

## Originales

# Biomecánica y reconstrucción anatómica del ligamento anterolateral de la rodilla

C. Jette<sup>1,3</sup>, D. Gutiérrez<sup>1</sup>, S. Sastre<sup>1</sup>, M. Llusà<sup>1,2</sup>, A. Combalia<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Clínic. Barcelona

<sup>2</sup>Departamento de Anatomía Humana. Facultad de Medicina. Universidad de Barcelona

### Correspondencia:

Dr. Cristian Jette Mostacedo

Correo electrónico: jrjette17@yahoo.com

Recibido el 31 de enero de 2019

Aceptado el 24 de septiembre de 2019

Disponible en Internet: octubre de 2019

### RESUMEN

**Objetivo:** evaluar el rol del ligamento anterolateral (LAL) en la estabilidad rotatoria de la rodilla y el resultado biomecánico de la reconstrucción anatómica del LAL combinado con la reconstrucción simultánea del ligamento cruzado anterior (LCA).

**Métodos:** se estudiaron diez rodillas de cadáver fresco congelado utilizando una máquina de pruebas para medir el grado de rotación interna de la tibia en cinco estados quirúrgicos secuencialmente: rodilla intacta, lesión aislada de LCA, lesión de LCA+LAL, reconstrucción aislada del LCA y reconstrucción de LCA+LAL. Las mediciones se realizaron con la rodilla en distintos grados de flexión: 0°, 30°, 60° y 90°. Un autoinjerto de tendón de gracilis fue utilizado para reconstrucción anatómica del LAL.

**Resultados:** la lesión del LAL produjo un incremento de rotación interna respecto a la lesión aislada de LCA en todos los ángulos medidos ( $p < 0,05$ ). Se observó persistencia de la laxitud rotatoria después de una reconstrucción aislada de LCA en todos los ángulos medidos ( $p < 0,05$ ). La reconstrucción combinada de LCA+LAL produjo una restauración de laxitud rotacional al nivel de la rodilla intacta ( $p > 0,05$ ).

**Conclusiones:** la lesión del LAL de la rodilla provoca inestabilidad rotacional en presencia de un LCA deficiente. La reconstrucción aislada del LCA no consigue restaurar la

### ABSTRACT

#### Biomechanics and anatomical reconstruction of the anterolateral ligament of the knee

**Purpose:** to evaluate the roll of the anterolateral ligament (ALL) in the rotatory stability of the knee and the biomechanical result of the anatomical reconstruction of the ALL combined with the simultaneous anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction.

**Methods:** ten fresh frozen knees were studied using a testing machine to measure the internal rotation level across five surgical states sequentially: intact knee, ACL isolated lesion, ACL+ALL lesion, ACL isolated reconstruction and combined ACL+ALL reconstruction. Measurements were performed during different knee flexion angles: 0°, 30°, 60° and 90°. A gracilis autograft was used for the anatomical ALL reconstruction.

**Results:** the ALL lesion resulted in an increment of internal rotation compared to the isolated ACL lesion in all angles tested ( $p < 0.05$ ). A persistent rotatory laxity was observed after the isolated ACL reconstruction in all angles tested ( $p < 0.05$ ). The combined ACL+ALL reconstruction restored the tibial internal rotation to the intact knee levels ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** the ALL lesion produces rotational instability in the presence of a deficient ACL. The isolated ACL



<https://doi.org/10.24129/j.reaca.26266.fs1901005>

© 2019 Fundación Española de Artroscopia. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® ([www.fondoscience.com](http://www.fondoscience.com)). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

estabilidad rotatoria en presencia de una lesión combinada de LCA+LAL. La reconstrucción anatómica del LAL, junto a la reconstrucción simultánea de LCA, es una alternativa efectiva para restablecer la estabilidad rotacional en caso de una amplia lesión anterolateral.

**Relevancia clínica:** este estudio ayuda a determinar el rol biomecánico del LAL y la eficacia de la reconstrucción anatómica del LAL como un recurso ante los casos de laxitud rotatoria elevada o persistente en el contexto de una reconstrucción de LCA.

**Palabras clave:** Ligamento cruzado anterior. Ligamento anterolateral. Reconstrucción multiligamentaria. Estudio biomecánico. Reconstrucción anatómica.

