

---

# Reconstrucción interarticular simultánea: LCA doble haz más LCP doble haz. Descripción de técnica quirúrgica

Dr. Fernando Otero\*, Dr. Juan Felipe Fernández Lopera\*\*

\*Coordinador módulo de rodilla, Hospital General de Medellín

\*\*Residente IV año, Universidad Pontificia Bolivariana

Correspondencia:

Carrera 74 No. 49-11 Medellín – Colombia

oteronjo@epm.net.co

Recibido: noviembre 14 de 2006

Aprobado: Agosto 9 de 2007

## Resumen

Las lesiones ligamentarias múltiples son más frecuentes en trauma de alta energía. La reconstrucción simultánea del LCA y LCP es una opción atractiva para lograr rápida rehabilitación y una menor inestabilidad residual.

La reconstrucción con doble haz del LCP ha demostrado superioridad clínica y biomecánica frente a la reconstrucción con un haz simple, sin diferencias significativas clínicas en el tipo de técnica utilizada: inlay o transtibial.

Los estudios anatómicos y biomecánicos han puesto en evidencia la existencia de dos haces funcionales para el LCA. La reconstrucción anatómica parece ofrecer superioridad frente a la reconstrucción con un haz, pues cada uno de los haces reconstruidos controlaría de una manera independiente la estabilidad translacional y rotacional.

Realizamos la reconstrucción ligamentaria intraarticular simultánea con técnicas anatómicas, restaurando la estabilidad y función de una manera selectiva e independiente en cada haz de cada ligamento, para posiblemente disminuir o retardar la aparición de la artrosis.

**Palabras clave:** ligamento cruzado posterior, ligamento cruzado anterior, luxación de la rodilla, reconstrucción ligamento cruzado.

## Abstract

Ligamentary injuries of the knee are more frequent due to high energy trauma. Reconstruction of both PCL and ACL in one step procedure is a reliable technique to improve early rehabilitation and to avoid residual instability.

The two bundles reconstruction for the PCL has demonstrated clinical and biomechanical superiority compared with the one bundle technique.

Anatomical and biomechanical studies have shown two main bundles for the ACL. The anatomical reconstruction seems to be more accurate to control anterior and rotational instability of the knee.

We perform arthroscopic assisted reconstruction for both PCL and ACL with two bundles in one step surgery to restore function and allow each bundle to control specific instability and to probably diminish the risk of late arthrosis.

**Key words:** Anterior-posterior cruciate ligament, anatomic reconstruction, double-bundle reconstruction, dislocation of the knee, cross-pin femoral fixation, simultaneous arthroscopic reconstruction.

## Introducción

La reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior (LCA) es un procedimiento bien codificado que simula el ligamento nativo. Esta reconstrucción es además influenciada por múltiples variables entre las cuales están: la posición de los túneles tibial y femoral, la selección de los sistemas de fijación y el injerto que se va a utilizar, entre otras.

La reconstrucción del ligamento cruzado posterior (LCP) ha ganado mayor interés en los últimos años, desarrollándose varias técnicas quirúrgicas entre las cuales las más importantes son la reconstrucción tipo “inlay” con doble túnel femoral, y la reconstrucción asistida por artroscopia, con mono túnel tibial y doble femoral con muy buenos resultados (1, 2, 3, 4, 5).

La ruptura simultánea de ambas estructuras ligamentarias intraarticulares de la rodilla se presenta cada vez con más frecuencia, dado el aumento en los traumas de alta energía por accidentes de tránsito y traumas deportivos. En la literatura son pocos los reportes de reconstrucción en un solo tiempo de ambas estructuras. Varias técnicas de reconstrucción y combinación de injertos se han documentado, incluyendo el tendón rotuliano o los isquiotibiales autólogos y aloinjertos de tibial anterior y Aquiles, entre otros (6, 7, 8, 9), pero no hay un consenso claro acerca de cuál es el mejor injerto para reconstruir estas estructuras ligamentarias. Es de anotar que desde el punto de vista biomecánico, todos satisfacen los requerimientos a los que son sometidos en una rodilla normal (10).

Sin embargo, el injerto ideal para la reconstrucción de estos ligamentos debe ser una estructura con propiedades estructurales y biomecánicas similares al ligamento nativo, permitiendo una segura fijación, una rápida incorporación biológica, y poca morbilidad en el área donante (10).

