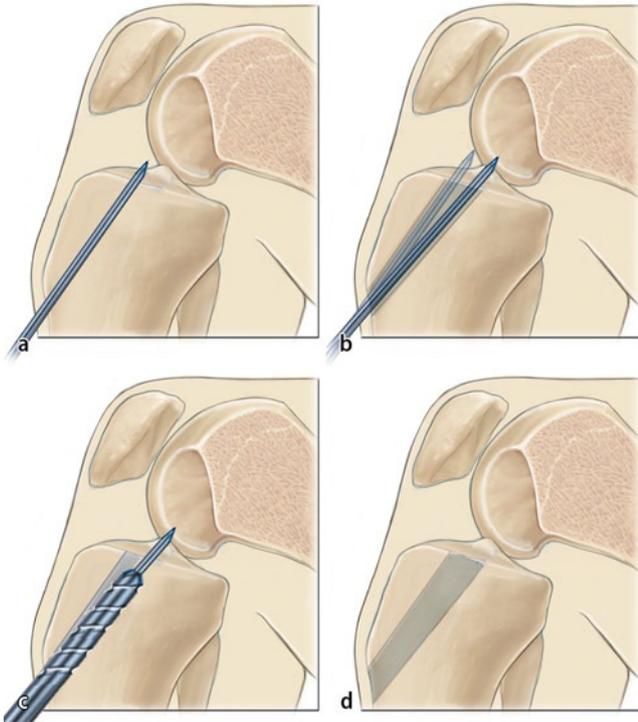


Fig. 19 ▲ Si la angulación del alambre es ligeramente errónea, la posición del túnel se puede corregir paso a paso realizando una perforación excéntrica hacia la posición deseada. Para ello debe perforarse primero la cavidad correcta con una broca delgada (**a, b**). A continuación se desplaza el alambre excéntricamente dentro del túnel y se prosigue con la perforación (**c, d**).

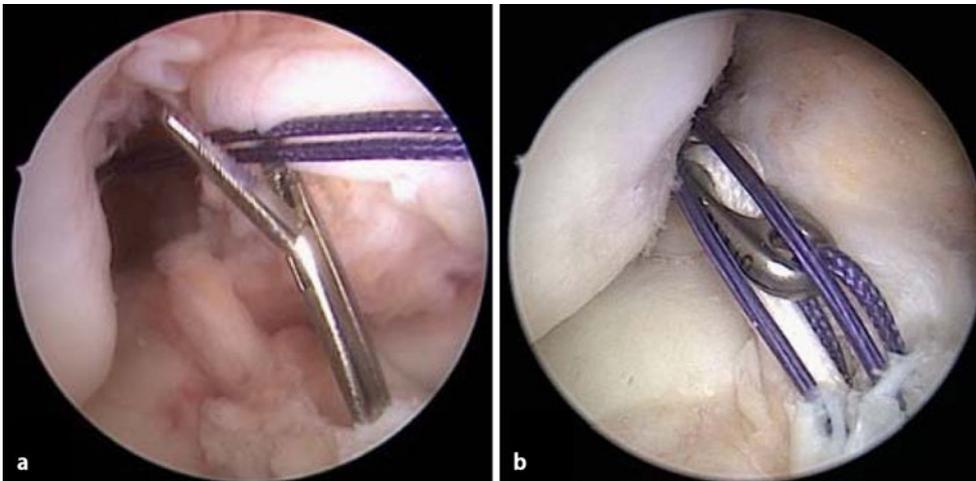


Fig. 20 ▲ **a)** Para introducir el injerto se utiliza un alambre de Kirschner con un hilo y se insiere en el túnel femoral a través del portal medial. A continuación, el hilo se saca del túnel tibial mediante una pinza. **b)** Este hilo sirve para tirar del injerto hacia el interior del túnel.