### Introducción

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA) es actualmente uno de los procedimientos más frecuentes en cirugía ortopédica y traumatología. Sin embargo, a pesar de las actuales técnicas quirúrgicas, aún existe un grupo de pacientes en los que persiste una inestabilidad rotacional posquirúrgica. Aunque las causas detrás de esta inestabilidad pueden ser multifactoriales<sup>(1,2)</sup>, la lesión del ligamento anterolateral (LAL), combinada con la ruptura del LCA, parece tener un impacto significativo<sup>(3,4)</sup>. Aunque este tema continúa en debate<sup>(5)</sup>, actualmente, muchos autores abogan por la existencia del LAL como una estructura anatómica como tal y por su rol biomecánico como un restrictor secundario que controla la rotación interna de la rodilla<sup>(6-9)</sup>.

En los últimos años, a raíz de la descripción detallada de la anatomía y función de las estructuras anterolaterales de la rodilla<sup>(9-12)</sup>, ha habido un creciente interés en desarrollar una técnica de reconstrucción anatómica del LAL como refuerzo suplementario a la reconstrucción del LCA, basado en el entendimiento de que la restauración de la anatomía normal conduciría a un resultado biomecánico óptimo, que consiga eliminar la inestabilidad rotacional residual y reducir el riesgo de fracaso de la plastia de LCA. Sin embargo, ha habido distintos estudios biomecánicos con resultados contradictorios<sup>(13-16)</sup>, probablemente debido a variaciones en la técnica y descripción anatómica utilizadas.

reconstruction fails to restore the rotational stability in a combined ACL+ALL lesion. The anatomical ALL reconstruction combined with simultaneous ACL reconstruction is an effective alternative to restore rotational stability in the case of a wide anterolateral lesion.

**Clinical relevance:** This study helps to determine the biomechanical roll of the ALL and the efficacy of the ALL anatomical reconstruction as an effective resource in cases of high or persistent rotatory laxity in the context of an ACL lesion.

**Key words:** Anterior cruciate ligament. Anterolateral ligament. Multiligamentary reconstruction. Biomechanical study. Anatomical reconstruction.

Aunque aún no está definida una clara indicación, un reciente consenso de expertos<sup>(16)</sup> sugiere un algoritmo de indicación que incluye en este grupo de pacientes a aquellos pacientes con signos clínicos de hiperlaxitud, casos de revisión de roturas de plastia de cruzado, aquellos que practiquen deportes de alta demanda de mecanismo **de-pivote** (fútbol, baloncesto, rugby...) y aquellos que presenten grados elevados de *pivot shift* en la evaluación clínica. Asimismo, realizan una revisión de las distintas descripciones anatómicas reportadas en la literatura, con el objetivo de uniformar la nomenclatura y presentar una recomendación de técnica quirúrgica para la reconstrucción anatómica del LAL.

El propósito de este estudio es evaluar el rol del denominado *ligamento anterolateral* sobre la estabilidad rotatoria de la rodilla y el resultado biomecánico de la reconstrucción anatómica del mismo, combinado con la reconstrucción simultánea del LCA.

### Material y métodos

Diez especímenes de rodilla de cadáver fresco congelado provenientes de donantes fueron obtenidos del banco de tejidos (media de edad: 65 años, 5 masculinos y 5 femeninos). Ningún donante presentaba historia de intervenciones quirúrgicas previas en la rodilla. Los especímenes se mantuvieron a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  y fueron descongelados a temperatura de aire

ambiente 24 horas antes de los experimentos. El fémur y la tibia fueron cortados en su diáfisis a 250 mm de la línea articular. Piel y tejido subcutáneo fueron resecados junto a las partes blandas más allá de 150 mm de la articulación. Se realizó una valoración de artroscopia inicial a cada espécimen para detectar la existencia de algún daño en los ligamentos cruzados u otra estructura intraarticular, en cuyo caso el espécimen sería excluido del estudio. Todos los procedimientos de disección y reconstrucción fueron realizados por el mismo cirujano. Asimismo, el proceso desde la preparación hasta la medición biomecánica se realizó en el mismo día para cada rodilla.

