

Técnicas de reconstrucción del ángulo posterolateral de la rodilla según el grado de lesión. Orientación de los túneles según un modelo cadavérico

P.E. Gelber^{1,2}, J.I. Erquicia², F. Abat¹, G. Sosa², X. Pelfort², M. Tey², J.C. Monllau^{1,2}

¹ Servicio de Ortopedia y Traumatología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Universitat Autònoma de Barcelona

² Unidad de Artroscopia y Rodilla. ICATME-Institut Universitari Dexeus. Universitat Autònoma de Barcelona

Correspondencia:

Pablo Eduardo Gelber

Servicio de Ortopedia y Traumatología. Hospital de la Santa Creu i Sant Pau. Universitat Autònoma de Barcelona
c/ Sant Quintí, 89. 08041 Barcelona

Correo electrónico: pablogelber@gmail.com

Objetivo: Remarcar la importancia de reconstruir el ángulo posterolateral de la rodilla según el grado de lesión, determinando el mejor grado de angulación de los túneles femorales.

Métodos: Basado en la clasificación de Fanelli, se describen las técnicas recomendadas para cada grado de lesión. Adicionalmente se simuló los túneles del ligamento colateral lateral (LCL) y tendón poplíteo (TP) en 8 rodillas cadavéricas a 0° y 30° en el plano coronal y axial y del ligamento cruzado anterior (LCA) y posterior (LCP). Se estudiaron mediante tomografía computarizada (TC).

Resultados: Para las lesiones de grado A se describe la reconstrucción aislada del ligamento poplíteo-peroneo (LPP); en las de grado B se adiciona el LCL; y en las de grado C, ambos más un refuerzo transtibial. El túnel del TP tiene riesgo de colisión con el del LCA a 0° en el plano coronal ($p < 0,001$) y con el de LCP a 0° en ambos planos y a 30° en el axial ($p < 0,001$). El LCL sólo evitaba interferir con el del LCA a 30° de desviación axial y 0° de desviación coronal.

Conclusiones: La técnica de reconstrucción del ángulo posterolateral de la rodilla debe determinarse según el grado de lesión de Fanelli. Si se reconstruye concomitantemente con el LCA, los túneles del TP se deben realizar a 30° de desviación axial y coronal, y los del LCL a 30° en el plano axial y 0° en el plano coronal.

Palabras clave: Ángulo posterolateral. Interferencia de túneles. Rodilla multiligamentaria. Luxación de rodilla. Clasificación.

Reconstruction of the posterolateral corner of the knee depending on degree of injury. Orientation of the tunnels in a cadaveric model

Purpose: To emphasize the significance of reconstruction of the posterolateral corner of the knee depending on the degree of injury. Secondly, to determine the best angulation for the femoral tunnels.

Methods: Based on Fanelli's Classification, different techniques are described for each degree of injury. In addition, tunnels of the fibular collateral ligament (FCL) and popliteus tendon (PT) were simulated in 8 cadaveric knees. They were performed at 0° and 30° in the coronal and axial planes. Tunnels of the anterior cruciate ligament (ACL) and posterior cruciate ligament (PCL) were also drilled. They were assessed with computed tomography.

Results: In Fanelli A, an isolated reconstruction of the popliteofibular ligament is described. In Fanelli B a reconstruction of the FCL is also performed. In Fanelli C, a tibial sling is also added. The PT tunnel showed a risk of tunnel collision with the ACL tunnel when drilled at 0° in coronal plane ($p < 0,001$) and with the PCL at 30° in axial and 0°/30° in coronal planes ($p < 0,001$). FCL only avoided collision with the ACL tunnel at 30° axial and 0° coronal angulation.

Conclusions: The chosen technique to reconstruct the posterolateral corner of the knee must be in concordance with the Fanelli's classification. When the ACL is concomitantly reconstructed, the PT tunnel should be drilled at 30° axial/coronal deviation and the FCL tunnel at 30° axial and 0° coronal angulation.

