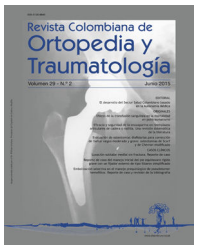
Rev Colomb Ortop Traumatol. 2016;30(3):95–100

Revista Colombiana de Ortopedia y Traumatología
www.elsevier.es/rccot



ORIGINAL

Cirugía de aumento para roturas parciales del ligamento cruzado anterior. Serie de casos

Gustavo A. Rincón[a,*], **Edgar Muñoz Vargas**[b], **Gerardo Villarroel Méndez**[c] y **Alexander Sanmiguel**[c]

[a] *Instructor Asistente de Ortopedia y Traumatología, Servicio de Artroscopia y Cirugía de Rodilla, Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS), Jefe del Servicio de Ortopedia, Hospital de San José, Bogotá, Colombia*
[b] *Profesor Titular de Ortopedia y Traumatología, Jefe del Servicio de Artroscopia y Cirugía de Rodilla, FUCS, Hospital de San José, Bogotá, Colombia*
[c] *Ortopedista y Traumatólogo, Miembro del Equipo de Cirugía de Rodilla, FUCS, Hospital de San José, Bogotá, Colombia*

Recibido el 27 de mayo de 2015; aceptado el 5 de octubre de 2016
Disponible en Internet el 2 de noviembre de 2016

PALABRAS CLAVE
Ligamento cruzado anterior;
Aumento;
Rotura

Resumen
Introducción: Las roturas del ligamento cruzado anterior (LCA) son cada vez más frecuentes y no es raro encontrar pacientes con roturas parciales. Teniendo en cuenta que no hay nada mejor que un ligamento originario, aún no está claro si es útil preservar el haz íntegro del LCA o reconstruir solo el lesionado.
Materiales y métodos: La cohorte prospectiva descriptiva incluyó a pacientes con cirugía de aumento del LCA entre 2008 y 2012 en el Hospital de San José de Bogotá. Se excluyó a aquellos pacientes con patología asociada en cualquier rodilla, con enfermedad inflamatoria articular de base y con artrosis moderada. Se realizó un seguimiento a 2 años postoperatorios con pruebas clínicas y funcionales.
Resultados: Once pacientes incluidos, con una media de edad de 36 años finalizaron el seguimiento. La mayoría eran hombres (8/11). El haz comprometido y el autoinjerto utilizado fueron en el 100% de los casos el posterolateral y hueso-tendón rotuliano-hueso, respectivamente. En la exploración física hubo mejoras en cuanto a las pruebas de Lachman, de desplazamiento del pivote y en el KT-1000. En la escala funcional KOOS *(Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score)* se encontraron mejores puntuaciones medias en las categorías de funcionamiento en actividades cotidianas (87) y dolor (78).
Discusión: El aumento del ligamento cruzado anterior a medio plazo (2 años) ofrece resultados favorables, tanto clínicos como funcionales, similares a los resultados de reconstrucción estándar reportados en la bibliografía.
Nivel de evidencia clínica: Nivel IV.
© 2016 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: garincon@fucsalud.edu.co (G.A. Rincón).

http://dx.doi.org/10.1016/j.rccot.2016.10.008
0120-8845/© 2016 Publicado por Elsevier España, S.L.U. en nombre de Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología.

KEYWORDS
Anterior cruciate ligament;
Augmentation;
Rupture

Augmentation surgery for handling partial tears of the anterior cruciate ligament: Case series

Abstract
Introduction: Ruptures of the anterior cruciate ligament (ACL) are becoming more frequent and it is not uncommon to find patients with partial ruptures. Considering that there is nothing better than a native ligament, it remains unclear whether it is useful to preserve the unscathed bundle and reconstruct only the injured.
Materials and methods: Descriptive prospective cohort included patients with partial ACL rupture who underwent augmentation surgery between 2008 and 2012 at the Hospital of San Jose, Bogota. Patients with any knee pathology associated, with inflammatory joint disease and with moderate osteoarthritis were excluded. At 2-years follow-up, clinical and functional tests were performed.
Results: Eleven patients were enrolled with a median age of 36 years old, being mostly male (8/11). The committed bundle and autograft used were in 100% of cases PL and HTH, respectively. On physical examination, there were improvements in the Lachman test, pivot shift test and in KT-1000. About KOOS functional scale, best medians scores were found in the categories of functioning in daily activities (87) and pain (78).
Discussion: ACL augmentation at medium term of follow up (2 years) provides good clinical results, achieving an adequate joint stability and pain relief, similar to those reported in the literature for standard reconstruction.
Evidence level: IV.
© 2016 Published by Elsevier España, S.L.U. on behalf of Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología.