### Evaluación biomecánica

La variable principal analizada fue la rotación interna de la tibia en respuesta a una fuerza de torque de rotación interna de 7 N-m, siguiendo como ejemplo estudios similares previos, y de este modo facilitar comparaciones posteriores. Cada espécimen fue colocado en un marco de fijador externo (Hoffman II Stryker) diseñado para permitir un rango de movimiento de 0° a 100°, y luego el marco fue fijado a una máquina de pruebas (Mecmesin Vortex-D) capaz de aplicar una fuerza de torque y medir la rotación con una precisión de 0,1°. La máquina fue programada para aplicar una fuerza de torque de rotación interna de 7 N-m sobre la tibia y reportar el máximo ángulo de rotación, mientras el fémur se mantenía firmemente asegurado. Las mediciones se realizaron en ángulos fijos de flexión de la rodilla de 0°, 30°, 60° y 90° para cada uno de cinco estados quirúrgicos de una manera secuencial: 1º rodilla intacta, 2º lesión de LCA, 3º lesión de LCA + lesión de LAL, 4º reconstrucción aislada de LCA y 5º reconstrucción de LCA + reconstrucción anatómica de LAL.

### Técnica quirúrgica

Todos los procedimientos fueron realizados por el mismo cirujano ortopédico. Primero las medidas iniciales se documentaron en la rodilla intacta. Luego, el LCA fue resecado por artroscopia y se realizaron las medidas en la lesión de LCA. Posteriormente, mediante disección cuidadosa

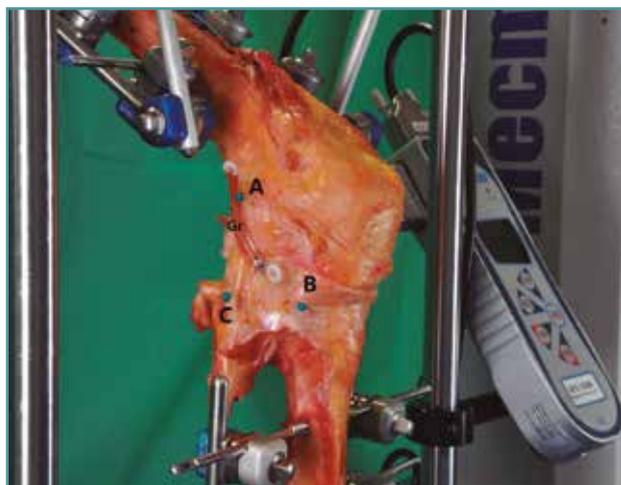
se identificó el LAL según la técnica descrita por Daggett y cols.<sup>(17)</sup>. Se realizó una incisión profunda horizontal de 15 mm para liberar la inserción distal del LAL, situada en un punto intermedio entre el tubérculo de Gerdy y la cabeza del peroné, aproximadamente a 8 mm del cartílago articular tibial. De igual manera, se identificó y seccionó cualquier inserción de la banda iliotibial (BIT) al fémur distal, con precaución de no dañar el ligamento colateral lateral (LCL) durante la disección.

### Reconstrucción LCA

La reconstrucción del LCA fue realizada por artroscopia utilizando un injerto autólogo de hueso-tendón rotuliano-hueso. Se estableció un portal anterolateral alto como portal de visión inicial. Luego, bajo visión directa, se creó un portal anteromedial alto parapatelar como segundo portal de visión para una mejor visión de la pared medial del cóndilo lateral. De la misma forma, bajo visión directa se creó un tercer portal accesorio anteromedial justo por encima de la línea articular medial situado 2 cm medial al tendón patelar, como portal de trabajo para el túnel femoral del LCA. El LCA nativo fue resecado con un sinoviotomo, dejando suficiente resto de muñón en cada lado para facilitar la identificación de las huellas de inserción. El centro de la huella fue marcado como el punto de inserción tibial y femoral. Se utilizaron las guías específicas (Acuflex de Smith and Nephew) para crear los túneles femoral y tibial, y se fijaron los extremos óseos con dos tornillos interferenciales (Smith and Nephew), tensionando la plastia con la rodilla a 30° de flexión.