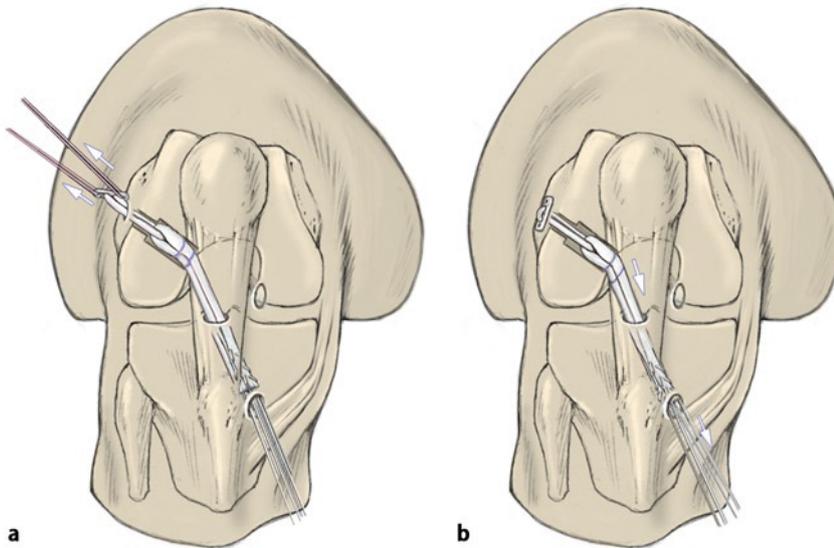


Fig. 21 ▲ Mediante el hilo blanco se hace pasar el injerto dentro del túnel femoral hasta la segunda marca **(a)**. A continuación, se fija la chapa de fijación extracortical (por ejemplo, Flipptack®, Karl Storz, Tuttlingen) con ayuda del hilo delgado. Si se tira del injerto, la chapa se posiciona sobre la cortical femoral **(b)**. En principio, para la técnica quirúrgica descrita se pueden utilizar también otros tipos de fijaciones (por ejemplo, tornillos de interferencia, sistemas de transfijación o procedimientos «press-fit»).

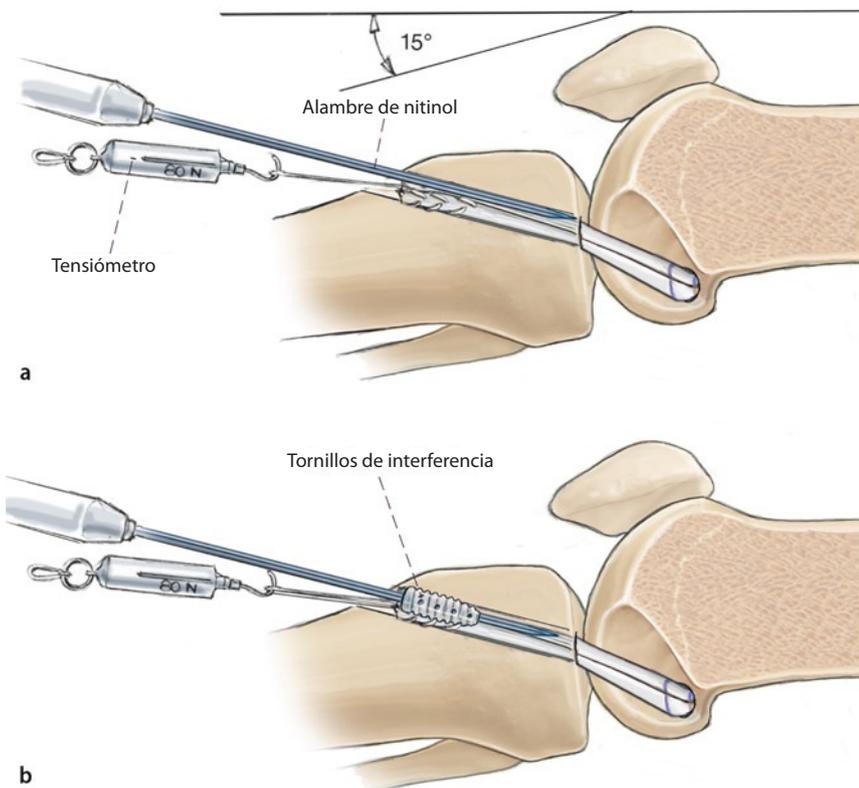


Fig. 22 ▲ Se moverá la rodilla varias veces a lo largo de todo su rango de movimiento bajo fuerte tracción del injerto, a fin de que la chapa de fijación extracortical quede anclada y el injerto tensado. Luego se flexiona la rodilla a 15° aproximadamente y se tensa el injerto tirando de él manualmente **(a)**. Para traccionar el injerto también se puede utilizar un tensiómetro. Entre el injerto y la pared anterior del túnel tibial se coloca un alambre de nitinol delgado, que tiene la función de guiar el tornillo de interferencia, introducido a tal profundidad dentro del túnel de modo que cierra el extremo distal del implante **(b)**. Como tornillo, utilizamos un tornillo reabsorbible de PDLLA (poliDL-lactido; MegaFix®, Karl Storz, Tuttlingen).