Key words: Posterolateral corner. Tunnel collision. Multiligament knee. Knee dislocation. Classification.

INTRODUCCIÓN

Las infrecuentes lesiones del ángulo posterolateral (APL) de la rodilla pueden conducir a una discapacidad crónica secundaria a una inestabilidad persistente y al deterioro del cartílago articular si no son apropiadamente tratadas. Estudios anatómicos y biomecánicos recientes sobre el APL han remarcado su importancia en la estabilidad de la rodilla^(1,2).

Para entender el APL y, consecuentemente, afrontar su reconstrucción, es elemental un completo conocimiento de su anatomía y biomecánica, ya que son la base de un correcto diagnóstico clínico, radiológico y abordaje quirúrgico.

Mientras que el bíceps femoral, el tracto ilirotibial, la cabeza lateral del gemelo y el complejo poplíteo proveen la estabilidad dinámica del APL, la estabilidad estática es principalmente provista por el ligamento colateral lateral (LCL) y el ligamento poplíteo-peroneo (LPP).

Un diagnóstico temprano puede permitir la reparación primaria de las estructuras dañadas en lugar de su reconstrucción en los casos de lesiones de más tiempo de evolución. Las lesiones del APL que no son tratadas han demostrado incrementar los fallos de las plastias del LCA y LCP⁽³⁻⁵⁾.

Una óptima clasificación de las lesiones del APL debe incluir no solamente la estabilidad en varo, como es el caso de la clasificación más utilizada en la literatura⁽⁶⁾, sino que debe necesariamente incluir la estabilidad rotacional. En opinión de los autores, la clasificación de Fanelli y Larsen⁽⁷⁾ evalúa satisfactoriamente ambos aspectos de la estabilidad. Ésta ha demostrado, asimismo, una alta correlación entre el grado de lesión y las diferentes estructuras anatómicas afectadas⁽⁷⁾.

Se han descrito numerosas técnicas de reconstrucción del LPP y del LCL. La gran mayoría de ellas incluyen la realización de tunelizaciones a través del cóndilo femoral lateral, que acaban interesando tanto al intercóndilo como al cóndilo medial. Aún más, como en la gran mayoría de casos las reconstrucciones del APL se realizan concomitantemente a reconstrucciones de los ligamentos cruzados, se presentan desafíos de falta de espacio en cuanto a situar de forma segura todos los túneles. En la bibliografía hay numerosos artículos que estudian los túneles del LCA y sus consecuencias en cuanto a su

biomecánica, riesgos neurovasculares, relaciones con estructuras lindantes, riesgos de roturas de los túneles, etc.⁽⁸⁻¹¹⁾. Sin embargo, llama la atención la falta de estudios en la bibliografía respecto a la realización de túneles para reconstruir las estructuras del APL.

En este contexto, el primer objetivo del presente estudio fue remarcar la importancia de tratar las lesiones del APL según las estructuras anatómicas basadas en la clasificación de Fanelli, recomendando para ello una técnica diferente en cada grado de lesión. El segundo objetivo fue determinar cómo se deben realizar los túneles femorales en cuanto a la angulación en los tres planos del espacio, para evitar realizar túneles cortos o que interfieran con los túneles usados en la reconstrucción de los ligamentos cruzados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Clasificación y técnicas quirúrgicas

Para la clasificación de las lesiones del ángulo posterolateral, se utilizó la descrita por Fanelli y Larsen⁽⁷⁾:

- **Tipo A:** Son inestabilidades rotacionales aisladas debido a una lesión del complejo poplíteo y, más específicamente, al ligamento poplíteo-peroneo. Hay un aumento de la rotación externa sin nada o con un mínimo componente de inestabilidad en varo.
- **Tipo B:** Además de la inestabilidad rotacional secundaria a la lesión del LPP, se asocia una inestabilidad leve con bostezo en varo a 30° de flexión menor de 5 mm, con la presencia de un claro tope final. Esto es debido a la atenuación o lesión parcial del LCL.
- **Tipo C:** Son inestabilidades graves tanto en el componente rotacional como en el varo (>6 mm), el cual no presenta tope final en este caso. Anatómicamente, se debe a una rotura completa del complejo poplíteo, del LCL, de la cápsula lateral y de los ligamentos cruzados.