La selección del injerto y el método de fijación son dos de las variables más importantes para tener en cuenta en la reconstrucción artroscópica ligamentaria. El aloinjerto de Aquiles o tibial anterior para la reconstrucción anatómica de los haces anteromedial y posterolateral del LCA, y la utilización de injerto de isquiotibiales doble para la reconstrucción artroscópica del LCP con doble túnel femoral, así como la fijación con sistemas cross pin femorales y tornillos de interferencia osteoinductores parecen ofrecer buenos resultados biomecánicos y resistencia funcional a la demanda física subjetiva (11, 12, 13, 14).

A continuación describimos una técnica de reconstrucción intraarticular simultánea, con una reconstrucción anatómica de LCA con doble túnel tibial fijado con tornillos de interferencia, doble túnel femoral fijado con sistema cross pin, y reconstrucción de LCP con doble túnel femoral fijado con sistema cross pin, y mono túnel tibial fijado con tornillo de interferencia.

## Técnica quirúrgica

El paciente es evaluado inicialmente con un examen clínico detallado y un estudio por resonancia magnética (RM) para determinar de una manera objetiva el compromiso de ambas estructuras ligamentarias y las demás lesiones asociadas, como ruptura meniscal, compromiso de la esquina posterolateral, entre otros, y poder hacer con detalle un adecuado planeamiento preoperatorio. Se entrevista al paciente y se le explica su patología y su manejo para firmar posteriormente un consentimiento informado de su cirugía.

Se solicita una valoración por anestesia donde se ofrece al paciente una anestesia raquídea o un bloqueo iliofemoral para el manejo del dolor posoperatorio, así como también la anestesia general dada la extensión del procedimiento.

El procedimiento se inicia con un examen bajo anestesia para valorar de una manera más precisa la inestabilidad del paciente. Se posiciona al paciente en la mesa ortopédica en decúbito supino, con la extremidad afectada en un sujetador tipo leg holder, con la cadera en una flexión aproximada de 30 a 35°, y con un torniquete que se insufla de 100 a 150 mm/Hg por encima de su presión arterial sistólica, solo en el momento en que se inicie la artroscopia.

Los injertos utilizados para esta reconstrucción doble de ambos cruzados son autoinjerto de isquiotibiales para el LCP, y para la reconstrucción del LCA se utiliza aloinjerto de tibial anterior o de Aquiles.

Inicialmente se incide la piel en la cara anteromedial de la tibia proximal para obtener el injerto de isquiotibiales, tanto el semitendinoso como el grácilis. Generalmente se extraen dos tendones con una longitud entre 21 a 23 cm, suficientes para la reconstrucción anatómica del LCP con dos haces.

Estos auto y aloinjertos son preparados por separado. El autoinjerto de isquiotibiales se pliega sobre sí mismo y se reparan sus extremos, obteniendo dos haces dobles; en uno de sus extremos son reparados con etibond 5 con una longitud de 3 cm y un calibre aproximado de 7 a 8 mm, mientras en el otro extremo solo se obtiene un haz que de igual forma es reparado con etibond 5 mediante puntos de Krakof, quedando con un calibre aproximado de 9 a 10 mm (figuras 1a, 1b).



Figura 1a. Injerto para reconstrucción de LCP.



Figura 1b. Injerto doble de tibial anterior para reconstrucción de LCA.

El aloinjerto de tibial anterior, que generalmente tiene una longitud aproximada de 23 cm, se divide en dos por la mitad obteniéndose dos tendones de una longitud aproximada de 10 a 12 cm. Cada uno se tubuliza y cada extremo se repara con etibond 5 en una longitud de 3 cm, quedando 4 cm para el espacio intraarticular. Estos injertos tienen un calibre aproximado de 7 a 9 mm, destinados uno para la reconstrucción del haz anteromedial y otro para el posterolateral.

Se insufla el torniquete y se inicia una artroscopia diagnóstica por medio de un portal anterolateral y otro anteromedial, evaluando los tres compartimientos de la rodilla.

Ante la presencia de lesión meniscal se hace reparación frente a remodelación dependiendo del patrón de la ruptura y la zona donde ésta se encuentra.