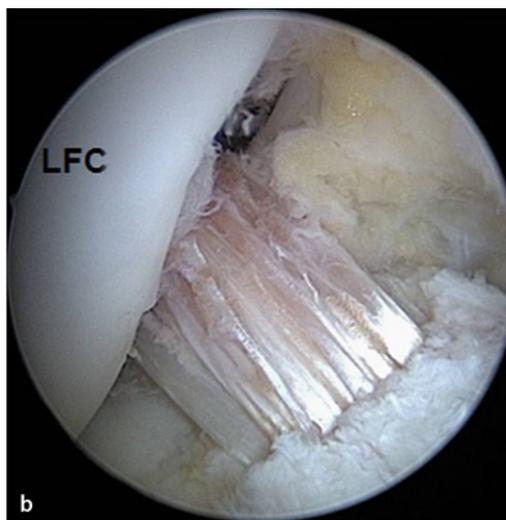
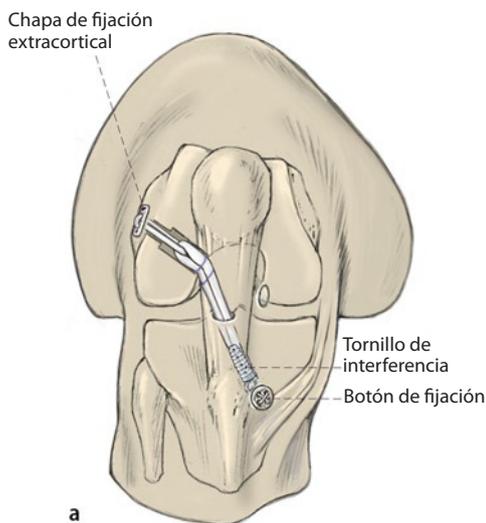


Fig. 23 **a)** Esta imagen representa un injerto de ligamento cruzado anatómico con chapa de fijación extracortical femoral y fijación híbrida tibial. En el caso de la fijación híbrida, el implante se vuelve a estabilizar después de insertar el tornillo de interferencia fijando los hilos distales mediante un botón de fijación. **b)** La imagen muestra un injerto de ligamento cruzado con muñón tibial remanente. El muñón tibial no debe suponer ningún riesgo de atrapamiento; de lo contrario, se deberá extraer. No obstante, si persiste un atrapamiento, entonces se puede realizar una intervención de la línea intercondílea. Se colocará un drenaje de Redon intraarticular. A continuación se cerrará la herida y se colocará un vendaje compresivo. LFC: cóndilo femoral lateral.

Tratamiento postoperatorio

El programa de tratamiento posterior se divide en tres fases. En la **fase de inflamación** (1.^a-2.^a semana) se lleva a cabo la profilaxis del dolor y del derrame y se permite al paciente una carga parcial con 20 kg. Durante la **fase de proliferación** (3.^a-6.^a semana), cuyo objetivo es conseguir la extensión completa, se puede aumentar lentamente la carga y la movilidad. Es conveniente realizar los ejercicios en una cadena cerrada. Durante la **fase de remodelación** (a partir de la 6.^a semana) se realizan ejercicios de aumento de la fuerza y de coordinación. No se debe volver a realizar deporte de competición hasta después de 6-8 meses.

Errores, riesgos y complicaciones

- Ubicación errónea del túnel femoral y tibial fuera de las áreas de inserción anatómicas del LCA.
- Lesión del cartílago en el cóndilo femoral medial durante la perforación del túnel femoral.

- Penetración de la broca en la cortical lateral, lo que supone que la chapa de fijación extracortical no se puede fijar con seguridad.
- El implante puede quedar atascado durante su inserción.
- Hinchazón de la pierna debido a la salida del líquido de lavado.
- En lesiones combinadas del ligamento cruzado anterior y posterior no se debe proceder a reemplazar en primer lugar el ligamento anterior sin antes tratar el ligamento posterior. El reemplazo primario del ligamento cruzado anterior sirve para fijar la rodilla en el cajón posterior fijo.
- Artrofibrosis.
- Infección.
- Ensanchamiento del túnel.
- Olvido de instrumentos rotos en la articulación de la rodilla.

Resultados

En total hemos intervenido a más de 500 pacientes con la técnica descrita.

En el marco de un estudio prospectivo examinamos a 21 pacientes dos años después de haber sido intervenidos con una cirugía de reemplazo del ligamento cruzado anterior mediante técnica de haz único. Los injertos utilizados fueron en todos los casos de tendón semitendinoso.

El diagnóstico de MRI postoperatorio mostró que todos los túneles tenían una posición anatómica. A nivel sagital, todos los túneles femorales se encontraron en la zona 4 según Harner. A nivel frontal, todos los túneles se encontraban situados en la posición entre las 9 y las 10.30 horas.

