

Ligamento cruzado posterior. Anatomía aplicada a la técnica quirúrgica

Dr. Alejandro Ranalletta, Dr. Maximiliano Ranalletta, Dr. Walter Rossi, Ricardo D. Vieta,
Dr. Rubén E. Paoletta, Dr. Pablo García Hamilton

INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado posterior (LCP) es considerado el principal opositor de la traslación posterior de la tibia y un restrictor secundario del varo, valgo y la rotación externa de la rodilla.¹

Si bien algunos reportes sugieren que el tratamiento incruento de las lesiones del LCP tiene una buena evolución, otros autores han reportado que estas lesiones se transforman en sintomáticas y pueden desarrollar cambios degenerativos con el tiempo.²⁻⁶ A partir de la necesidad de la reconstrucción del LCP, numerosas técnicas quirúrgicas han sido descritas incluyendo procedimientos a cielo abierto, artroscópicos y combinados. Los distintos trabajos han reportado resultados dispares y todavía no existe el estándar dorado en la reconstrucción del LCP.⁷⁻¹⁴

El conocimiento del mecanismo de lesión del LCP, su biomecánica, pero fundamentalmente el entendimiento de su anatomía es cardinal para optimizar los resultados de las técnicas quirúrgicas.

El propósito de este trabajo es realizar una actualización de la anatomía del LCP con orientación quirúrgica.

Anatomía Macroscópica

La anatomía macroscópica del LCP fue descrita por los clásicos muchos años atrás, sin embargo, investigaciones recientes han redefinido conceptos desconocidos hasta hace poco.¹⁵

El LCP presenta su inserción proximal en la cara articular del cóndilo medial y se dirige en forma oblicua hacia su inserción distal en la cara posterior de la tibia a la que debe su nombre. La relación del tamaño entre las zonas de inserción y la zona central del ligamento es 3 a 1. Es decir que el LCP tiene una forma tubular que se expande en sus extremos.¹⁵

En 1975, Girgis y col. describen 2 componentes del LCP,

Dr. Maximiliano Ranalletta

Medicina del Deporte S.A.

Pedro Goyena 217, CABA, Argentina

Tel: +54 11 4923-1242.

E-mail: mranalletta@yahoo.es

Cátedra de Anatomía "A" Prof. Dr. Marcelo Cerezo. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.

conocidos como bandas, de acuerdo a la posición relativa de su inserción femoral. Una banda anterolateral (AL) que se tensa en flexión y una banda posteromedial (PM) que se tensa en extensión.¹⁶

A pesar de ser una estructura intraarticular el LCP es extrasinovial. La membrana sinovial se refleja desde la cápsula posterior cubriendo al ligamento en su cara medial, anterior y lateral.¹⁵

Para una descripción más detallada se profundizan los conceptos dividiendo al LCP en su trayecto intraarticular, inserción femoral, e inserción tibial. Por último, se describen su relación con los ligamentos meniscofemorales y con el paquete vasculonervioso poplíteo.

Trayecto intraarticular

El LCP se encuentra cerca del eje longitudinal de rotación de la rodilla y medial al centro de la misma. Se dirige de manera vertical en el plano frontal y entre 30 y 45 grados en el plano sagital. Es más vertical en flexión y más horizontal en extensión (Fig. 1a y 1b). Su longitud promedio es de 38 mm y su ancho de 13 mm, aproximadamente.

El LCP es una estructura compleja con un sin número de fibras de diferentes longitudes e inserciones (Fig. 2). Varios autores concuerdan en que el LCP es mejor entendido como un conjunto de fibras que se tensan y relajan de manera secuencial y coordinada mientras la rodilla flexo-extiende. Es esto lo que provee la resistencia a la traslación posterior de la tibia en todos los ángulos de movilidad articular.¹⁷⁻²⁰ Definir la composición del LCP en 2 bandas significa una sobre simplificación de ésta estructura ligamentaria.^{9,21-23}

Sin embargo desde el punto de vista funcional y reconstructivo está ampliamente aceptada esta división del LCP en las 2 bandas mencionadas.^{16,24,25}

La banda AL compromete dos tercios del ligamento en su parte media y se tensa y resiste la traslación posterior a partir de los 40 grados de flexión. La banda PM, mucho menor en volumen, se tensa y resiste la traslación posterior en extensión y flexión extrema. Ambas bandas del LCP se elongan a medida que la rodilla se flexiona con un pico entre los 90 y 120 grados de flexión, a partir de donde comienzan a acortarse.

