

## COMENTARIO DE ARTÍCULO CIENTÍFICO

A Biomechanical Study of the Role of the Anterolateral Ligament and the Deep Iliotibial Band for Control of a Simulated Pivot Shift With Comparison of Minimally Invasive Extra-articular Anterolateral Tendon Graft Reconstruction Versus Modified Lemaire Reconstruction After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction.

Patrick A. Smith, M.D., Dimitri M. Thomas, M.D., Ryan J. Pomajzl, M.D., Jordan A. Bley, B.A., Ferris M. Pfeiffer, Ph.D., and James L. Cook, D.V.M., Ph.D.

Arthroscopy. 2019 Mar 26. pii: S0749-8063(18)31064-8. doi: 10.1016/j.arthro.2018.11.011

### **PROPÓSITO**

El propósito del siguiente artículo es determinar el papel de las fibras profundas del tracto iliotibial y el ligamento anterolateral de la rodilla en el control rotacional de la misma durante el *pivot shift* (cambio de pivote). Comparando la reconstrucción mínimamente invasiva extra-articular anterolateral versus la técnica de reconstrucción de Lemaire modificada, tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

### **INTRODUCCIÓN**

La ruptura del ligamento cruzado anterior (LCA) está dentro de una de las patologías más frecuentes de la rodilla, la restitución del control rotacional de la rodilla tras la cirugía de reconstrucción del LCA es frecuentemente insuficiente, ello puede condicionar la aparición de secuelas, tales como la ruptura meniscal, la ruptura de la plastia o la aparición precoz de artrosis. Aunque todas estas consecuencias pueden ser atribuibles a fallos en la técnica de la reconstrucción del LCA o factores biológicos, la afectación de las estructuras extra-articulares laterales juega un papel significativo. Confiriéndole además una inestabilidad rotacional.

El ligamento anterolateral actúa controlando la rotación interna de la tibia, evitando el *pivot shift*. Adicionalmente cabe reconocer la importancia de las fibras profundas del tracto iliotibial, su papel es la restricción de la rotación interna de la tibia, tanto en rodillas con el LCA intacto, como lesionado, desde los 30º a los 90º de flexión. Función que se evidencia al reproducir el *pivot shift* entre los 30 y 45 º de flexión.

Las plastias de reconstrucción extra-articular externa para restituir la inestabilidad rotacional, en combinación con las plastias de LCA han sido extensamente descritas, incluyendo el procedimiento de Lemaire con numerosas modificaciones. Recientes estudios evidencian que la reparación aislada del LCA no restituye la biomecánica nativa de la rodilla cuando las estructuras antero laterales están lesionadas.

El propósito del estudio es determinar si las fibras profundas del tracto iliotibial confieren más control rotacional que el ligamento antero lateral y si el procedimiento mínimamente invasivo de reconstrucción del ligamento anterolateral es mecánicamente equivalente a la reconstrucción modificada de Lemaire.

Las siguientes hipótesis fueron probadas:

1. Las fibras profundas del tracto iliotibial serían mas importantes que el ligamento anterolateral en el control rotacional durante el *pivot shift*.
2. La reconstrucción del LCA aislada no restituye la biomecánica nativa de la rodilla tras la lesión del LCA y de las estructuras anterolaterales de la rodilla.
3. La reconstrucción extra-articular lateral en conjunción con la plastia de LCA restituye la biomecánica nativa de la rodilla tras la lesión del LCA y las estructuras anterolaterales de la rodilla.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Seis pares de rodillas de cadáver, doce rodillas en total, fueron sometidas a la simulación de un *pivot shift* para evaluar las siguientes medidas:

1. La translación anteroposterior.
  2. La rotación interna.
  3. La laxitud en valgo a 0º, 30º, 90º de flexión.
- El LCA fue seccionado en todos los especímenes y se realizó una nueva medida de la translación anteroposterior.
  - En cada par de rodillas (6 pares) secuencialmente se seccionó el ligamento antero lateral y las fibras profundas del tracto iliotibial y se realizó una nueva medida. Tras la medida la rodilla contralateral, fue seccionada en el orden inverso.
  - A las rodillas se les practicó una plastia de reconstrucción de LCA y se repitió la toma de medidas.
  - Posteriormente en 6 de ellas se realizó una reparación mínimamente invasiva del ligamento anterolateral y en las otras 6 se realizó una plastia de Lemaire modificada (Reparación anterolateral versus Reparación Lemaire modificada). Se repitió la toma de muestras comparando ambos pares de rodillas, enfrentando los dos procedimientos.

