

ORIGINAL

La reconstrucción bifascicular del LCA

Bifascicular reconstruction of the anterior cruciate ligament

Maestro A ¹, Fernández Lombardía J ¹, Rodríguez L ², Álvarez A ³, del Valle M ⁴

¹FREMAP. Dirección Regional Cantábrica, ²Hospital de Cabueñes, ³Centro Medicina Deportiva, San Sebastián, ⁴Escuela Medicina del Deporte. Universidad de Oviedo.

Resumen

Las técnicas bifasciculares reproducen anatómicamente las inserciones del ligamento cruzado anterior de la articulación de la rodilla y proporcionan mayor control de la inestabilidad multiplanar. Se valoran sus posibles inconvenientes, como son la presencia de dos túneles femorales que dificultan las cirugías de revisión o la necesidad de sistemas de fijación específicos para estas cirugías. El planteamiento preoperatorio exige un mejor estudio biomecánico valorando los patrones de marcha y carrera. Es necesario analizar la calidad de vida tras este tipo de reconstrucciones y conocer con mayor precisión la valoración de la inestabilidad rotacional en la lesión aislada del ligamento cruzado anterior, así como de los seguimientos a largo plazo para evitar el desarrollo de un deterioro articular.

Palabras clave:

Ligamento cruzado anterior – técnica bifascicular.

Abstract

Bifascicular techniques anatomically reproduce the insertions of the anterior cruciate ligament (ACL) of the knee joint, and afford increased control of multiplanar instability. An evaluation is made of the possible inconveniences, such as the presence of two femoral tunnels that complicate revision surgery or the need for specific fixation systems for such interventions. Preoperatively, improved biomechanical study is required, assessing the walking and running patterns. An analysis is likewise required of patient quality of life after reconstructions of this kind, with more precise assessment of rotational instability in isolated damage of the ACL, and long-term follow-up in order to avoid the development of joint deterioration.

Key words:

Anterior cruciate ligament – bifascicular technique.

Introducción

A pesar de que la cirugía reconstructiva del ligamento cruzado anterior (LCA) es homogénea en su técnica y sistematizado el tipo de injerto a utilizar, los diferentes métodos y tipos de fijación y las pautas postoperatorias a emplear, persisten algunos puntos de debate, como son la rotura del LCA en pacientes en fase de crecimiento o con físis abiertas, la elaboración de programas de prevención o la cirugía de revisión tras el fracaso de la plastia. En la última década han surgido nuevos conceptos como el doble fascículo gracias a un mejor conoci-

to biomecánico de la anisometría del ligamento y el comportamiento mecánico del mismo durante el recorrido de la flexo-extensión de la rodilla [1, 2].

En el año 1938, Palmer [3], estableció el concepto anatómico de que el LCA estaba conformado por dos fascículos, cuyas denominaciones basadas en la localización anatómica de su inserción tibial [4], uno anteromedial (AM) o «vertical» y otro posterolateral (PL) u «oblicuo» que tienen un comportamiento mecánico diferente, pero, a la vez, poseen un sinergismo en su actuación, ya que la tensión de sus fibras depende exclusivamente de la posición de la rodilla. Cuando la rodilla está sometida a fuerzas antero-posteriores y rotacionales, el comportamiento de ambos fascículos es diferente, pues se verticalizan y se hacen posteriores progresivamente, según la rodilla se va extendiendo [5-8]. Cuando la rodilla está en extensión el fascí-

Correspondencia

A. Maestro
FREMAP. Dirección Regional Cantábrica
Juan Carlos I, 1. 33212 Gijón
antonio_maestro_fernandez@fremap.es

culo tenso es el PL con una discreta laxitud del AM, con su pico máximo de tensión a los 30°, que decrece a medida que aumenta la del AM con la flexión de la rodilla. Simultáneamente, a medida que la inserción tibial se horizontaliza aumenta exponencialmente la tensión del AM.