Se prepara la escotadura intercondílea –no se realiza notch plasty de rutina, reservándola solo para los casos indicados (crónicos con escotaduras estrechas que puedan causar pinzamiento, especialmente en el LCA)–. Se identifica el lugar de inserción de ambos ligamentos tanto en la tibia como en el fémur. Se identifican los parámetros de ubicación espacial de los túneles tibiales para el LCA como son el cuerno anterior del menisco lateral y la espina anteromedial, y del cuerno posterior del menisco medial para el LCP. Además, se identifican “las huellas” del LCA en la pared lateral y posterior de la escotadura, y en la pared medial y anterior para el LCP. Un paso importante es identificar la cortical posterior de la escotadura para ubicar los túneles femorales del LCA, así como también la interfase entre el cartílago articular y la pared ósea de la escotadura en la pared medial para la ubicación anterior de los túneles femorales del LCP.

Una vez preparada la escotadura, se realiza inicialmente el túnel tibial del LCP utilizando la guía para LCP (artrex TM) insertada a través del portal anteromedial. Verificamos la posición de la guía bajo visión fluoroscópica, aproximadamente a 1,5 cm distal al borde posterior de la superficie articular, por detrás de la inserción del cuerno posterior del menisco medial, región correspondiente a un surco o depresión tibial del LCP (figura 2). La entrada al túnel tibial del LCP en la cara anterolateral de la tibia proximal se ubica inmediatamente inferior al tubérculo de Gerdy, con una inclinación de 60°. La dirección en la tibia proximal del túnel para el LCP va de distal y lateral a proximal y posterior, lateralizando ligeramente la salida del túnel tibial con el objeto de disminuir las fuerzas de tensión en la “curva de la muerte” (31).



Figura 2. Inserción del pin guía para el túnel del LCP.

Se rima el túnel bajo visión artroscópica y fluoroscópica controlando que no sobrepase a la fosa poplítea para prevenir lesión neurovascular. Generalmente el túnel tiene un calibre entre 8 y 10 mm dependiendo del calibre del injerto utilizado (figura 3).

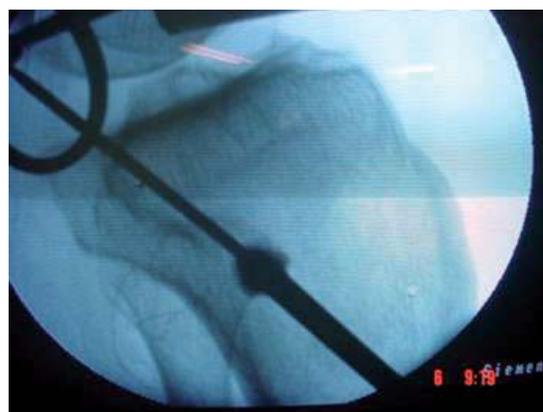


Figura 3. Realización del túnel tibial del LCP.

Una vez culminado el túnel tibial se ubican los túneles femorales del LCP en la pared medial de la escotadura utilizando la guía de LCA a través del portal anteromedial. El túnel anterolateral se ubica a 5 mm del techo de la escotadura troclear, y a 6 mm del borde del cartílago en 90° de flexión de la rodilla, mientras que el posteromedial se ubica a 15 mm del techo de la escotadura y a 9 mm del borde del cartílago articular en 30° de flexión de la rodilla (5). Los túneles deben tener una dirección divergente para facilitar su fijación con un sistema cross pin y evitar la fractura de la pared de los túneles. Generalmente estos túneles tienen un calibre entre 7 y 8 mm, y entre ellos debe quedar una distancia aproximada de 3 mm. La realización de los túneles en forma anterograda con la guía a través del portal anteromedial evita que se lesione la cara posterior de la rótula y el cóndilo lateral del fémur, al igual que permite una localización y orientación adecuada de éstos para la correcta inserción de los pines de fijación.

En este momento, y luego de realizados ambos túneles femorales del LCP, se pasa a la ubicación en los túneles femorales de la guía para el sistema cross pin (Johnson and Johnson TM) a fin de preparar el sistema de fijación femoral, ubicando la guía de forma anterograda, desde afuera hacia adentro (figura 4).