Se practicaron 12 plastias de LCA fijadas con sistemas de suspensión cortical tanto en fémur como en tibia.

La reconstrucción anterolateral se realizó mediante un injerto con un haz simple de 5 mm de ancho y 150 mm de longitud desde el tubérculo del gastrocnemio lateral hasta el tubérculo de Gerdy en tibia, fijados con dos anclajes tipo SwiveLock. Según lo descrito por Smith and Bley ref<sup>30</sup>).

En la plastia de Lemaire modificada, se realiza una plastia de 10 mm de ancho por 100 mm de largo, manteniendo la inserción en el tubérculo de Gerdy en tibia y pasando la plastia por debajo del ligamento lateral externo de la rodilla, se inserta posteriormente en fémur proximal y posterior al epicóndilo lateral. (Según lo descrito por Spencer et al ref<sup>31</sup>).

## **RESULTADOS**

La sección de las fibras profundas del tracto iliotibial en comparación con la sección del ligamento anterolateral, tras la sección del LCA, produce más translación anterior en todos los ángulos de flexión (P: 0.004, P: 0.012, P: 0.011 para 0º, 30º y 90º respectivamente).

La sección del LCA además de la sección de las fibras profundas del tracto iliotibial presenta una rotación interna mayor a los 0º de flexión en comparación con la sección del LCA y la sección del ligamento anterolateral (P: 0.03).

La reparación del LCA en conjunto con la reparación del ligamento anterolateral, restituye la translación anterior nativa en la rodilla en todos los grados de flexión medidos.

La reparación del LCA en conjunto con la plastia de Lemaire modificada, restituye la translación anterior nativa en la rodilla solo a 0º grados de flexión. (P: 0.34).

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre la reparación del LCA más la reparación del ligamento anterolateral o la plastia de Lemaire modificada en ningún ángulo de flexión para la rotación interna o la laxitud en valgo comparando con la rodilla en su estado nativo.

## CONCLUSIONES

1. La reconstrucción del LCA en combinación con la reconstrucción anterolateral le confiere a la rodilla una biomecánica prácticamente nativa sin producir un sobreconstreñimiento de la misma.
2. Las fibras profundas del tracto iliotibial juegan un papel mas importante que el ligamento anterolateral a la hora de controlar la translación anterior y la rotación interna a cero grados.
3. El procedimiento mínimamente invasivo de reconstrucción anterolateral es funcionalmente equivalente a la plastia de Lemaire modificada tras la reconstrucción del LCA.

## DISCUSIÓN CLÍNICA

1. Las fibras profundas del tracto iliotibial son más importantes para el control del *pivot shift*.
2. La reconstrucción mínimamente invasiva extra-articular lateral con aloinjerto tendinoso es biomecánicamente equivalente al procedimiento modificado de Lemaire para el control simulado del *pivot shift*.

### Comentario artículo científico SETRADE

**Roig Llopis, Juan Antonio; Serrano Pastor, Ricardo; Bennasar Arbós, Antonio.**

#### **JUAN ANTONIO ROIG LLOPIS**

Adjunto Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Comarcal Inca. Mallorca.  
Jefe de los Servicios Médicos, R.C.D. Mallorca S.A.D.

#### **RICARDO SERRANO PASTOR**

Adjunto Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Comarcal Inca. Mallorca.