Son conocidos los buenos resultados obtenidos tras la reconstrucción monofascicular del LCA [9-15] pero no se puede obviar la ocasional presencia de una inestabilidad residual, que persisten con el transcurso del tiempo, y de cambios degenerativos [16,17] en las rodillas intervenidas. Estos resultados han provocado los intentos de reproducir de la forma mas precisa posible la anatomía y en la cinemática de la rodilla, máxime cuando estudios prospectivos han puesto de manifiesto la gran dificultad de retornar a un idéntico nivel de actividad deportiva tras la cirugía reconstructiva del LCA [18,19].

La realización de una técnica monofascicular [20] presenta unos conceptos técnicos que no mantienen la disposición anatómica de las inserciones del LCA, implicando un punto de entrada tibial intraarticular en la disposición del punto de inserción original del fascículo PL para evitar el choque o roce con la escotadura intercondílea y un punto insercional en el fémur en la inserción anatómica del fascículo AM, buscando la mayor «posteriorización», evitando así mismo el citado choque intercondílea y disponiendo la plastia para evitar su elongación. La reconstrucción monofascicular reproduce el fascículo AM, utilizando la inserción tibial del PL [14,21].

La persistencia de un *pivot-shift* y un resalte rotatorio residual, que se aprecia entre el 11%-30% de las series publicadas [15, 22-25], con mayor frecuencia cuando se utilizan aloinjertos [26] que también se ha puesto de manifiesto cuando se añaden plastias extrarticulares [27] hace que al añadir un segundo fascículo, el PL, a las técnicas habituales de reconstrucción monofascicular sea considerado cuando

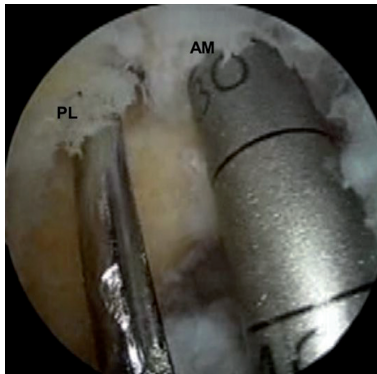


Fig. 1. Tras la localización de las zonas de inserción, fresado del túnel antero – medial (AM) hasta 30 mm de profundidad y colocación de una aguja guía en el póster – lateral (PL).

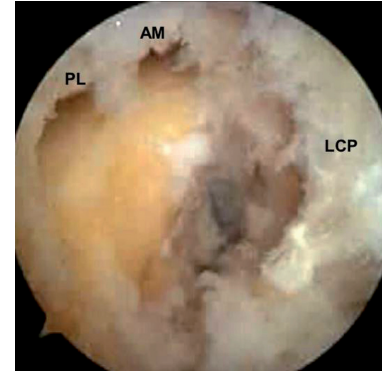


Fig. 2. Visualización de orificios de entrada de los túneles y espacio entre los túneles.

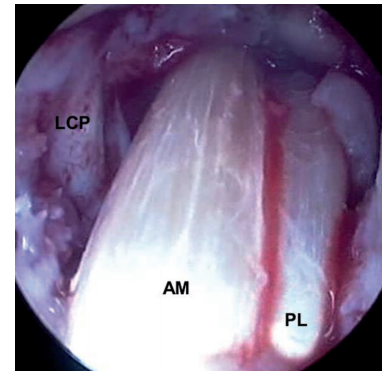


Fig. 3. Reconstrucción bifascicular con autoinjerto de isquiotibiales (AM: m. semitendinoso y PL: m. recto interno).

existen fuerzas de pivotación, giro y contacto, como sucede en ciertos deportes, o cuando en la reconstrucción del LCA hay un déficit de los estabilizadores secundarios, como sucede con las menisectomías o lesiones periféricas asociadas en la proximidades de la extensión completa y en la hiperextensión de la rodilla [4, 28-30].

Al disponer el LCA de dos fascículos, se ha replanteado también una reconstrucción bifascicular, técnica denominada «anatómica» pues reproduce las inserciones de los fascículos, que exige una localización precisa de las inserciones del LCA.