Siguiendo las correlaciones entre los hallazgos clínicos que determinan el tipo de lesión de Fanelli y las estructuras lesionadas, se recomiendan y describen tres diferentes técnicas de reconstrucción del APL.

Estudio cadavérico

Se utilizaron ocho rodillas cadavéricas frescas (cinco izquierdas y tres derechas) del Departamento

mento de Ciencias Morfológicas de la Universidad Autónoma de Barcelona. Tenían una media de edad de 74,7 años. Se descartaron previamente aquellas rodillas que presentaban cambios degenerativos, signos de intervenciones quirúrgicas previas, o una movilidad inferior a 135° de flexión. Los especímenes se montaron en un soporte específico de rodilla (Extremity Holder®, Sawbones, Suecia).

Se realizaron mediante técnica artroscópica por el mismo cirujano los túneles femorales del LCA y del LCP:

- El túnel femoral del LCA se realizó en el centro anatómico de su huella a través del portal anteromedial, con las siguientes características técnicas: 5 mm en todo el espesor del cóndilo femoral lateral y 10 mm menos de un diámetro de 9 mm. Esto simula la utilización de un sistema de suspensión cortical.
- El túnel femoral del LCP se realizó en el centro anatómico del fascículo anterolateral, alto (aproximadamente a la una en punto en la esfera horaria en una rodilla derecha) y a unos 7 mm en profundidad desde el margen del cartílago articular. Se realizó dicho túnel de 9 mm de diámetro en todo el espesor del cóndilo femoral medial, simulando una técnica fuera-dentro.

Posteriormente se realizó la disección de las partes blandas de la región posterolateral de la rodilla, aislando sin desinsertar el LCL y el TP. Se inició el estudio de dos tipos de túneles: uno a nivel de la inserción femoral del LCL y otro a nivel de la inserción del tendón del músculo poplíteo. Con una aguja guía de 2,4 mm se realizaron cuatro diferentes perforaciones en cada uno de los dos puntos de entrada citados. Se valoraron dos angulaciones en el plano coronal y otras dos en el plano axial; por lo tanto, fueron realizadas cuatro diferentes perforaciones en cada uno de los dos túneles estudiados (**Figura 1**):

1. LCL con 0° en el plano axial y 0° en el plano coronal.
2. LCL con 0° en el plano axial y 30° en el plano coronal.
3. LCL con 30° en el plano axial y 0° en el plano coronal.
4. LCL con 30° en el plano axial y 30° en el plano coronal.
5. TP con 0° en el plano axial y 0° en el plano coronal.
6. TP con 0° en el plano axial y 30° en el plano coronal.

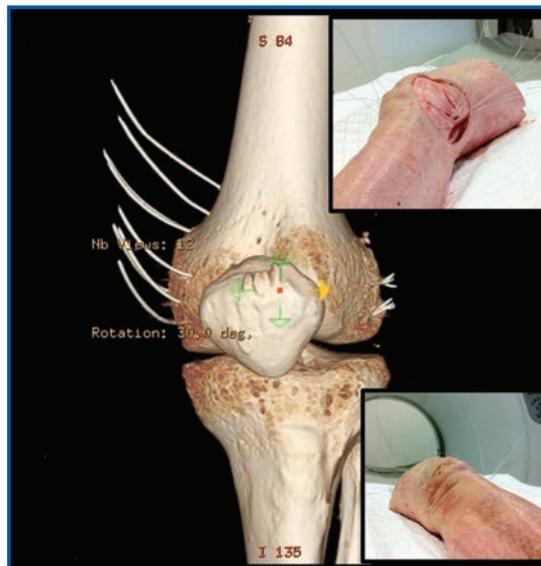


Figura 1. Reconstrucción 3D-TC de un espécimen cadavérico que explica todos los túneles evaluados en cada rodilla. Fotos interiores del momento de este estudio radiológico.