En la tibia, la distancia media del borde anterior del túnel tibial con respecto a la corteza anterior fue del 33% ($\pm 3\%$) y el límite posterior del 45% de media de todo el diámetro sagital tibial. La diferencia medida con el artrómetro de rodilla KT-1000 de la traslación anterior de la tibia mejoró de una media de 6,4 mm a 1,7 mm. Uno de los pacientes mostró un fenómeno «pivot-shift». La escala de Lysholm postoperatoria fue de

94,2 puntos. Este grupo de pacientes no presentó ninguna complicación.

Correspondencia

Prof. Dr. W. Petersen

Klinik für Orthopädie und Unfallchirurgie, Martin Luther Krankenhaus, Berlin Grunewald Caspar-Theysss-Str. 27–31, 14193 Berlin (Alemania)
w.petersen@mlk-berlin.de

Conflicto de intereses. El autor del presente trabajo declara que no existe ningún conflicto de intereses para él ni para los co-autores.

Bibliografía

- Alentorn-Geli E, Samitier G, Alvarez P et al (2010) Anteromedial portal versus transtibial drilling techniques in ACL reconstruction: a blinded cross-sectional study at two- to five-year follow-up. *Int Orthop* 34:747–754
- Bedi A, Altchek DW (2009) The „footprint“ anterior cruciate ligament technique: an anatomic approach to anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 25:1128–1138
- Bedi A, Musahl V, Steuber V et al (2011) Transtibial versus anteromedial portal reaming in anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic and biomechanical evaluation of surgical technique. *Arthroscopy* 27:380–390
- Behrendt S, Richter J (2010) Anterior cruciate ligament reconstruction: drilling a femoral posterolateral tunnel cannot be accomplished using an over-the-top step-off drill guide. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:1252–1256
- Chhabra A, Kline AJ, Nilles KM et al (2006) Tunnel expansion after anterior cruciate ligament reconstruction with autogenous hamstrings: a comparison of the medial portal and transtibial techniques. *Arthroscopy* 22:1107–1112
- Dargel J, Schmidt-Wiethoff R, Fischer S et al (2009) Femoral bone tunnel placement using the transtibial tunnel or the anteromedial portal in ACL reconstruction: a radiographic evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 17:220–227
- Harner CD, Poehling GG (2004) Double bundle or double trouble? *Arthroscopy* 20:1013–1014
- Herbert M, Lenschow S, Fu FH et al (2010) ACL mismatch reconstructions: influence of different tunnel placement strategies in single-bundle ACL reconstructions on the knee kinematics. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 18:1551–1558
- Ho JY, Gardiner A, Shah V et al (2009) Equal kinematics between central anatomic single-bundle and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions. *Arthroscopy* 25:464–472
- Kopf S, Forsythe B, Wong AK et al (2012) Transtibial ACL reconstruction technique fails to position drill tunnels anatomically in vivo 3D CT study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:2200–2207
- Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E et al (2003) Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. 2002 Richard O'Connor Award paper. *Arthroscopy* 19:297–304
- Pascual-Garrido C, Swanson BL, Swanson KE (2012) Transtibial versus low anteromedial portal drilling for anterior cruciate ligament reconstruction: a radiographic study of femoral tunnel position. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* (Epub ahead of print)
- Petersen W, Zantop T (2007) Anatomy of the anterior cruciate ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop Relat Res* 454:35–47
- Sadoghi P, Kröppfl A, Jansson V et al (2011) Impact of tibial and femoral tunnel position on clinical results after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 27:355–364
- Strauss EJ, Barker JU, McGill K et al (2011) Can anatomic femoral tunnel placement be achieved using a transtibial technique for hamstring anterior cruciate ligament reconstruction? *Am J Sports Med* 39:1263–1269
- Silva A, Sampaio R, Pinto E (2012) ACL reconstruction: comparison between transtibial and anteromedial portal techniques. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 20:896–903
- Trojani C, Sbihi A, Djian P et al (2011) Causes for failure of ACL reconstruction and influence of meniscectomies after revision. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 19:196–201
- Yasuda K, Kondo E, Kitamura N et al (2012) A pilot study of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with ligament remnant tissue preservation. *Arthroscopy* 28:343–353
- Zantop T, Petersen W (2011) Arthroscopic filling of misplaced and wide bone tunnels after reconstruction of the anterior cruciate ligament with bone graft in patients with recurrent instability. *Oper Orthop Traumatol* 23:337–350
- Zantop T, Ferretti M, Bell KM et al (2008) Effect of tunnel-graft length on the biomechanics of anterior cruciate ligament-reconstructed knees: intra-articular study in a goat model. *Am J Sports Med* 36:2158–2156