La inserción tibial de ambos fascículos es amplia y presenta un disposición oval con unos rangos entre 9,5 y 13 mm de anchura y 15 a 19 mm de longitud [31-35] y si para la técnica monofascicular la referencia clásica es el borde medial de la espina tibial; la localización de las áreas de ambos fascículos son el cuerno anterior del menisco externo para el fascículo AM y entre 5 y 7 mm por delante del ligamento cruzado posterior para el PL. Por su parte, en la zona femoral, la inserción del LCA presenta una forma constante con un área ovalada y una

disposición en semicírculo, con su zona recta en una disposición anterior y su convexidad o semicírculo hacia el área cartilaginosa posterior en la cara medial o articular del condilo externo [32,36,37], con unas dimensiones entre 8 mm de anchura y 24 mm de longitud. Sin olvidar la referencia clínica de los 5 mm anteriores respecto a la cortical posterior [38] que permite localizar las inserciones y realizar túneles con una profundidad de 30 mm (Figuras 1 y 2).

La imposibilidad de restaurar una cinemática normal en la rodilla, especialmente en el plano rotacional, tras la realización de técnicas monofasciculares [27, 39-43] hace que la reconstrucción bifascicular del LCA sea una técnica que no se puede desdeñar.

El déficit del control rotacional, durante las fases de la carrera y la marcha normal [25], y para obtener un mayor control de la rotación se añadió un fascículo posterolateral a las reconstrucciones del LCA [45,46], definiendo las técnicas de «doble fascículo» o «bifasciculares» mediante la utilización de plastias procedentes del propio paciente (Figura 3) o con aloinjertos (Figuras 4 y 5).

No se han encontrado diferencias entre las técnicas de tipo mono y bifascicular [47,48] analizando los resultados postquirúrgicos de la estabilidad antero-posterior, la recuperación de la fuerza muscular en el muslo o en el control propioceptivo de la articulación de la rodilla. Aunque no se ha efectuado una valoración minuciosa de los parámetros de la escala IKDC ni del «pivot shift». Sin embargo, es necesario ampliar la escotadura cuando se utilizan técnicas en el monofascículo frente al doble fascículo. Así mismo, la técnica bifascicular tiene una serie de ventajas respecto a la monofascicular como son la incorporación biológica de la plastia al hueso en la técnica bifascicular debido al mayor área de contacto, la disminución de la tensión de las plastias en el borde antero-inferior de los túneles y la mayor facilidad para colocar los túneles en la posición

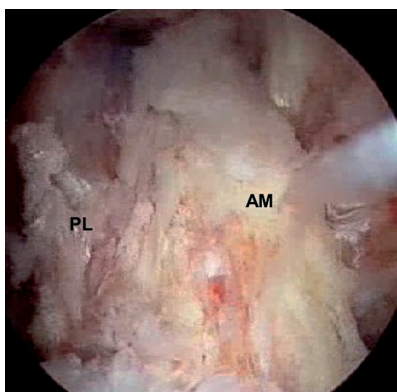


Fig. 4. Reconstrucción bifascicular con aloinjerto de tendón rotuliano.

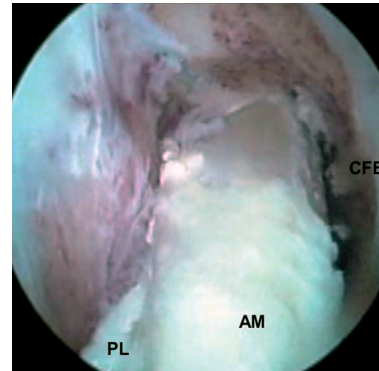


Fig. 5. Reconstrucción bifascicular con aloinjerto de tendón de Aquiles.

ideal –supero-posterior- con menor riesgo de rotura de la cortical posterior.

Se han publicado un amplio número de artículos sobre la técnica bifascicular [8, 49-55]. Sin embargo, requieren mejorar la instrumentación para conseguir una mayor seguridad, facilidad y reproducibilidad de la técnica, y evitar variaciones que puedan ocasionar errores técnicos en la localización, distancia o inclinación de los túneles.