Los estudios cadavéricos indican que la reconstrucción



Figura 1: Rodilla izquierda: Huesos secos. Vista parasagital resecado cóndilo y tibia lateral. 1A: Fémur y tibia en extensión. Obsérvese la posición paralela a la superficie articular de la tibia que presenta la inserción femoral del LCP con la rodilla en extensión. 1B: Fémur y tibia en flexión de 90 grados. Posición perpendicular a la superficie articular de la tibia del sitio de inserción femoral del LCP.

con una sola banda debe remediar la banda AL. Este tipo de reconstrucción previene la traslación posterior de la tibia en rangos medios de flexo extensión. Sin embargo, no restauraría la traslación posterior de la tibia en rangos extremos ni la función rotacional del LCP. La doble banda optimizaría la reconstrucción en todo el rango de movilidad.^{8,22,26}

Inserción Femoral

El LCP se inserta en un área extensa en la cara articular del cóndilo femoral medial. Se origina en hora 11:30 a 4 en una rodilla derecha o 12:30 a 8 en una rodilla izquierda (Fig. 1, 2, 3).

La distancia entre el LCP y el cartílago articular es de 3.2 ± 0.8 mm en la zona anterior, de 5.8 ± 2.2 mm en la zona media, y de 7.9 ± 2.2 mm en la zona posterior. El aumento de distancia de las porciones media y posterior se debe a la presencia del ligamento meniscofemoral anterior.²⁷

Presenta una forma de semicírculo en íntimo contacto con el cartílago articular con un área aproximada de 130 mm². Ambas bandas AL y PM están representadas por superficies similares en la inserción femoral.⁹ Esta amplia área de inserción en el fémur torna desafiante la elección del sitio del túnel debido a la discrepancia de tamaño entre el injerto y el ligamento original (Fig. 3).

La posición óptima del o los túneles femorales es aun discutida y puede ser guiada por la huella de inserción nativa del LCP.

En la reconstrucción con una sola banda los estudios revelan que la localización proximal-distal del injerto determina en los ángulos en que el injerto será funcional.^{27,28}



Figura 2: Rodilla derecha una vez resecado el cóndilo femoral externo, el ligamento cruzado anterior y el ligamento menisco femoral anterior. Se observa el LCP en todo su trayecto intraarticular y su amplia área de inserción en el cóndilo interno. Nótese los múltiples fascículos que componen el LCP. Se observa el ligamento menisco femoral posterior saliendo del menisco externo.



Figura 3: Rodilla derecha. Flexión de 90 grados. Ligamento menisco femoral anterior desinsertado. Nótese el área de inserción del LCP en la cara lateral del cóndilo interno que sobrepasa la línea media.

Si el cirujano reconstruye la banda AL, el túnel debe estar situado en la zona distal y anterior de la huella de inserción. Un injerto que replique la banda AL va a reproducir un LCP competente en casi todo el rango de movilidad, pero produce una rodilla más laxa entre 0 y 45 grados de flexión de rodilla.

Una banda en el centro de la huella reconstruirá parte de ambas bandas. Si bien mejora la estabilidad entre los 0 y 45 grados de flexión con respecto a la banda AL, somete al injerto a fuerzas mucho más elevadas lo que lo hace una opción poco deseable.

Un túnel que reproduzca la banda PM produce una rodilla sobre constreñida en los primeros grados de flexión, una rodilla laxa en grados intermedios de flexión y un injerto sometido a fuerzas mucho más altas que el LCP nativo.

Esto transforma a la banda PM como la peor posición para la reconstrucción del LCP en una sola banda.²⁹

En la reconstrucción en doble banda, de acuerdo a estudios clínicos y biomecánicos, la banda AL debe reconstruirse en el tercio anterior de la huella de inserción del LCP mientras que la banda PM en el tercio posterior de dicha huella.^{10,30,31}