Debe evitarse la posición muy anterior de este sistema y, en lo posible, deben estar perpendiculares al eje del fémur para evitar lesión del cartílago articular y salida del sistema de fijación en la parte posterior del fémur. Una buena alternativa es dirigir la fijación del cross pin palpando la línea lateral del surco intercondíleo, y la cortical anterior y posterior del fémur distal, para ubicar las guías por fuera del cartílago y en el centro de las dos corticales.



Figura 4. Paso de guía cross pin del LCP.

Luego pasamos a la reconstrucción del LCA. Inicialmente por el portal anteromedial se ubica la huella tibial del LCA teniendo como referencia la espina anteromedial y la inserción del cuerno anterior del menisco lateral, ya que la referencia del LCP está ausente.

Primero se ubica el túnel para el haz anteromedial sobre la huella del cruzado y a 15 mm de la cara anterior de la tibia, con una inclinación aproximada de 70°. Luego se ubica el túnel posterolateral inmediatamente posterior al anterior, a una distancia aproximada de 25 mm de la cortical anterior de la tibia, y sobre la huella del LCA nativo. Este túnel es más horizontal, aproximadamente en 55° de inclinación. En la tibia ambos túneles son convergentes y no se deben unir dado el sistema de fijación empleado en esta técnica (tornillos de interferencia) (figuras 5 y 6) (15).



Figura 5. Localización de los túneles en tibia.



Figura 6. Localización de los túneles en tibia.

Para realizar el ingreso al túnel para el haz posterolateral en la tibia, podemos usar la misma incisión utilizada para el anteromedial, o podemos hacer una nueva incisión un poco más medial y posterior sin diferencias importantes entre ambas (16).

Una vez posicionados ambos túneles tibiales, y luego de ser rimados con un calibre entre 7 a 8 mm, se pasa a la ubicación de los túneles femorales en la pared lateral de la escotadura. Utilizamos la guía a 5 mm de la cortical posterior del túnel femoral del LCA (J. and J.). Previamente, y solo si es necesario, se realiza una *noch plasty* para permitir una mejor identificación de la cortical posterior y la ubicación de ambos túneles.

Una vez identificada la cortical posterior en la pared lateral de la escotadura se pasa a utilizar la guía femoral del LCA de Jonson y Jonson, y a través del túnel femoral para el haz anteromedial (el más vertical) se ubica a 2 mm de la cortical posterior y a 5 mm de la superficie cartilaginosa del condilo lateral aproximadamente a las 10:30 del reloj en la rodilla derecha o a la 1:30 en la rodilla izquierda; se rima dependiendo del calibre del injerto de isquiotibiales más robusto, que generalmente es el semitendinoso, entre 7 a 9 mm (15). Luego se realiza el paso de la guía para la ubicación del túnel femoral para el haz posterolateral, el cual se ubica distal y posterior al túnel del anteromedial y a una distancia de 3 mm del cartílago del condilo lateral.

El calibre del túnel posterolateral generalmente tiene entre 7 a 8 mm. Se deben identificar ambos túneles con una distancia entre ellos de 3 mm y con una dirección divergente (figura 7).



Figura 7. Posición de injerto de reconstrucción doble para LCA. Nótese la convergencia de los túneles tibiales y la divergencia de los femorales.

Una vez terminados estos pasos, procedemos al paso de suturas independientes para cada haz del LCP con ethibond 5, asegurándose que no se crucen ni se enreden con el tejido blando, para facilitar el paso del injerto sin dificultad. Acto seguido se pasa el autoinjerto de isquiotibiales para la reconstrucción del LCP por los túneles correspondientes de forma retrógrada inicialmente por el túnel femoral, y luego cada haz independiente por su túnel femoral correspondiente. Inicialmente se fija el LCP en el túnel tibial, con un tornillo bioabsorbible (milagro de Jonson y Jonson) que generalmente tiene el mismo calibre del túnel o 1 mm inferior, y una longitud de 30 mm. Luego pasamos a fijar independientemente cada haz con el sistema cross pin (Rigid Fix de J. y J.). El haz anterolateral se fija en 90° de flexión corrigiendo el cajón posterior, con una tensión promedio de 20 libras; luego, y manteniendo la reducción del cajón posterior se fija con igual sistema el haz posteromedial a 30° de flexión, manteniendo una tensión aproximada de 20 libras (figura 8).