7. TP con 30° en el plano axial y 0° en el plano coronal.
8. TP con 30° en el plano axial y 30° en el plano coronal.

Una vez estudiadas las relaciones mediante tomografía computarizada (TC), se calculó que el túnel en una situación clínica sería de 7 mm; por lo tanto, los límites del túnel serían 2,3 mm más anchos que el túnel realizado (se determinó un margen de seguridad de 0,2 mm más amplio).

Teniendo en cuenta una referencia bibliográfica reciente⁽¹²⁾, se descartó previamente realizar tres orientaciones en cada plano. Este estudio sólo encontró diferencias entre los túneles realizados a 0° con los realizados a 20° y 40°. Por este motivo, se eligieron 0° y 30° para este trabajo.

Se estudiaron las relaciones de los túneles mediante TC con una técnica volumétrica con reconstrucciones en 3D en el tomógrafo LightSpeed VCT Pro 5-Beat Cardiac con AW VolumeShare (GE Healthcare, Waukesha, WI, EE UU) en el Institut Universitari Dexeus de Barcelona. Se midieron las relaciones de cada perforación respecto tanto al espacio intercondíleo (clínicamente produciría la apertura del túnel intraarticularmente) como de los túneles femorales del LCA y LCP (clínicamente produciría el daño de la plastia o su sistema de fijación dentro de ellos). Se midió la distancia más

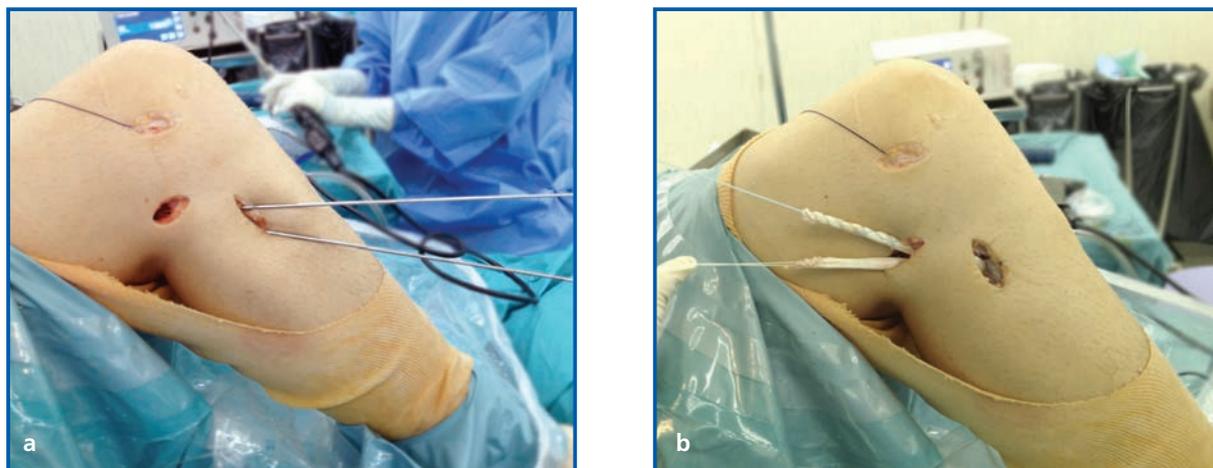


Figura 2. Imagen intraoperatoria de la reconstrucción del ligamento poplíteo-peroneo en una rodilla derecha. a) Las dos agujas guía en el peroné convergen desde el borde anterior de la cabeza del hueso hasta 2 mm debajo de la punta de su apófisis estiloides posteromedialmente. b) Cada extremo del injerto se pasa retrógradamente por cada uno de los túneles realizados.

corta de cada túnel de 2,4 mm en cada uno de los tres planos del espacio. Como se comentó previamente, se estableció un margen de seguridad de 2,5 mm.