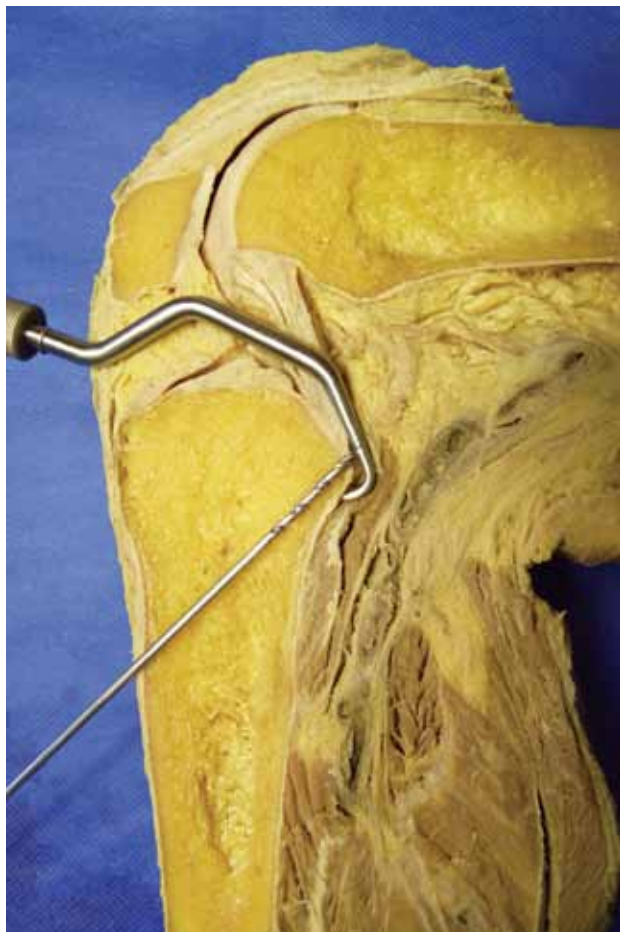


Figura 4: Corte parasagital de región rodilla donde se observa en detalle la inserción del LCP en la rampa tibial y la relación de los vasos con la guía tibial y la aguja.

Inserción Tibial

En su inserción tibial el LCP se funde con la cápsula posterior y el periostio, y puede describirse con forma trapecoidal con base posterior (Fig. 4). La medida antero posterior es de 53 ± 5 mm, y la medio lateral es de 78 ± 6 mm, con un área aproximada de 136 ± 33 mm².

Se inserta en una depresión en la cara posterior de la tibia entre los dos platillos, distal 1 cm de la superficie articular. Los cuernos posteriores de ambos meniscos se insertan proximales a la inserción del LCP (Fig 5).



Figura 5: Rodilla Derecha. Vista posterior. Se observa trayecto intraarticular del LCP y su inserción tibial. Se observa su inserción distal a ambos meniscos y platillos tibiales. Nótese la presencia del ligamento meniscofemoral posterior.

No existe una separación anatómica de ambas bandas en la inserción tibial.³²

Las fibras distales y laterales en la tibia se insertan posteriores en el fémur, corresponden a la banda PM, y las fibras proximales y mediales se insertan anteriores (banda AL). A pesar de que la banda AL ocupa más del 80 % del grosor del LCP en su cuerpo, ambas bandas ocupan superficies similares en su inserción tibial.⁹

La faceta de inserción del LCP es un punto confiable para la realización del túnel tibial. De manera ideal, el túnel tibial debería colocarse en el cuarto distal de la faceta de inserción. La colocación del túnel en posición más anterior coloca en riesgo la inserción de ambos meniscos. Asimismo una colocación más posterior no reproduce la anatomía del LCP, dificulta el pasaje del injerto y pone en riesgo los elementos nobles.³³

Ligamentos Meniscofemorales

Dos ligamentos conectan el cuerno posterior del menisco externo a la cara lateral del cóndilo medial en íntima relación con el LCP: los ligamentos meniscofemorales (LMF). Los LMF aumentan el diámetro del LCP. Si discurre por

la cara anterior del LCP se denomina Ligamento menisco femoral anterior (LMFa) de Humprey y si corre por la cara posterior del LCP se denomina Ligamento meniscofemoral posterior (LMFp) de Wrisberg (Fig. 3,5).³⁴⁻³⁸

Tanto el LCP como los LMF están cubiertos por una capa de tejido sinovial que los hacen indistinguible, y solo después de remover la sinovial es posible diferenciar estas estructuras. La función de los LMF y su relevancia clínica es discutida en la literatura. Para algunos autores juegan un rol protector controlando los movimientos del cuerno posterior del menisco externo y aumentando la congruencia entre el menisco y el cóndilo. En un estudio reciente se demostró que los ligamentos meniscofemorales cambian de tensión con la flexo-extensión de la rodilla. El LMFa se tensa en flexión y el LMFp se tensa en extensión. Por lo tanto se reconoce en estos ligamentos un rol como estabilizadores secundarios suplementando al LCP.³⁹

Paquete vasculo nervioso

La complicación más temida de la reconstrucción del LCP es la lesión del paquete vasculo nervioso en la región poplítea. Esta complicación puede ocurrir por los clavos guías o

las fresas mientras se labra el túnel tibial debido a que solo la cápsula posterior separa al LCP de la arteria poplítea.