### Reconstrucción LAL

La reconstrucción del LAL se realizó utilizando un injerto autólogo de tendón de gracilis<sup>(16,18)</sup>. Los puntos de inserción fueron localizados según referencias anatómicas. La inserción proximal en el fémur fue situada en un punto aproximadamente 4 mm posterior y 8 mm superior al epicóndilo lateral<sup>(11)</sup>. La inserción distal en la tibia fue situada a la mitad de distancia entre el tubérculo de Gerdy y la cabeza del peroné, 10 mm distal al cartílago articular. La plastia autóloga de gracilis fue doblada en dos y suturada firmemente con puntos de



**Figura 1.** Imagen de una rodilla derecha con las partes blandas resecaadas para ilustrar la reconstrucción anatómica del ligamento anterolateral. A: epicóndilo; B: tubérculo de Gerdy; C: cabeza del peroné; Gr: plastia de gracilis.

anclaje en ambos extremos. Se crearon dos túneles óseos en las posiciones femoral y tibial mencionadas utilizando una broca canalada de 6 mm hasta una profundidad de 20 mm. La rodilla fue colocada en extensión completa para asegurar una rotación neutra y la plastia fue fijada en los túneles óseos mediante tornillos interferenciales (Smith and Nephew), manteniendo un trayecto superficial al LCL (**Figura 1**). Para la reconstrucción anatómica del LAL se utilizó la técnica descrita por el ALL Consensus Group<sup>(16)</sup>, tensionando la plastia en posición de extensión de la rodilla, con el objetivo de evitar un efecto de sobreconstricción provocado por una excesiva rotación externa de la tibia<sup>(19,20)</sup>.

### Análisis estadístico

Para el procesamiento de datos y análisis estadístico se utilizó el programa SPSS (versión 23.3.3; IBM Corp.). Se calcularon la media y la desviación estándar para cada variable continua. **Para confirmar la distribución**

**normal de los datos utilizando el test de Shapiro-Wilk.** Se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para comparar las medias de las variables dependientes obtenidas de los datos de rotación interna de la tibia a lo largo de las variables categóricas independientes de estado quirúrgico y ángulo de flexión de rodilla. Las comparaciones *post hoc* de Tukey se realizaron al final. El valor de significación estadística se fijó en  $p < 0,05$ .

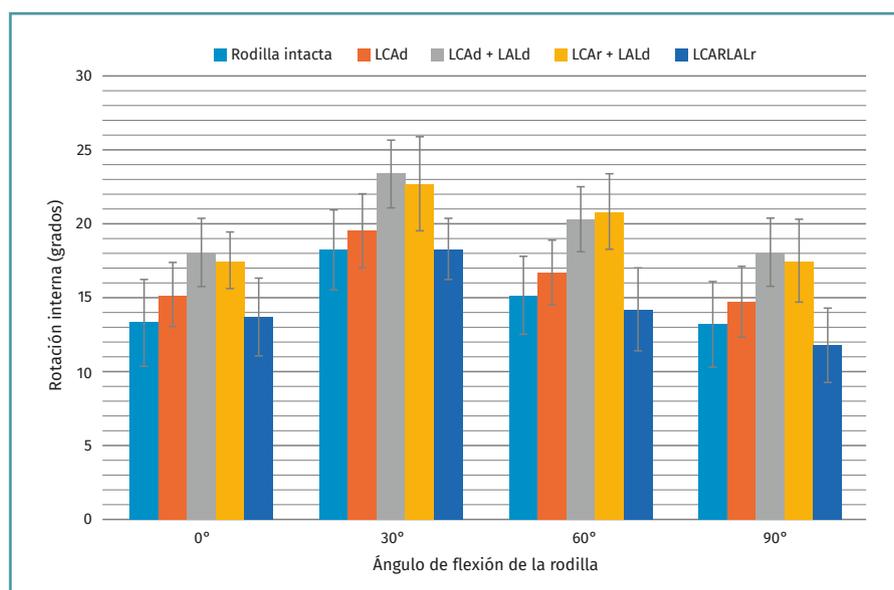
### Resultados

- **Rotación interna de la tibia atribuible a la lesión aislada de LCA y a la lesión de LCA + lesión de LAL:** la rotación interna en respuesta a una fuerza de torque de 7 N·m en una lesión aislada de LCA no tuvo un efecto significativo comparado con la rodilla intacta ( $p > 0,05$ ), exceptuando un incremento significativo encontrado a 30° de flexión ( $p = 0,03$ ). En la lesión combinada de LCA+LAL, se encontró un incremento significativo de la rotación interna respecto a la rodilla intacta en todos los ángulos de flexión examinados ( $p < 0,05$ ) (**Tabla 1 y Figura 2**).
- **Efecto sobre la rotación interna de la tibia de la reconstrucción aislada del LCA en presencia de una lesión combinada de LCA+LAL:** después de realizar una reconstrucción de LCA, los valores de rotación interna de la tibia en respuesta a la aplicación de una fuerza de torque de 7 N·m mantuvieron un incremento significativo comparados con los valores observados en la