Figura 8. Posición de los hilos tractores para los injertos.

Posteriormente se pasan los aloinjertos para la reconstrucción de los dos haces del LCA por cada uno de los túneles correspondientes y de forma retrógrada.

Luego pasamos a la fijación proximal de ambos haces del LCA en los túneles femorales con un sistema cross pin (Rigid Fix de Jonson y Jonson) de manera independiente. Finalmente, se fijan los túneles femorales del LCA, primero el posterolateral de forma retrógrada con un tornillo de interferencia del mismo calibre del túnel tibial, con una longitud de 30 mm, en 10° de flexión, mientras que el anteromedial se fija con un tornillo de interferencia del mismo calibre del túnel tibial, con una longitud de 30 mm en 45° de flexión, siempre manteniendo en ambos una tensión aproximada de 20 libras.

Finalmente, se verifica la estabilidad clínica con la prueba de Lachman y pivot para el LCA, y cajón posterior para el LCP. Se verifica además la ausencia de pinzamiento en el trayecto del arco de movilidad completo para ambos ligamentos.

En el posoperatorio inmediato el paciente es hospitalizado por 24 horas para el control del dolor y profilaxis tanto antiobiotica como trombo-embólica.

Se deja el paciente inmovilizado con un brace bloqueado en extensión por tres semanas, se restringe el apoyo por 15 días, y se dan instrucciones sobre isométricos de cuádriceps.

El paciente es evaluado a los diez días del posoperatorio, cuando se inicia apoyo asistido hasta lograr buena contracción del cuádriceps, y se ordena una terapia física dirigida.

## Discusión

El porcentaje de lesiones multiligamentarias en la rodilla ha aumentado debido al aumento del trauma de alta energía, y generalmente ocurre en pacientes jóvenes y activos. La reconstrucción ligamentaria simultánea de LCA y LCP parece ser una opción atractiva para la rápida estabilización y rehabilitación de estos pacientes (17).

La técnica de reconstrucción artroscópica simultánea fue descrita desde 1996 por Fanelli et al. (18), y desde entonces hay varias publicaciones que confirman sus buenos resultados medidos en estabilidad y función (17, 18, 19, 20, 21, 22).

En el 2001, Mariani reportó una serie de casos con 14 pacientes, evaluados con el IKDC con muy buenos resultados: 3 grado A, 7 grado B, 3 grado C y 1 grado D (20). Por otra parte, Ohkoshi et al. en el 2002 reportaron buenos resultados con la reconstrucción ligamentaria en dos tiempos, con una diferencia en la laxitud anterior y posterior de  $2,3 \pm 1,9$  mm (21). Esto plantea la diferencia tan marcada en la literatura sobre el tiempo ideal para realizar la reconstrucción ligamentaria múltiple; posiblemente la reconstrucción ligamentaria simultánea sea un procedimiento que permita una rehabilitación más temprana y una menor laxitud residual, pero para esto se requieren estudios adicionales con un enfoque analítico a fin de comparar estas dos propuestas.

Hay múltiples aspectos que se deben tener en cuenta en la reconstrucción del LCP, como son la utilización de uno o dos haces, la técnica empleada inlay frente a monotúnel transtibial, el tipo de injerto por utilizar, y el sistema de fijación (30).

La reconstrucción con doble haz del LCP ha demostrado superioridad clínica y biomecánica frente a la reconstrucción con un haz simple (23). En recientes estudios de laboratorio se ha demostrado la importancia de ambos haces del LCP (24), el componente anterolateral se tensa con la rodilla en flexión mientras que el posteromedial se tensa en extensión completa (25). Estos datos sugieren que la estabilidad con la reconstrucción simple puede quedar con laxitud en extensión. Harner y col. realizaron un estudio en cadáveres donde compararon ambas reconstrucciones para LCP (simple frente a doble), y encontraron que la reconstrucción doble es más cercana a la biomecánica de la rodilla normal (26). Otros autores han comprobado también la superioridad de la reconstrucción doble para el LCP (27, 28, 29).