A pesar del claro beneficio que representa una reproducción anatómica de las inserciones del LCA tras la reconstrucción bifascicular, al proporcionar un mayor control de la inestabilidad multiplanar y los posibles inconvenientes que pueden aparecer como son la presencia de dos túneles femorales que dificultan las cirugías de revisión o disponer de sistemas de fijación específicos para estas cirugías, el planteamiento preoperatorio exige un mejor estudio biomecánico para valorar los patrones de marcha, carrera y calidad de vida tras este tipo de reconstrucciones y mayor precisión en la valoración de los conceptos de inestabilidad rotacional en la lesión aislada del LCA y en los seguimientos a la largo plazo para intentar evitar el desarrollo de un deterioro articular. ■

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Li G, DeFrate LE, Sun H, Gill TJ. In vivo elongation of the anterior cruciate ligament and posterior cruciate ligament during knee flexion. *Am J Sports Med* 2004; 32:1415-20.
2. Logan MC, Williams A, Lavelle J, Gedroyc W, Freeman M. Tibiofemoral kinematics following successful anterior cruciate ligament reconstruction using dynamic multiple resonance imaging. *Am J Sports Med* 2004; 32:984-92.
3. Palmer I. On the injuries to the ligaments of the knee joint; clinical study. *Acta Chir Scand* 1938 (suppl 53).

4. Amis AA, Dawkins GP. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament: fibre bundle actions related to ligament replacements and injuries. *J Bone Joint Surg (Br)* 1991;73-B:260-7.
5. Christel P. Ligament croisé antérieur et stabilité rotatoire. *Rev Chir Orthop* 2005; 91:18-22.
6. Gabriel MT, Wong EK, Woo SL, Yagi M, Debski RE. Distribution of in situ forces in the anterior cruciate ligament in response to rotatory loads. *J Orthop Res* 2004; 22:85-9.
7. Sakane M, Fox RJ, Woo SL, Livesay GA, Li G, Fu FH. In situ forces in the anterior cruciate ligament and its bundles in response to anterior tibial loads. *J Orthop Res* 1997; 15:285-93.
8. Shino K, Nakata K, Nakamura N, Mae T, Ohtsubo H, Iwashashi T, et al. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction using two double-looped hamstring tendon grafts via twin femoral and triple tibial tunnels. *Op Tech Orthop* 2005; 15:130-4.
9. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, Biddau F, Sasso F. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts: a prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg (Am)* 2004; 86-A:2143-55.
10. Anderson AF, Snyder RB, Lipscomb AB Jr. Anterior cruciate ligament reconstruction. A prospective randomized study of three surgical methods. *Am J Sports Med* 2001; 29:272-9.
11. Aune AK, Holm I, Risberg MA, Jensen HK, Steen H. Four-strand hamstring tendon autograft compared with patellar tendon-bone autograft for anterior cruciate ligament reconstruction. A randomized study with two-year follow-up. *Am J Sports Med* 2001; 29:722-8.
12. Freedman KB, D'Amato MJ, Nedeff DD, Kaz A, Bach BR Jr. Arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis comparing patellar tendon and hamstring tendon autografts. *Am J Sports Med* 2003; 31:2-11.
13. Herrington L, Wrapson C, Matthews M, Matthews H. Anterior cruciate ligament reconstruction, hamstring versus bone-patella tendon-bone grafts: a systematic literature review of outcome from surgery. *Knee* 2005; 12:41-50.