Las mediciones se realizaron con referencia en: túneles del LCA y del LCP, profundidad de seguridad para no caer en el intercóndilo (se midió cuántos mm eran necesarios hasta el techo del intercóndilo) y entre los del TP y LCL.

El estudio estadístico se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA), con mediciones repetidas para comparaciones múltiples de los valores medios de cada ángulo estudiado, y con el test de Greenhouse-Geisser para evitar cualquier posible violación de la asunción de esfericidad. Se utilizó para ello el *software* SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EEUU), mientras la significancia estadística fue la habitual de 0,05.

RESULTADOS

Técnicas quirúrgicas

Se accede mediante una incisión longitudinal lateral estándar centrada en el epicóndilo lateral paralelo a la fascia lata y que se extiende longitudinalmente a un punto intermedio entre el tubérculo de Gerdy y la cabeza de peroné. Según la técnica, se puede alternativamente realizar tres miniincisiones que favorecen una mejor cosmesis y una menor morbilidad postoperatoria.

Lesiones de tipo A de Fanelli

Esta técnica se puede realizar mediante la vía estándar o con miniincisiones. En ningún caso es necesario aislar el nervio peroneo. Se utilizan dos agujas guía introducidas en la cara anterior de la cabeza del peroné, separadas entre ellas por 10 mm. Se dirigen en dirección posterior y proximal, de forma convergente a un punto 2 mm distal a la punta de la apófisis estiloides del peroné en su borde posteromedial (**Figura 2a**), el cual es el origen anatómico de inserción del LPP. Por este motivo es necesario localizar y aislar el nervio peroneo, que se encuentra mucho más distalmente (>30 mm) a nivel del cuello del peroné. Se realizan los túneles del diámetro del injerto disponible (5-7 mm). Cada extremo del injerto se introduce retrógradamente por cada uno de dichos túneles (**Figura 2b**). Se procede a realizar un túnel ciego de 25 mm centrado en la inserción del tendón poplíteo en el quinto proximal de su surco femoral, de un diámetro que coincida con la medición del injerto duplicado. Ambos extremos del injerto se pasan profundos al LCL y se introducen en el túnel femoral. Se fijan con un tornillo interferencial a 30° de flexión y con leve rotación interna (10°).

Lesiones de tipo B de Fanelli

También se pueden utilizar los dos tipos de incisiones descritos precedentemente, para reconstruir tanto el LPP como el LCL. En este caso, se realiza sólo un túnel a nivel de la cabeza del pe-

roné, con las mismas recomendaciones de orientación que en la anterior técnica, y se pasa retrógradamente uno de los extremos del injerto disponible. Se fija a nivel peroneal con un tornillo interferencial para individualizar biomecánicamente ambos extremos. En este caso, se realizan dos túneles a nivel femoral. Uno similar al realizado en la técnica anterior y otro túnel a nivel de la inserción del LCL, unos 2 mm proximal y posterior al epicóndilo lateral. El extremo del injerto que sale del peroné posteriormente se fija en el túnel del tendón poplíteo, siguiendo las mismas instrucciones que en la anterior técnica. Esto simula el LPP. Superficialmente a éste, se pasa y fija el otro extremo del injerto en el túnel correspondiente al LCL. Esto se realiza a 60° de flexión y forzando levemente en varo.