#### **ANTONIO BENNASSAR ARBÓS**

Jefe de Servicio Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Comarcal Inca. Mallorca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Caterine S, Litchfield R, Johnson M, Chronik B, Getgood A. A cadaveric study of the anterolateral ligament: Re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2015;23:3186-3195.
2. Fu FH, Karlsson J. A long journey to be anatomic. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2010;18:1151-1153.
3. Goldsmith MT, Jansson KS, Smith SD, Engebretsen L, LaPrade RF, Wijdicks CA. Biomechanical comparison of anatomic single- and double-bundle anterior cruciate ligament reconstructions: An in vitro study. *Am J Sports Med* 2013;41:1595-1604.
4. Tashman S, Collon D, Anderson K, Kolowich P, Anderst W. Abnormal rotational knee motion during running after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2004;32:975-983.
5. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, Roos EM. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: Osteoarthritis. *Am J Sports Med* 2007;35: 1756-1769.
6. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2009;37:1434-1443.
7. Monaco E, Ferretti A, Labianca L, et al. Navigated knee kinematics after cutting of the ACL and its secondary restraint. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20: 870-877.
8. Monaco E, Maestri B, Conteduca F, Mazza D, Iorio C, Ferretti A. Extra-articular ACL reconstruction and pivot shift: In vivo dynamic evaluation with navigation. *Am J Sports Med* 2014;42:1669-1674.
9. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat* 2013;223:321-328.
10. Nitri M, Rasmussen MT, Williams BT, et al. An in vitro robotic assessment of the anterolateral ligament, part 2: Anterolateral ligament reconstruction combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2016;44:593-601.
11. Parsons EM, Gee AO, Spiekerman C, Cavanagh PR. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med* 2015;43:669-674.
12. Rasmussen MT, Nitri M, Williams BT, et al. An in vitro robotic assessment of the anterolateral ligament, part 1: Secondary role of the anterolateral ligament in the setting of an anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2016;44:585-592.
13. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part I. The medial compartment and cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:159-172.
14. Hughston JC, Andrews JR, Cross MJ, Moschi A. Classification of knee ligament instabilities. Part II. The lateral compartment. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58:173-179.
15. Terry GC, Hughston JC, Norwood LA. The anatomy of the iliopatellar band and iliotibial tract. *Am J Sports Med* 1986;14:39-45.
16. Terry GC, Norwood LA, Hughston JC, Caldwell KM. How iliotibial tract injuries of the knee combine with acute anterior cruciate ligament tears to influence abnormal anterior tibial displacement. *Am J Sports Med* 1993;21: 55-60.

17. Kittl C, El-Daou H, Athwal KK, et al. The role of the anterolateral structures and the ACL in controlling laxity of the intact and ACL-deficient knee. *Am J Sports Med* 2016;44:345-354.
18. Lemaire M, Combelles F. Plastic repair with fascia lata for old tears of the anterior cruciate ligament (author's transl). *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1980;66: 523-525 [in French].
19. Slette EL, Mikula JD, Schon JM, et al. Biomechanical results of lateral extra-articular tenodesis procedures of the knee: A systematic review. *Arthroscopy* 2016;32: 2592-2611.
20. Sonnery-Cottet B, Thaunat M, Freychet B, Pupim BHB, Murphy CG, Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 2015;43:1598-1605.
21. Geeslin AG, Moatshe G, Chahla J, et al. Anterolateral knee extra-articular stabilizers: A robotic study comparing anterolateral ligament reconstruction and modified Lemaire lateral extra-articular tenodesis. *Am J Sports Med* 2018;46:607-616.
22. Sonnery-Cottet B, Barbosa NC, Vieira TD, Saithna A. Clinical outcomes of extra-articular tenodesis/anterolateral reconstruction in the ACL injured knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018;26:596-604.
23. Sonnery-Cottet B, Saithna A, Blakeney WG, et al. Anterolateral ligament reconstruction protects the repaired medial meniscus: A comparative study of 383 anterior cruciate ligament reconstructions from the SANTI Study Group with a minimum follow-up of 2 years. *Am J Sports Med* 2018;46:1819-1826.
24. Born TR, Biercevicz AM, Koruprolu SC, Paller D, Spenciner D, Fadale PD. Biomechanical and computed tomography analysis of adjustable femoral cortical fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction in a cadaveric human knee model. *Arthroscopy* 2016;32: 253-261.
25. Engebretsen L, Wijdicks CA, Anderson CJ, Westerhaus B, LaPrade RF. Evaluation of a simulated pivot shift test: A biomechanical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2012;20:698-702.
26. Cook JL, Smith P, Stannard JP, et al. A canine arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction model for study of synthetic augmentation of tendon allografts. *J Knee Surg* 2017;30:704-711.
27. Cook JL, Smith PA, Stannard JP, et al. A canine hybrid double-bundle model for study of arthroscopic ACL reconstruction. *J Orthop Res* 2015;33:1171-1179.
28. Milles JL, Nuelle CW, Pfeiffer F, et al. Biomechanical comparison: Single-bundle versus double-bundle posterior cruciate ligament reconstruction techniques. *J Knee Surg* 2017;30:347-351.
29. Smith PA, Stannard JP, Pfeiffer FM, Kuroki K, Bozynski CC, Cook JL. Suspensory versus interference screw fixation for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction in a translational large-animal model. *Arthroscopy* 2016;32:1086-1097.
30. Smith PA, Bley JA. Minimally invasive anterolateral ligament reconstruction of the knee. *Arthrosc Tech* 2016;5: e1449-e1455.
31. Spencer L, Burkhart TA, Tran MN, et al. Biomechanical analysis of simulated clinical testing and reconstruction of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med* 2015;43:2189-2197.