14. Monllau JC, Cugat R, Hinarejos P, Tey M, Ballester J. Reconstrucción artroscópica del ligamento cruzado anterior sin plastia intercondílea. *Rev Ortop Traumatol* 2002; 46:124-9.
15. Rodríguez Argaiz F, Narváez A, Fernández Gordillo F, Díaz Martín A, de la Varga Salto V, Guerado Parra E. Reconstrucción del ligamento cruzado anterior con semitendinoso y recto interno. *Rev Ortop Traumatol* 2002; 46:317-22.
16. Bach JM, Hull ML, Patterson HA. Direct measurement of strain in the posterolateral bundle of the anterior cruciate ligament. *J Biomechanics* 1997; 30:281-3.
17. Hart A, Buscombe J, malone A, Dowd G. Assessment of osteoarthritis alter reconstruction of the anterior cruciate ligament: a study using single-photon emission computed tomography at ten years. *J Bone joint Surg (Br)* 2005; 87-B:1483-7.
18. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE, Fithian DC, Rossman DJ, Kaufman KR. Fate of the ACL-injured patient: a prospective outcome study. *Am J Sports Med* 1994; 22:632-44.
19. Fithian DC, Paxton EW, Stone ML, Luetzow WF, Csintalan RP, Phelan D, Daniel DM. Prospective trial of a treatment algorithm for the management of the anterior cruciate ligament-injured knee. *Am J Sports Med* 2005; 33:335-46.
20. García-Casas O, Monllau JC, Pelfort X, Puig L, Hinarejos P, Cáceres E. Cirugía del ligamento cruzado anterior sin ingreso hospitalario. *Rev Ortop Traumatol* 2004; 48:426-9.
21. Ristanis S, Giakas G, Papageorgiou CD, Moraiti T, Stergiou N, Georgoulis AD. The effects of anterior cruciate ligament reconstruction on tibial rotation during pivoting after descending stairs. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2003; 11:360-5.
22. Karlson JA, Steiner ME, Brown CH, Johnston J. Anterior cruciate ligament reconstruction using gracilis and semitendinosus tendons. Comparison of through the condyle and over-the-top graft placements. *Am J Sports Med* 1994; 22:659-66.
23. Lerat JL, Chotel F, Besse JL, Moyon B, Binet G, Craviari T, et al. The results after 10-16 years of the treatment of chronic anterior laxity of the knee using reconstruction of the anterior cruciate ligament with a patellar tendon graft combined with an external extra-articular reconstruction. *Rev Chir Orthop* 1998; 84:712-27.
24. Harner C, Phoeling G. Double bundle or double trouble? *Arthroscopy* 2004; 20:1013-4.
25. 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; 32:975-83.
26. Pajares M, Tercedor J, Prados N, Vidal JM. Autoinjerto y aloinjerto en la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. *Rev Ortop Traumatol* 2004; 48:263-6.
27. Giraud B, Besse JL, Cladiere F, Ecochard R, Moyon B, Lerat JL. Intra-articular reconstruction of the anterior cruciate ligament with and without extra-articular supplementation by quadriceps tendon plasty: seven-year follow-up. *Rev Chir Orthop* 2006; 92:788-97.
28. Brucker PU, Zelle BA, Fu FH. Revision after anterior cruciate ligament reconstruction by restoration of the posterolateral bundle. *Operative Techniques in Orthopaedics* 2005; 15:146-50.
29. Fuss F. The restraining function of the cruciate ligaments on hyperextension and hyperflexion in the human knee joint. *Anat Rec* 1991; 230:283-9.
30. Maestro A, Álvarez A, del Valle M, Rodríguez L. Mejoría de la estabilidad rotacional tras la reconstrucción del LCA mediante