Otro punto por discutir en la reconstrucción del LCP es la técnica empleada: inlay frente a túnel transtibial. Los que están a favor del inlay argumentan su posición en la lesión que puede sufrir el injerto en “la curva de la muerte”, además de que esta técnica provee una disminución en la laxitud tardía cuando se compara con la transtibial; sin embargo, en estudios biomecánicos recientes publicados por McAllister y cols., se compararon ambas técnicas de reconstrucción, y no se encontró una ventaja significativa del inlay sobre la reconstrucción transtibial (30). Además, se reportó que en la reconstrucción transtibial el injerto debería ser ubicado en el túnel tibial de manera excéntrica (posterolateral) para no sufrir lesión en “la curva de la muerte”. Cuando su ubicación es central sufre más del 50% de tensión que con la técnica inlay. Otros autores como Oakes y cols. (31) no encontraron beneficios adicionales en la utilización de una técnica de reconstrucción con respecto a la otra, en cuanto a la fuerza que soporta el injerto. Los injertos de ambas técnicas de reconstrucción resultan en un mayor soporte de fuerza que en el ligamento nativo cuando la rodilla está flejada por debajo de  $85^\circ$ , mientras que cuando la flexión supera los  $95^\circ$  la fuerza que soporta el injerto en la técnica transtibial es significativamente mayor cuando se compara con el inlay, lo que podría afectar la rehabilitación en el periodo posoperatorio temprano (32). Aunque recientes estudios han demostrado superioridad in vitro en la reconstrucción con la técnica inlay, esta supuesta superioridad no se ha podido demostrar clínicamente (33, 34).

En cuanto a la reconstrucción del LCA también hay múltiples factores para tener en cuenta, como son la escogencia del injerto, el sistema de fijación, y más recientemente la reconstrucción simple frente a la anatómica con doble haz. Es posible que

con las nuevas técnicas de reconstrucción y los nuevos sistemas de fijación tengamos un mejor control sobre la estabilidad de la rodilla, pero el problema continúa siendo la artrosis tardía que presentan estos pacientes.

Anatómica y biomecánicamente se han identificado dos haces funcionales para el LCA: anteromedial y posterolateral (35). Además, se ha podido demostrar que a mayor flexión, mayor tensión en el anteromedial y menor en el posterolateral (36). Ambos haces funcionan de manera independiente evitando la translación anterior de la tibia, con un control rotacional, esto último dado principalmente por el haz posterolateral. Las nuevas técnicas de reconstrucción tratan de semejar el haz posterolateral para aumentar el control rotacional, con estrategias como la utilización de injertos de mayor calibre (37) y la ubicación más horizontal del injerto con un túnel femoral a las 9:00 (38). Recientemente se ha propuesto la reconstrucción del LCA de una manera anatómica con dos haces, bien sea con monotúnel tibial y doble femoral, o la reconstrucción independiente para cada haz, con estudios *in vitro* e *in vivo* que demuestran la superioridad sobre la reconstrucción simple, básicamente expresada en un mayor control de la translación anterior, y un efectivo control rotacional (39, 40, 41, 42). Al tener entonces una mayor estabilidad y un mejor control rotacional con la reconstrucción anatómica del LCA estos pacientes teóricamente van a retardar o a disminuir la aparición de la artrosis, y a disminuir el índice de falla, pues cada uno de los haces reconstruidos va a responder biomecánicamente por una tarea específica ya sea la translación anterior en el caso del haz anteromedial o del control rotacional en el caso del posterolateral. Sin embargo, el seguimiento de estos trabajos continúa siendo corto y se requiere de la prueba del tiempo para saber con precisión si la reconstrucción anatómica disminuye o retarda la aparición de la artrosis.

La fijación femoral con sistema cross pin es segura, simple y efectiva, ya que permite, de una manera confiable, realizar la fijación independiente de cada haz con diferentes grados de flexión de la rodilla, disminuye las posibles lesiones condrales en la rótula y en los cóndilos femorales, evita la falsa ruta de los dispositivos intratúnel y, además, disminuye el riesgo de fractura por la contigüidad de los túneles (43). Mientras que la fijación tibial con tornillo de interferencia biointegrable facilita la integración y proporciona suficiente rigidez en estos túneles de menor calibre.