La distancia entre el LCP y la arteria es entre 1.1 y 10.3 mm dependiendo del grado de flexión de la rodilla. A los 100 grados de flexión se encuentra la distancia máxima.⁴⁰ Por otro lado, una capsulotomía posterior aumenta la distancia entre la inserción tibial del LCP y la arteria poplítea. Este aumento del volumen del compartimento posterior provee una mejor visualización de la inserción del LCP. Ambos gestos, la flexión de la rodilla y la capsulotomía, disminuyen el riesgo de lesión vasculo nerviosa.⁴¹

CONCLUSIÓN

El LCP es una estructura compleja responsable de oponerse a la traslación posterior de la tibia. Su inserción femoral, trayecto intraarticular y su inserción tibial presentan características distintivas que transforman a su reconstrucción en un desafío terapéutico. El conocimiento de su anatomía y relación con las estructuras circundantes permiten optimizar los resultados y minimizar las complicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grood ES, Stowers SF, Noyes FR. Limits of movement in the human knee. Effect of sectioning the posterior cruciate ligament and posterolateral structures. *J Bone Joint Surg Am*. 1988; 70:88-97.
2. Boynton MD, Tietjens BR. Long-term follow-up of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee. *Am J Sports Med* 1996; 24:306-310.
3. Clancy WG Jr, Shelbourne KD, Zoellner GB, Keene JS, Reider B, Rosenberg TD. Treatment of knee joint instability secondary to rupture of the posterior cruciate ligament. Report of a new procedure. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:310-322.
4. Keller PM, Shelbourne KD, McCarroll JR, Rettig AC. Nonoperatively treated isolated posterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med*. 1993; 21:132-136.
5. Hughston JC, Bowden JA, Andrews JR, Norwood LA. Acute tears of the posterior cruciate ligament. Results of operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62:438-450.
6. Richter M, Kiefer H, Hehl G, Kinzl L. Primary repair for posterior cruciate ligament injuries. An eight-year followup of fifty-three patients. *Am J Sports Med* 1996; 24:298-305.
7. Paulos LE, Butler DL, Noyes FR, Grood ES. Intra-articular cruciate reconstruction. II: Replacement with vascularized patellar tendon. *Clin Orthop Relat Res* 1983:78-84.
8. Harner CD, Janaushek MA, Kanamori A, Yagi M, Vogrin TM, Woo SL. Biomechanical analysis of a double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2000; 28: 144-151.
9. Race A, Amis AA. The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligament. *J Biomech* 1994; 27:13-24.
10. Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, Levy MS. Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: How bundle tension depends on femoral placement. *J Bone Joint Surg Am* 2004; 86:1262-1270.
11. Huang TW, Wang CJ, Weng LH, Chan YS. Reducing the "killer turn" in posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2003; 19:712-716.
12. Ohkoshi Y, Nagasaki S, Yamamoto K, et al. A new endoscopic posterior cruciate reconstruction: Minimization of graft angulation. *Arthroscopy* 2001; 17:258-263.
13. Berg EE. Posterior cruciate ligament tibial inlay reconstruction. *Arthroscopy* 1995;11:69-76.
14. Ranalletta A, Ranalletta M, Suarez F, Tanoira I, Rossi W. Arthroscopic Single-bundle Posterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Tech Knee Surg* 2010;9: 216—224
15. Testut L, Lartajet A. Tratado de anatomía humana, 1943.
16. Girgis FG, Marshall JL, Al Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint: Anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop Rel Res* 1975;106:216-231.
17. Suddler SC, Noyes FR, Grood ES, et al: Posterior cruciate ligament anatomy and length-tension behavior of PCL surface fibers. *Am J Knee Surg* 1996;9: 194-199.
18. Sapega AA, Covey DC: The biomechanics of femoral and tibial posterior cruciate ligament graft placement. *Clin Sports Med* 1994;13: 553-559.
19. Sidles JA, Larson RV, Garbini JL, et al: Ligament length relationships in the moving knee. *J Orthop Res* 1988;6: 593-610.
20. Trus P, Petermann J, Gotzen L: Posterior cruciate ligament reconstruction- an in vitro study of isometry. Part I: Tests using a string linkage model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1994;2: 100-103.
21. Ortiz GJ, Schmotzer H, Bernbeck J, Graham S, Tibone JE, Vangness CT. Isometry of the posterior cruciate ligament. Effects of functional load and muscle force application. *Am J Sports Med* 1998;26:663-668.
22. Race A, Amis AA: PCL reconstruction. In vitro biomechanical comparison of "isometric" versus single and double-bundled "anatomic" grafts. *J Bone Joint Surg* 1998;80B: 173-179.
23. Race A, Amis AA: Loading of the two bundles of the posterior cruciate ligament: An analysis of bundle function in AP drawer. *J Biomech* 1996;29:873-879.
24. Harner CD, Xerogeanes JW, Livesay GA, et al. The human posterior cruciate ligament complex: An interdisciplinary study. *Liga-*