- tecnica doble fascículo y monotúnel tibial. Actas del 43º Congreso Nacional SECOT; Octubre 2006. Barcelona; p. 36.
31. Álvarez A, Maestro A, del Valle M. Nuevas perspectivas en el tratamiento de las lesiones del LCA. Estudio anatómico doble túnel. Actas del 25º Congreso Nacional de la Sociedad Española de Rodilla (SEROD); Mayo 2006. Salamanca; p. 51.
 32. Girgis FG, Marshall JL, Monajem A. The cruciate ligaments of the knee joint: anatomical, functional and experimental analysis. *Clin Orthop* 1975; 106:216-31.
 33. Harner CD, Baek GH, Vogrin TM, Carlin GJ, Kashiwaguchi S, Woo SL. Quantitative analysis of human cruciate ligament insertions. *Arthroscopy* 1999; 15:741-9.
 34. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg (Am)* 1985; 67-A:257-62.
 35. Petersen W, Zantop T. Anatomy of the anterior Cruciate Ligament with regard to its two bundles. *Clin Orthop* 2006; 454:35-47.
 36. Duthon V, Barea C, Abrassart S, Fasel J, Fritschy D, Mennetrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2006; 14:204-13.
 37. Giron F, Buzzi R, Aglietti P. Femoral tunnel position in anterior cruciate ligament reconstruction using three techniques: a cadaver study. *Arthroscopy* 1999; 15:750-6.
 38. Arnold MP, Kooloos J, van Kampen A. Single-incision technique misses the anatomical femoral anterior cruciate ligament insertion: a cadaver study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2001; 9:194-9.
 39. Bellier G, Christel P, Colombet P, Djian P, Franceschi JP, Sbihi A. Double-stranded hamstring graft for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2004; 20:890-4.
 40. Georgoulis AD, Ristanis S, Chouliaras V, Moraiti C, Stergiou N. Tibial rotation is not restored after ACL reconstruction with a hamstring graft. *Clin Orthop* 2007; 454:89-94.
 41. Kubo T, Hara K, Sugino T. Anterior cruciate ligament reconstruction using the double bundle method. *J Orthop Res* 2000; 8:59-63.
 42. Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Tsepis E, Moraiti C, Georgoulis AD. Follow-up evaluation 2 years after ACL reconstruction with bone-patellar tendon-bone graft shows that excessive tibial rotation persists. *Clin J Sport Med* 2006; 16:111-6.
 43. Ristanis S, Stergiou N, Patras K, Vasiliadis HS, Giakas G, Georgoulis AD. Excessive tibial rotation during high-demand activities is not restored by anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy* 2005; 21:1323-9.
 44. Kurz M, Stergiou N, Buzzi U, Georgoulis A. The effect of anterior cruciate ligament reconstruction on lower extremity relative phase dynamics during walking and running. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2005; 13:107-15.
 45. Yagi M, Kuroda R, Nagamune K, Yoshiya S, Kurosaka M. Double bundle ACL reconstruction can improve rotational stability. *Clin Orthop* 2006; 454:100-7.
 46. Yasuda K, Kondo E, Ichihara H, Kitamura N, Tanabe Y, Tohyama H, et al. Anatomic reconstruction of the anteromedial and posterolateral bundles of the anterior cruciate ligament using hamstring tendon grafts. *Arthroscopy* 2004; 20:1015-25.
 47. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Kuriwaka M, Ito Y. Reconstruction of the anterior cruciate ligament. Single-versus double-bundle multistranded hamstring tendons. *J Bone Joint Surg (Br)* 2004; 86-B:515-20.
 48. Hamada M, Shino K, Horibe S, Mitsuoka T, Miyama T, Shiozaki Y, Mae T. Single-versus bi-socket anterior cruciate ligament reconstruction using autogenous multiplestranded hamstring tendons with Endobutton femoral fixation: a prospective study. *Arthroscopy* 2001; 17:801-7.
 49. Latermann C, Zelle B, ferreti M, Chhabra A, Fu F. Anatomic double bundle anterior Cruciate Reconstruction. *Techniques in Orthopaedics* 2005; 20:414-20.
 50. Mae T, Shino K, Miyama T, Shinjo H, Ochi T, Yoshikawa H, et al. Single-versus two-femoral socket anterior cruciate ligament reconstruction technique: biomechanical analysis using a robotic simulator. *Arthroscopy* 2001; 17:708-16.
 51. Marcacci M, Molgora AP, Zaffagnini S, Vascellari A, Iacono F, Presti ML. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings. *Arthroscopy* 2003; 19:540-6.
 52. Muneta T, Sekiya I, Yagishita K, Ogiuchi T, Yamamoto H, Shinomiya K. Two-bundle reconstruction of the anterior cruciate ligament using semitendinosus tendon with endobuttons: operative technique and preliminary results. *Arthroscopy* 1999; 15:618-24.
 53. Vidal AF, Brucker PU, Fu FH. Anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction using tibialis anterior tendon allografts. *Op Tech Orthop* 2005; 15:140-5.
 54. Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon: a cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. *J Bone Joint Surg (Am)* 2002; 84-A:907-14.
 55. Zelle BA, Brucker PU, Feng MT, Fu FH. Anatomical double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Med* 2006; 36:99-108.

Conflicto de intereses

Los autores no hemos recibido ayuda económica alguna para la realización de este trabajo. Tampoco hemos firmado ningún acuerdo por el que vayamos a recibir beneficios u honorarios por parte de alguna entidad comercial. Ninguna entidad comercial ha pagado, ni pagará, a fundaciones, instituciones educativas u otras organizaciones sin ánimo de lucro a las que estamos afiliados.