Lesiones de tipo C de Fanelli

En estos casos recomendamos realizar la incisión amplia estándar y localizar el nervio peroneo para protegerlo y retirarlo de forma distal. La técnica descrita por Laprade⁽¹³⁾ es la recomendada. En la misma, se utilizan dos aloinjertos provenientes de un tendón de Aquiles dividido longitudinalmente. Se realizan los mismos túneles que los realizados en la técnica precedente en conjunto con un túnel tibial anteroposterior. Éste es más fácilmente realizado con la ayuda de una guía tibial de LCA, situando su centrador tibial en posición medial y distal al tubérculo de Gerdy y su punta en el surco poplíteo tibial posterior, aproximadamente 10 mm distal al margen del cartílago articular (**Figura 3**). Por un lado, se reconstruye el tendón poplíteo fijando el taco óseo de uno de los injertos a nivel del túnel femoral en la inserción del tendón poplíteo, llevando el otro extremo posteriormente para pasarlo de posterior a anterior por el túnel tibial. Por el otro lado, se reconstruye el LCL y el LPP fijando el taco óseo del otro injerto a nivel del túnel femoral del LCL, llevando el otro extremo al orificio anterior del túnel del peroné, pasándolo por dicho túnel hacia posterior y fijándolo con un tornillo interferencial. Esto representa al LCL. El remanente de este injerto se recupera también de posterior a anterior por el túnel tibial, representando al LPP. Finalmente, se fijan juntos ambos injertos en el túnel tibial con un tornillo interferencial, pudiendo suplementarse con una grapa de ligamentos para mayor seguridad a la salida de ambos injertos en la cara anterior de la tibia.

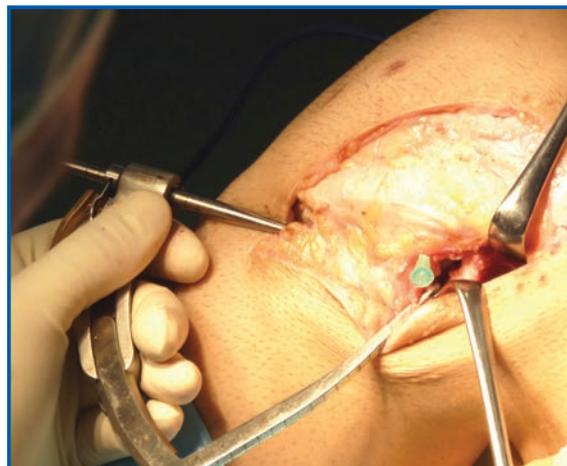


Figura 3. Imagen intraoperatoria en una rodilla izquierda. La guía tibial de LCA facilita la realización del túnel tibial en la técnica recomendada para las lesiones de tipo C de Fanelli.

Angulación de los túneles femorales

Los túneles del TP y LCL que se realizan en las tres técnicas descritas deben respetar determinadas angulaciones derivadas de las siguientes observaciones del estudio en cadáveres:

- Con el túnel del TP a 0° de desviación axial, se observó un alto riesgo de colisión con el túnel del LCA.
- Sólo se evitó la colisión del TP con el túnel del LCP cuando se angulaba la guía 30° en el plano coronal ($p < 0,001$).
- Sólo el túnel del TP realizado a 30° en ambos planos evitó atravesar el espacio intercondíleo.
- Sólo los túneles del LCL a 30° en el plano axial y 0° coronal no colisionaron con el túnel del LCA ($p < 0,001$).
- Sólo los túneles del LCL realizados a 0° en ambos planos atravesaron el intercóndilo o interfirieron con el túnel del LCP ($p < 0,001$).

DISCUSIÓN

El presente trabajo se centra en la correcta elección de la técnica quirúrgica de las reconstrucciones del APL de la rodilla basado en el tipo de lesión según la clasificación de Fanelli⁽⁷⁾. Asimismo, y tras un estudio en un modelo cadavérico, se definieron las orientaciones que los túneles femorales de dichas reconstrucciones deben tener para realizarlo de forma fiable.