**Tabla 1. Rotación interna para cada estado quirúrgico y ángulo de flexión de la rodilla**

	Rotación interna (°)			
	0°	30°	60°	90°
Rodilla intacta	13,3 (± 2,9)	18,2 (± 2,7)	15,2 (± 2,6)	13,2 (± 2,9)
LCAd	15,2 (± 2,2)	19,5 (± 2,5)	16,7 (± 2,2)	14,7 (± 2,4)
LCAd + LALd	18,1 (± 2,3)	23,4 (± 2,3)	20,3 (± 2,2)	18,1 (± 2,3)
LCAr + LALd	17,5 (± 1,9)	22,7 (± 3,2)	20,8 (± 2,5)	17,5 (± 2,8)
LCAr + LALr	13,7 (± 2,6)	18,3 (± 2,1)	14,2 (± 2,8)	11,8 (± 2,5)

Valores expresados en media (± desviación estándar). Valores de rotación interna expresada en grados (°). LCAd: ligamento cruzado anterior deficiente; LALd: ligamento anterolateral deficiente; LCAr: reconstrucción de ligamento cruzado anterior; LALr: reconstrucción de ligamento anterolateral.



**Figura 2.** Media de rotación interna de la tibia en respuesta a una fuerza de torque de rotación interna de 7 N-m. Cajas de 1 desviación estándar desplegadas sobre las barras. LCAd: ligamento cruzado anterior deficiente; LALd: ligamento anterolateral deficiente; LCAr: reconstrucción de ligamento cruzado anterior; LALr: reconstrucción de ligamento anterolateral.

rodilla intacta en todos los ángulos examinados ( $p < 0,05$ ) (Tabla 1 y Figura 2).

- **Efecto sobre la rotación interna de la tibia de la reconstrucción anatómica del LAL combinada con la reconstrucción del LCA en presencia de una lesión combinada de LCA + LAL:** tras realizar una reconstrucción anatómica de LAL agregada a la ya realizada reconstrucción de LCA, los valores de rotación interna de la tibia en respuesta a una fuerza de torque de 7 N-m se restablecieron a los niveles de la rodilla intacta para los ángulos de 0° y 30° ( $p > 0,05$ ). Respecto a los ángulos de 60° y 90°, se observó una reducción de la rotación interna ( $p < 0,05$ ) interpretable como sobreconstricción, aunque la diferencia observada con respecto a la rodilla intacta fue relativamente pequeña (media de  $3^\circ \pm 2^\circ$  DS) (Tabla 1 y Figura 2).

## Discusión

El hallazgo más importante de este estudio fue que la lesión del LAL de la rodilla combinada con la ruptura de LCA produjo un aumento significativo de laxitud rotacional, que dicha laxitud rota-

cional fue persistente tras la reconstrucción aislada del LCA y que la reconstrucción anatómica del LAL fue capaz de restaurar los valores de rotación interna al nivel de la rodilla intacta.

Desde la publicación de Claes y cols. respecto a la anatomía del LAL en 2013<sup>(10)</sup>, ha habido mucha controversia alrededor de su existencia y su rol en el control de la inestabilidad rotatoria de la rodilla en el contexto de una lesión del LCA. Numerosos estudios se han publicado, algunos promoviendo la importancia del LAL<sup>(7,10,11)</sup> y otros refutándola<sup>(21,22,23)</sup>. En consonancia con nuestros resultados, algunos estudios observaron que la sección del LAL después de una ro-

tura de LCA provocaba un incremento de la rotación interna de la tibia en fases tempranas de la maniobra de *pivot shift*<sup>(4,24)</sup>. Otro estudio que realizó secciones seriadas mostró que el LAL solo entraba en acción cuando la rotación interna superaba los límites fisiológicos del LCA<sup>(21)</sup>, concluyendo que el LAL es un estabilizador secundario que solo actúa ante la pérdida de función del LCA. Además, un estudio de diseño similar mostró que, cuando existe una lesión combinada de ACL + LAL, la reconstrucción aislada del LCA no es capaz de restaurar la cinemática normal de la rodilla<sup>(25)</sup>.