32. Inderhaug E, Stephen JM, Williams A, Amis AA. Biomechanical comparison of anterolateral procedures combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2017;45:347-354.
33. Nuelle CW, Milles JL, Pfeiffer FM, et al. Biomechanical comparison of five posterior cruciate ligament reconstruction techniques. *J Knee Surg* 2017;30:523-531.
34. Galway HR, Beaupre A, Macintosh DL. Pivot shift: A clinical sign of symptomatic anterior cruciate insufficiency. *J Bone Joint Surg Br* 1972;54R:763-764.
35. Galway HR, Macintosh DL. The lateral pivot shift: A symptom and sign of anterior cruciate ligament insufficiency. *Clin Orthop Relat Res* 1980;147:45-50.
36. Noyes FR, Huser LE, Jurgensmeier D, Walsh J, Levy MS. Is an anterolateral ligament reconstruction required in ACL-reconstructed knees with associated injury to the anterolateral structures? A robotic analysis of rotational knee stability. *Am J Sports Med* 2017;45:1018-1027.
37. Nielsen ET, Stentz-Olesen K, de Raedt S, et al. Influence of the anterolateral ligament on knee laxity: A biomechanical cadaveric study measuring knee kinematics in 6 degrees of freedom using dynamic radiostereometric analysis. *Orthop J Sports Med* 2018;6: 232596711878969.
38. Dodds AL, Halewood C, Gupte CM, Williams A, Amis AA. The anterolateral ligament: Anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *J Bone Joint Br* 2014;96:325-331.
39. Kennedy MI, Claes S, Fuso FAF, et al. The anterolateral ligament: An anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. *Am J Sports Med* 2015;43:1606-1615.
40. Helito CP, Bonadio MB, Gobbi RG, et al. Is it safe to reconstruct the knee anterolateral ligament with a femoral tunnel? Frequency of lateral collateral ligament and popliteus tendon injury. *Int Orthop* 2016;40: 821-825.
41. Krackow KA, Brooks RL. Optimization of knee ligament position for lateral extraarticular reconstruction. *Am J Sports Med* 1983;11:293-302.
42. Inderhaug E, Stephen JM, Williams A, Amis AA. Anterolateral tenodesis or anterolateral ligament complex reconstruction: Effect of flexion angle at graft fixation when combined with ACL reconstruction. *Am J Sports Med* 2017;45:3089-3097.
43. Noyes FR, Huser LE, Levy MS. Rotational knee instability in ACL-deficient knees: Role of the anterolateral ligament and iliotibial band as defined by tibiofemoral compartment translations and rotations. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:305-314.
44. Arilla FV, Yeung M, Bell K, et al. Experimental execution of the simulated pivot-shift test: A systematic review of techniques. *Arthroscopy* 2015;31:2445-2454.e2.
45. Matsumoto H. Mechanism of the pivot shift. *J Bone Joint Surg Br* 1990;72:816-821.
46. Schon JM, Moatshe G, Brady AW, et al. Anatomic anterolateral ligament reconstruction of the knee leads to overconstraint at any fixation angle. *Am J Sports Med* 2016;44:2546-2556.
47. Meyer EG, Baumer TG, Haut RC. Pure passive hyperextension of the human cadaver knee generates simultaneous bicruciate ligament rupture. *J Biomech Eng* 2011;133: 011012.