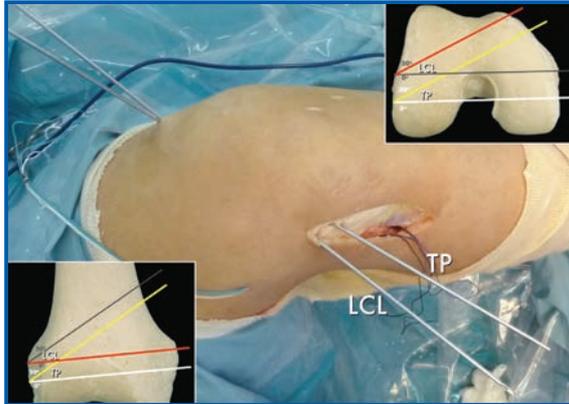


Figura 4. Imagen cenital intraoperatoria de una rodilla derecha en que se observan el entrecruzamiento de las agujas guía al realizar los túneles del ligamento colateral lateral (LCL) y tendón poplíteo (TP). Las imágenes interiores describen todas las angulaciones evaluadas en el estudio cadavérico, resaltando en rojo la orientación recomendada para el LCL y en amarillo para el TP.

El ángulo posterolateral de la rodilla tiene una anatomía muy compleja, en parte debido a sus cambios filogenéticos. En animales inferiores, la cabeza del peroné articulaba con el fémur y el músculo poplíteo se originaba del peroné. En animales superiores, el peroné migró distalmente y el tendón poplíteo adquirió una inserción femoral, mientras mantuvo su inserción peroneal⁽¹⁴⁾. Para entender el APL y, consecuentemente, afrontar su reconstrucción, es elemental un completo dominio de su anatomía y biomecánica, ya que son la base para un correcto diagnóstico clínico, radiológico y, por supuesto, de su tratamiento quirúrgico. Mientras que el bíceps femoral, el tracto iliotibial, la cabeza lateral del gemelo y el complejo poplíteo proveen la estabilidad dinámica del APL, la estabilidad estática es principalmente provista por el ligamento colateral lateral y el ligamento poplíteo-peroneo. La importancia de un apropiado dominio y consecuente tratamiento del ángulo posterolateral de la rodilla se basa en el hecho conocido de que lesiones no diagnosticadas de esta región anatómica han demostrado incrementar la tasa de fallo de las reconstrucciones de los ligamentos cruzados⁽³⁻⁵⁾.

Se han descrito numerosas técnicas quirúrgicas de reconstrucción del ángulo posterolateral. Se debe comprender que las lesiones dicho ángulo no son todas iguales. Muy por el contrario, es imprescindible saber qué estructuras

biomecánicamente importantes se encuentran lesionadas en cada caso. Esto es lo que permite categorizar correctamente estas lesiones según la clasificación de Fanelli y Larson⁽⁷⁾, al contrario que la clasificación habitualmente utilizada⁽⁶⁾ en la literatura. Así, se recomienda una técnica quirúrgica diferente para cada grado de lesión dentro de esta clasificación.

Las reconstrucciones del APL de la rodilla son habitualmente realizadas junto a reconstrucciones de ligamentos cruzados. Ante esto, uno de los interrogantes que los cirujanos presentan ante estas cirugías es cómo orientar los túneles a nivel femoral para que no haya un conflicto entre tantos túneles realizados en el cóndilo lateral del fémur. Por ello, se llevó a cabo la valoración en un modelo cadavérico, donde se constató un alto riesgo de colisión entre túneles cuando el ángulo posterolateral de la rodilla es reconstruido concomitantemente con los ligamentos cruzados. Sin embargo, dicha situación puede ser evitada dirigiendo el túnel del LCL anteriormente, con una desviación en el plano axial de 30°, manteniéndose a 0° en el plano coronal y dirigiendo el túnel del TP también 30° en el plano axial, pero con una dirección proximal de 30° en el plano coronal (**Figura 4**). Esto fue valorado mediante TC, la cual ha sido recientemente validada como método de estudio en este tipo de investigaciones⁽¹⁰⁻¹²⁾. Dentro de las limitaciones del estudio se encuentra el hecho de que sólo se valoraron cuatro angulaciones de los túneles. Sin embargo, angulaciones adicionales fueron descartadas con base en un estudio recientemente publicado⁽¹²⁾. Otra limitación es que sólo se evaluaron dos tipos de túneles femorales del LCA y del LCP.