Respecto a la reconstrucción anatómica del LAL, un estudio mostró que esta técnica tenía un efecto mínimo sobre la rotación de la rodilla<sup>(24)</sup>. Sin embargo, la descripción anatómica utilizada en ese estudio fue vista como incorrecta, dado que la inserción femoral fue situada distal y anterior al epicóndilo en lugar de posterior y proximal. En contraste, un estudio anatómico demostró que la inserción femoral de la reconstrucción del LAL situada posterior y proximal al epicóndilo presentaba la mayor isometría con el menor cambio de longitud de la plastia durante el ciclo de flexión<sup>(26,27)</sup>, confirmando lo descrito en la mayoría de estudios biomecánicos realizados<sup>(28)</sup>.

La relevancia clínica de este estudio es que ayuda a determinar el rol biomecánico del LAL y la eficacia de su reconstrucción anatómica como un recurso ante los casos de laxitud rotatoria elevada o persistente en el contexto de una reconstrucción de LCA. Sin embargo, este tipo de estudios biomecánicos tienen las limitaciones del laboratorio, y se necesitan estudios clínicos con seguimiento prolongado para valorar los resultados.

Este estudio tiene ciertas limitaciones. Fue un estudio biomecánico en laboratorio con pruebas realizadas en el momento inicial que no puede evaluar los posibles cambios debido a las cargas cíclicas fisiológicas o al proceso de rehabilitación. Las lesiones del estudio, representando una lesión amplia de LCA asociada a ALL (¿LAL?) y BIT, fueron creadas quirúrgicamente. Esto no toma en cuenta la posible variabilidad de la lesión de acuerdo a la magnitud del trauma, pero el protocolo empleado permite una lesión reproducible para comparaciones homogéneas.

### Conclusiones

La lesión del LAL de la rodilla provoca inestabilidad rotacional en presencia de un LCA deficiente. La reconstrucción aislada del LCA no consigue restaurar la estabilidad rotatoria en presencia de una lesión combinada de LCA + LAL. La reconstrucción anatómica del LAL, junto a la reconstrucción simultánea de LCA, es una alternativa efectiva para restablecer la estabilidad rotacional en caso de una amplia lesión anterolateral.

### Responsabilidades éticas

**Conflicto de interés.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

**Financiación.** Este trabajo no ha sido financiado.

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

### Bibliografía

1. Guenther D, Griffith C, Lesniak B, Lopomo N, Grassi A, Zaffagnini S, et al. Anterolateral rotatory instability of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(10):2909-17.
2. Musahl V, Rahnama-Azar AA, Costello J, Arner JW, Fu FH, Hoshino Y, et al. The Influence of Meniscal and Anterolateral Capsular Injury on Knee Laxity in Patients With Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Am J Sports Med.* 2016;44(12):3126-31.
3. Sonnery-Cottet B, Lutz C, Daggett M, Dalmay F, Freychet B, Niglis L, et al. The Involvement of the Anterolateral Ligament in Rotational Control of the Knee. *Am J Sports Med.* 2016;44(5):1209-14.
4. Rasmussen MT, Nitri M, Williams BT, Moulton SG, Cruz RS, Dornan GJ, 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(3):585-92.
5. Musahl V, Getgood A, Neyret P, Claes S, Burnham JM, Batailler C, et al. Contributions of the anterolateral complex and the anterolateral ligament to rotatory knee stability in the setting of ACL Injury: a roundtable discussion. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(4):997-1008.
6. Helito CP, do Prado Torres JA, Bonadio MB, Aragão JA, de Oliveira LN, Natalino RJM, et al. Anterolateral Ligament of the Fetal Knee: An Anatomic and Histological Study. *Am J Sports Med.* 2017;45(1):91-6.
7. Catherine 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(11):3186-95.
8. Ferrer GA, Guenther D, Pauyo T, Herbst E, Nagai K, Debski RE, et al. Structural Properties of the Anterolateral Complex and Their Clinical Implications. *Clin Sports Med.* 2018;37(1):41-7.
9. Daggett M, Ockuly AC, Cullen M, Busch K, Lutz C, Imbert P, et al. Femoral Origin of the Anterolateral Ligament: An Anatomic Analysis. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc N Am Int Arthrosc Assoc.* 2016;32(5):835-41.
10. Claes S, Vereecke E, Maes M, Victor J, Verdonk P, Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013;223(4):321-8.
11. Kennedy MI, Claes S, Fuso FAF, Williams BT, Goldsmith MT, Turnbull TL, et al. The Anterolateral Ligament: An Anatomic, Radiographic, and Biomechanical Analysis. *Am J Sports Med.* julio de 2015;43(7):1606-15.