Introducción

Aunque la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es el sexto procedimiento quirúrgico más realizado en ortopedia, con una tasa de incidencia anual de alrededor de 250.000 cirugías en Estados Unidos, aún existen controversias, como el rol que puede desempeñar el haz indemne en las roturas parciales, especialmente en el marco de la recuperación postoperatoria de la propiocepción, ya que el LCA cumple una función como órgano sensorial al proteger y estabilizar reflejos musculares en la rodilla[1–3].

El ligamento cruzado anterior está compuesto por dos haces, anteromedial (AM) y posterolateral (PL). Biomecánicamente, los dos haces tienen diferentes funciones: el PL se tensa en extensión y bloquea la rotación de la rodilla, mientras que el haz AM se tensa en flexión y bloquea la traslación anterior.

Aunque las lesiones del LCA son completas frecuentemente, también se describen lesiones parciales. Estas se detectan en la resonancia magnética y con frecuencia se presentan con una prueba de Lachman negativa. El diagnóstico definitivo de la rotura de un solo haz se obtiene por visualización directa en la artroscopia, pero se puede sospechar con una exploración física meticulosa y con proyecciones adicionales a la resonancia magnética convencional, como cortes coronales y sagitales oblicuos. Las roturas del haz PL conllevan una inestabilidad rotacional mientras que las que comprometen el haz AM generan inestabilidad anterior de la rodilla[4–6].

Una rotura parcial del LCA es una lesión frecuente, con una frecuencia entre el 10 y el 35% del total de lesiones del LCA en diferentes series: según Ochi[7], el 10%; según Noyes[8], el 28%; según Neyret[9], el 10-28%, y según Liljedahl[10], el 35%; el 18-25% de estos corresponde a roturas aisladas del haz PL. Sin embargo, la incidencia de las roturas parciales del haz PL o AM sintomáticas están reportadas entre el 5 y el 10%[11].

De acuerdo con Fruensgaard[12] y Noyes, el 50 y el 86% de las lesiones parciales, respectivamente, evolucionan hacia una rotura completa en un período variable que puede alcanzar 7 años. Danylchuk[13] reportó que las lesiones parciales se vuelven completas debido a la interrupción del flujo sanguíneo, el cual lleva a la necrosis de las fibras intactas.

Basados en el concepto biomecánico y anatómico de la doble banda, estudios recientes se han centrado en el diagnóstico y tratamiento de las roturas parciales sintomáticas del LCA con el uso de una técnica artroscópica de aumento del haz comprometido[14,15].

Las ventajas de esta técnica incluyen: mejoría de la ligamentización del injerto al optimizar el ambiente biológico, preservación de las fibras nerviosas propioceptivas del haz indemne y facilidad en la ubicación del punto de anclaje del haz a aumentar. Sin embargo, la cirugía es técnicamente más exigente y podría estar relacionada teóricamente con un aumento del riesgo de pinzamiento y de lesiones de tipo cíclope[16–22].

Diversos autores han reportado resultados clínicos del aumento del LCA en roturas parciales. Adachi[23], al igual que Sonnery-Cottet[24] utilizaron un autoinjerto del tendón del semitendinoso con resultados satisfactorios. Ahn[25] y Buda[26] evaluaron resultados a medio plazo con resonancia magnética (RM), con un resultado satisfactorio clínico

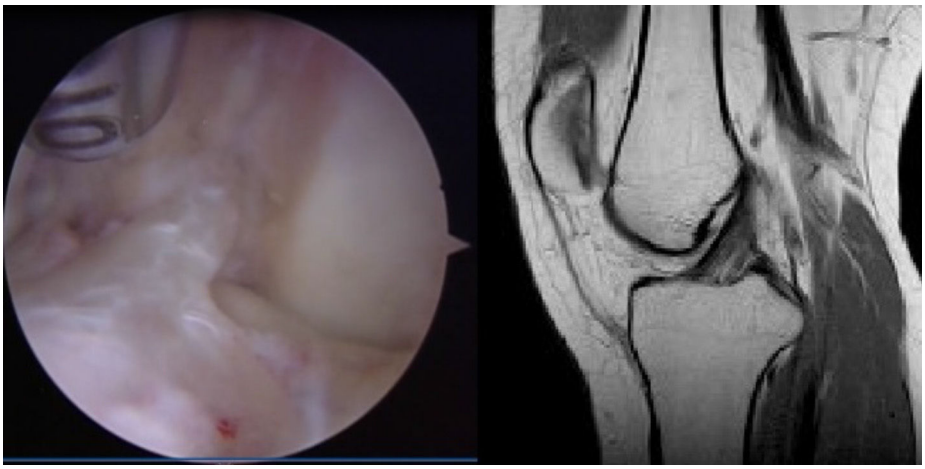


Figura 1 Visión artroscópica y proyección sagital de resonancia magnética, donde se pone de manifiesto la rotura parcial del ligamento cruzado anterior por compromiso del haz posterolateral.