El actual trabajo remarca la importancia de reconstruir las lesiones del APL de la rodilla teniendo en cuenta el grado de lesión de Fanelli. Además, se demostró que tanto el túnel del LCL como el del TP deben ser realizados a determinadas angulaciones. Esto es más relevante incluso cuando se realizan en el contexto de reconstrucciones concomitantes de los ligamentos cruzados. En este sentido, el túnel del TP debe ser realizado a 30° en los planos axial y coronal, y el túnel del LCL también a 30° en el plano axial, pero manteniendo una angulación neutra de 0° en el plano coronal, ya que otras angulaciones pueden conducir a colisiones con los túneles de los ligamentos cruzados o a desembocar prematuramente en el espacio intercondíleo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Moorman CT 3rd, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the posterolateral corner of the knee. *J Knee Surg* 2005; 18: 137-45.
2. Sanchez AR 2nd, Sugalski MT, LaPrade RF. Anatomy and biomechanics of the lateral side of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev* 2006; 14: 2-11.
3. Harner CD, Vogrin TM, Hoher J et al. Biomechanical analysis of a posterior cruciate ligament reconstruction: Deficiency of the posterolateral structures as a cause of graft failure. *Am J Sports Med* 2000; 28: 32-9.
4. LaPrade RF, Resig S, Wentorf F, et al. The effects of grade III posterolateral knee complex injuries on anterior cruciate ligament graft force: A biomechanical analysis. *Am J Sports Med* 1999; 27: 469-75.
5. O'Brien SJ, Warren RF, Pavlov H, et al. Reconstruction of the chronically insufficient anterior cruciate ligament with the central third of the patellar ligament. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 278-86.
6. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, et al. Classification of knee ligament instabilities: II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am* 1976; 58: 173-9.
7. Fanelli GC, Larson RV. Practical management of posterolateral instability of the knee. *Arthroscopy* 2002; 18: 1-8.
8. Alburquerque RF, Amatuzzi MM, Pacheco AP, et al. Positioning of the femoral tunnel for arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament: comparative study of 2 techniques. *Clinics* 2007; 62: 613-8.
9. Gelber PE, Torres R, Reina F, et al. Anatomic single bundle anterior cruciate ligament reconstruction from the anteromedial portal. Evaluation of the transverse femoral fixation in a cadaveric model. *Arthroscopy* 2010; 26: 651-7.
10. Gelber PE, Torres R, Reina F, et al. Anatomical single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with a transverse femoral fixation can be performed safely: A cadaveric study. *Am J Sport Med* 2010; 38: 1877-84.
11. Gelber PE, Erquicia J, Abat F, et al. Effectiveness of a footprint guide to establish an anatomical femoral tunnel in anterior cruciate ligament reconstruction. Computed tomography evaluation in a cadaveric model. *Arthroscopy* 2011; 27: 817-24.
12. Camarda L, D'Arienzo M, Palermo-Patera G, et al. Avoiding tunnel collisions between fibular collateral ligament and ACL posterolateral bundle reconstruction. *Knee Surg Traumatol Arthrosc* 2011; 19: 598-603.
13. LaPrade RF, Johansen S, Wentorf FA, et al. An analysis of an anatomical posterolateral knee reconstruction: An in vivo biomechanical study and development of a surgical technique. *Am J Sports Med* 2004; 32: 1405-14.
14. LaPrade RF, Ly TV, Wentorf FA, et al. The posterolateral attachments of the knee: a qualitative and quantitative morphologic analysis of the fibular collateral ligament, popliteus tendon, popliteofibular ligament, and lateral gastrocnemius tendon. *Am J Sports Med* 2003; 31: 854-60.