12. Dodds AL, Halewood C, Gupte CM, Williams A, Amis AA. The anterolateral ligament: Anatomy, length changes and association with the Second fracture. *Bone Jt J.* 2014;96-B(3):325-31.
13. 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(2):347-54.
14. Jenny J-Y, Puliero B, Schockmel G, Harnois S, Clavert P. Minimal influence of the anterolateral knee ligament on anterior and rotational laxity of the knee: a cadaveric study. *Eur J Orthop Surg Traumatol Orthop Traumatol.* 2018;28(5):955-8.
15. Kittl C, El-Daou H, Athwal KK, Gupte CM, Weiler A, Williams A, 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(2):345-54.
16. Sonnery-Cottet B, Daggett M, Fayard J-M, Ferretti A, Helito CP, Lind M, et al. Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament – deficient knee. *J Orthop Traumatol.* 2017;18(2):91-106.
17. Daggett M, Busch K, Sonnery-Cottet B. Surgical Dissection of the Anterolateral Ligament. *Arthrosc Tech.* 2016;5(1):e185-188.
18. Monaco E, Lanzetti RM, Fabbri M, Redler A, De Carli A, Ferretti A. Anterolateral ligament reconstruction with autologous grafting: A biomechanical study. *Clin Biomech Bristol Avon.* 2017;44:99-103.
19. 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(13):3089-97.
20. Getgood A, Brown C, Lording T, Amis A, Claes S, Geeslin A, et al. The anterolateral complex of the knee: results from the International ALC Consensus Group Meeting. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2018; doi: 10.1007/s00167-018-5072-6
21. Thein R, Boorman-Padgett J, Stone K, Wickiewicz TL, Imhauser CW, Pearle AD. Biomechanical Assessment of the Anterolateral Ligament of the Knee: A Secondary Restraint in Simulated Tests of the Pivot Shift and of Anterior Stability. *J Bone Joint Surg Am.* 2016;98(11):937-43.
22. Saiegh YA, Suero EM, Guenther D, Hawi N, Decker S, Krettek C, et al. Sectioning the anterolateral ligament did not increase tibiofemoral translation or rotation in an ACL-deficient cadaveric model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(4):1086-92.
23. Guenther D, Rahnama-Azar AA, Bell KM, Irrarázaval S, Fu FH, Musahl V, et al. The Anterolateral Capsule of the Knee Behaves Like a Sheet of Fibrous Tissue. *Am J Sports Med.* 2017;45(4):849-55.
24. Spencer L, Burkhart TA, Tran MN, Rezansoff AJ, Deo S, Catherine S, et al. Biomechanical analysis of simulated clinical testing and reconstruction of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med.* 2015;43(9):2189-97.
25. Guenther D, Irrarázaval S, Bell KM, Rahnama-Azar AA, Fu FH, Debski RE, et al. The Role of Extra-Articular Tenodesis in Combined ACL and Anterolateral Capsular Injury. *J Bone Joint Surg Am.* 2017;99(19):1654-60.
26. Kittl C, Halewood C, Stephen JM, Gupte CM, Weiler A, Williams A, et al. Length change patterns in the lateral extra-articular structures of the knee and related reconstructions. *Am J Sports Med.* 2015;43(2):354-62.
27. Landreau P, Catteeuw A, Hamie F, Saithna A, Sonnery-Cottet B et al. Anatomic study and reanalysis of the nomenclature of the anterolateral complex of the knee focusing on the iliotibial band: Identification and description of the condilar strap. *Orthop J Sports Med.* 2019 Jan 17;7(1):2325967118818064
28. Sonnery-Cottet B, Vieira TD, Ouanezar H.. Anterolateral Ligament of the Knee: Diagnosis, Indications, Technique, Outcomes. *Arthroscopy.* 2019;35(2):302-3.