Entre las complicaciones reportadas luego de la reconstrucción ligamentaria múltiple se encuentran la lesión neuro-

vascular, el síndrome compartimental, la inestabilidad residual y, principalmente, la pérdida de la movilidad o artrofibrosis (44). La incidencia de artrofibrosis posoperatoria es controversial y posiblemente, según las series, se pueda deber a los largos periodos de inmovilización a los que son sometidos estos pacientes (figuras 9 y 10).



Figura 9. Flexión posoperatoria.



Figura 10. Extensión posoperatoria.

## Conclusión

La reconstrucción ligamentaria intraarticular de la rodilla está en creciente evolución, se trata entonces de realizar de una manera aguda esta reconstrucción simultánea con técnicas anatómicas (doble haz), apoyados en estudios biomecánicos y clínicos, para restaurar la estabilidad y función en la rodilla de una manera selectiva e independiente en cada haz de cada ligamento, utilizando periodos de inmovilización cortos y rehabilitación precoz, para disminuir complicaciones y, de este modo, posiblemente aumentar y conservar la estabilidad disminuyendo o retardando la aparición de la artrosis.

## Referencias bibliográficas

1. Pinczewski LA, Thureson P, Otto D, Nyquist F. Arthroscopic posterior cruciate ligament reconstruction using

- four-strand hamstring tendon graft and interference screws, *Arthroscopy* 1997; 13: 661-665.
2. Stahelin AC, Sudkamp NP, Weiler A. Anatomic double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons, *Arthroscopy* 2001; 17: 88-97.
  3. Chen CH, Chen WJ, Shih CH. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament with quadruple hamstring tendon graft A double fixation method. *J Trauma* 2002; 52: 938-945.
  4. Kim SJ, Park IS. Arthroscopic reconstruction of the posterior cruciate ligament using tibial-inlay and double-bundle technique. *Arthroscopy* 2005; 21 (10): 1271.
  5. Shearn JT et al. Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: how bundle tension depends on femoral placement. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86-A (6): 1262-70.
  6. Meyers MH, Moore TM, Harvey JP. Traumatic dislocation of the knee joint. *J Bone Joint Surg Am* 1975; 57: 430-433.
  7. Almekinders LC, Logan TC. Results following treatment of traumatic dislocations of the knee joint. *Clin Orthop Rel Res* 1992; 284: 203-207.
  8. Shapiro MS, Freedman EL. Allograft reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after traumatic knee dislocations. *Am J Sports Med* 1995; 23: 580-587.
  9. Noyes FR, Barber-Westin S. Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. *Am J Sports Med* 1997; 25: 769-778.
  10. Robin V, West MD, Christopher D, Harner MD. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg* 2005; 13: 197-207.
  11. Wascher DC, Becker JR, Dexter JG, Blevins FT. Reconstruction of the anterior and posterior cruciate ligaments after knee dislocation. Results using fresh-frozen nonirradiated allografts. *Am J Sports Med* 1999; 27: 189-196.
  12. In Y, Bahk WJ, Kwon OS. Cross-pin femoral fixation for hamstring posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004; 20 (4): e29-33.
  13. Bergfeld JA et al. A biomechanical comparison of posterior cruciate ligament reconstructions using single- and double-bundle tibial inlay techniques. *Am J Sports Med* 2005; 33 (7): 976-81.
  14. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the Anterior Cruciate Ligament with Regard to Its Two Bundles. *CORR* 2006; 454: 35-47.
  15. Aglietti P et al. Single-and Double-incision Double-bundle ACL Reconstruction. *CORR* 2007; 454: 108-113.
  16. Jinzhong Z et al. Simultaneous Arthroscopic Reconstruction of the Anterior and Posterior Cruciate Ligaments With Autogenous Hamstring Tendons. *Arthroscopy* 2006; 22 (5): 497-504.
  17. Fanelli GC, Giannotti BF, Edson CJ. Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 1996; 12: 5-14.
  18. Fanelli GC, Edson CJ. Arthroscopically assisted combined anterior and posterior cruciate ligament reconstruction in the multiple ligament injured knee 2- to 10-year follow-up. *Arthroscopy* 2002; 18: 703-714.
  19. Mariani PP, Margheritini F, Camillieri G. One-stage arthroscopically assisted anterior and posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2001; 17: 700-707.
  20. Ohkoshi Y, Nagasaki S, Shibata N, Yamamoto K, Hashimoto T, Yamane S. Two-stage reconstruction with autografts for knee dislocations. *Clin Orthop* 2002; 398: 169-175.
  21. Colosimo AJ, Carroll PF, Heidt Jr RS, Carlonas RL. Simultaneous ACL and PCL reconstruction. *J Knee Surg* 2003; 16: 191-196.
  22. Shearn JT et al. One- and two-strand posterior cruciate ligament reconstructions: cyclic fatigue testing. *J Orthop Res* 2005; 23 (4): 958-63.
  23. Harner CD, Kanamori A, Yagi M et al. Biomechanical analysis of a doublebundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2000; 28: 144-151.
  24. Girgis FG, Marshall JL, Monajem AI. ARS: The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975; 106: 216-231.
  25. Harner CD, Kanamori A, Yagi M et al. Biomechanical analysis of a doublebundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2000; 28:144-151.
  26. Race A, Amis AA. PCL reconstruction: in vitro biomechanical comparison of "isometric" versus single and double-bundled "anatomic" grafts. *J Bone Joint Surg Br* 1998; 80: 173-179.
  27. Stahelin AC, Sudkamp NP, Weiler A: Anatomic double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction using hamstring tendons. *Arthroscopy* 2001; 17: 88-97.
  28. Stannard JP, Riley RS, Sheils TM et al. Anatomic reconstruction of the posterior cruciate ligament after multiligament knee injuries: a combination of the tibial-inlay and two-femoral-tunnel techniques. *Am J Sports Med* 2003; 31: 196-202.
  29. Craig H. Bennett and Kristen Herbst, Review of emerging surgical techniques for posterior cruciate ligament reconstruction. *Curr Opin Orthop* 2004; 15: 75-78.