- ment morphology and biomechanical evaluation. *Am J Sports Med* 1995;23:736-745.
25. Morgan CD, Kalman VR, Grawl DM. The anatomic origin of the posterior cruciate ligament: Where is it? Reference landmarks for PCL reconstruction. *Arthroscopy* 1997;13:325-331.
 26. Gill TJ, DeFrate LE, Wang C, et al. The biomechanical effect of posterior cruciate ligament reconstruction on knee joint function. Kinematic response to simulated muscle loads. *Am J Sports Med* 2003;31:530-536.
 27. Saddler SC, Noyes FR, Grood ES, et al: Posterior cruciate ligament anatomy and length-tension behavior of PCL surface fibers. *Am J Knee Surg* 1996;9:194-199.
 28. Burns WC, Draganich LF, Pyevich M, Reider B. The effect of femoral tunnel position and graft tensioning technique on posterior laxity of the posterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Am J Sports Med*. 1995;23:424-430.
 29. Brantigan OC, Voshell AT. Ligaments of the knee joint: The relationship of the ligament of Humphry to the ligament of Wrisberg. *J Bone Joint Surg* 1945;25:66-67.
 30. Markolf KL, Feeley BT, Jackson SR, McAllister DR. Where Should the Femoral Tunnel of a Posterior Cruciate Ligament Reconstruction Be Placed to Best Restore Anteroposterior Laxity and Ligament Forces? *Am J Sports Med* 2006;34:604-611.
 31. Mannor DA, Shearn JT, Grood ES, Noyes FR, Levy MS. Two-bundle posterior cruciate ligament reconstruction. An in vitro analysis of graft placement and tension. *Am J Sports Med*. 2000;28:833-45.
 32. Edwards A, Bull AM, Amis AA. The attachments of the fiber bundles of the posterior cruciate ligament: an anatomic study. *Arthroscopy* 2007;23:284-290.
 33. Moorman CT III, Murphy Zane MS, Bansai S, y col. Tibial insertion of the posterior cruciate ligament: A sagittal plane analysis using gross, histologic, and radiographic methods. *Arthroscopy* 2008;24:269-275.
 34. Mejia EA, Noyes FR, Grood ES. Posterior cruciate ligament femoral insertion site characteristics. Importance for reconstructive procedures. *Am J Sports Med*. 2002;30:643-51.
 35. Girgis FG, Marshall JL, Monajem ARS. The cruciate ligaments of the knee joint, anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975;106:216-231.
 36. Heller L, Langman J. The menisco-femoral ligaments of the human knee. *J Bone Joint Surg Br* 1964;46:307-313.
 37. Kohn D, Moreno B. Meniscus insertion anatomy as a basis for meniscal replacement; a morphological cadaveric study. *Arthroscopy* 1995;11:96-103.
 38. Ranalletta M, Rossi W, Paterno M, Brigatti NA, Ranalletta A. Incidence of the anterior meniscomfemoral ligament: an arthroscopic study in anterior cruciate ligament-deficient knees. *Arthroscopy* 2007;23:275-277.
 39. Moran CJ, Poyton AR, Moran R, Brien MO. Analysis of meniscomfemoral ligament tension during knee motion. *Arthroscopy* 2006;22:362-366
 40. Matava MJ, Sethi NS, Totty WG. Proximity of the posterior cruciate ligament insertion to the popliteal artery as a function of the knee flexion angle: Implications for posterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2000;16:796-804.
 41. Wang JH, Lee SH, Yoo JC, Jeon WJ. Increasing the distance between the posterior cruciate ligament and the popliteal neurovascular bundle by a limited posterior capsular release during arthroscopy transtibial posterior cruciate ligament reconstruction. A cadaveric angiographic study. *Am J Sports Med* 2007;35:787-792.