30. McAllister DR, Markolf KL, Oakes DA et al. A biomechanical comparison of tibial inlay and tibial tunnel posterior cruciate ligament reconstruction techniques: graft pretension and knee laxity. *Am J Sports Med* 2002; 30: 312-317.
31. Oakes DA, Markolf KL, McWilliams J et al. Biomechanical comparison of tibial inlay and tibial tunnel techniques for reconstruction of the posterior cruciate ligament: analysis of graft forces. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 938-944.
32. Markolf KL, Zemanovic JR, McAllister DR. Cyclic loading of posterior cruciate ligament replacements fixed with tibial tunnel and inlay methods. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84: 518-524.
33. Bergfeld JA, McAllister DR, Parker RD et al. A biomechanical comparison of posterior cruciate ligament reconstruction techniques. *Am J Sports Med* 2001; 29: 129-136.
34. Savio L-Y W et al. Biomechanics and anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* 2006; 1-9.
35. Chadwick MD, Brian BA. Five-Strand Hamstring Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Presentation of a New Technique With Better Stability at 7- to 9-Year Follow Up Than 4 Strand. *Techniques in Orthopaedics* 2005; 20 (3): 192-193.
36. Georgoulis A et al. The Anteromedial Portal for Drilling of the Femoral Tunnel for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Techniques in Orthopaedics* 2005; 20 (3): 228-229.
37. Kazunori Y et al. Clinical Evaluation of Anatomic Double-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Procedure Using Hamstring Tendons Grafts: Comparisons Among 3 Different Procedures. *Arthroscopy* 2006; 22 (3): 240-251.
38. Takeshi M et al. A Retrospective Study of The Midterm Outcome of Two-Bundle Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Quadrupled Semitendinous Tendon in Comparison With One-Bundle Reconstruction. *Arthroscopy* 2006; 22 (3): 252-258.
39. Zelle BA et al. Double-Bundle Reconstruction of the Anterior Cruciate Ligament: Anatomic and Biomechanical Rationale. *JAAOS* 2007; 15 (2): 87-96.
40. Zantop T. Initial Fixation Strength of Two Bioabsorbable Pins for the Fixation of Hamstring Grafts Compared to Interference Screw Fixation Single Cycle and Cyclic Loading. *The American Journal of Sports Medicine* 2004; 32 (3): 641-649.
41. Lowenstein JE. Complications of Surgery for Multi-ligament Injuries of the Knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2004; 12: 202-208.