y radiológico. Ochi reportó que los aumentos ofrecieron resultados buenos en relación con la propiocepción postoperatoria, lo que confirmaba que, con la preservación del haz indemne, también se preservaban mecanorreceptores y fibras neurales. Mifune[27] también lo reporta en un modelo animal. Sin embargo, también se han reportado estudios donde no se encuentra evidencia suficiente que respalde esta técnica frente a la convencional, como Chouteau[28] y la revisión sistemática publicada por Maffulli[29].

Recientemente, grandes esfuerzos se han hecho con el objetivo de esclarecer esta incógnita, por lo que el aumento del LCA ha ganado mucha importancia basada en las ventajas biológicas que conlleva. Sin embargo, esta es una técnica quirúrgica altamente exigente y, si se desea introducirla como un procedimiento habitual, es necesario evaluar si es realmente efectiva. Por este motivo se presenta este trabajo de investigación con el objetivo de describir los resultados clínicos postoperatorios y así compararlos con los reportados en la bibliografía con la reconstrucción anatómica convencional de una banda.

Materiales y métodos

En este estudio descriptivo prospectivo de tipo cohorte se incluyó a pacientes a quienes se les había realizado cirugía de aumento del LCA en el Hospital de San José de Bogotá entre diciembre de 2008 y mayo de 2012. Se incluyó a pacientes con diagnóstico de inestabilidad rotatoria anterolateral por rotura parcial del LCA, obtenido de forma clínica, radiológica o intraquirúrgica, esqueléticamente maduros y con rodilla contralateral sana. Se excluyó a pacientes con cirugía o fractura previa en la misma rodilla, lesión ligamentaria asociada, defecto de alineación en miembros inferiores o patología femororrotuliana, enfermedad articular inflamatoria de base y artrosis con lesión condral III-IV de Outerbridge (fig. 1).

Se evaluó a los pacientes en la consulta externa de ortopedia con el artrómetro KT-1000 y posteriormente se les realizó cirugía no antes de 3 semanas después del traumatismo. Durante este período, los pacientes siguieron un protocolo de rehabilitación con el propósito de controlar dolor y ganar arcos de movilidad.

La técnica quirúrgica realizada incluyó exploración física con anestesia (pruebas de Lachman y de desplazamiento del pivote), artroscopia para confirmar sospecha clínica, toma del injerto hueso-tendón rotuliano-hueso (HTH), túneles en fémur y tibia que respetaban el haz íntegro, preparación, avance y fijación de este con tornillos de interferencia en titanio según huella anatómica para el haz comprometido (fig. 2).

En el postoperatorio, los pacientes siguieron rehabilitación con protocolo de 6 meses para reconstrucción estándar del LCA, con inicio de apoyo parcial a tolerancia con dos muletas desde el primer día del postoperatorio. Las actividades deportivas se permitieron al término del protocolo.

A los 2 años se realizó un seguimiento clínico y funcional con valoración en la exploración física con pruebas de Lachman y de desplazamiento del pivote[30], la escala funcional KOOS[31] y el artrómetro KT-1000.

Se describieron características demográficas y clínicas de los pacientes, así como hallazgos intraquirúrgicos, como haz comprometido, injerto utilizado en el aumento y diámetro del taco óseo utilizado.

El análisis estadístico se realizó en el programa Stata 12, que resumía las variables cualitativas con frecuencias absolutas y porcentajes, y las variables cuantitativas con medidas de tendencia central y de dispersión.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética e Investigaciones en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud (FUCS) y fue considerada una investigación sin riesgo según la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Resultados

Durante el período de estudio se realizaron 186 reconstrucciones del LCA y se encontraron 14 pacientes con roturas parciales para una incidencia del 7,5%. No fue posible completar el seguimiento en dos casos y se excluyó del estudio a un tercer paciente por presentar rerrotura del injerto. Al final completaron el seguimiento 11 pacientes.

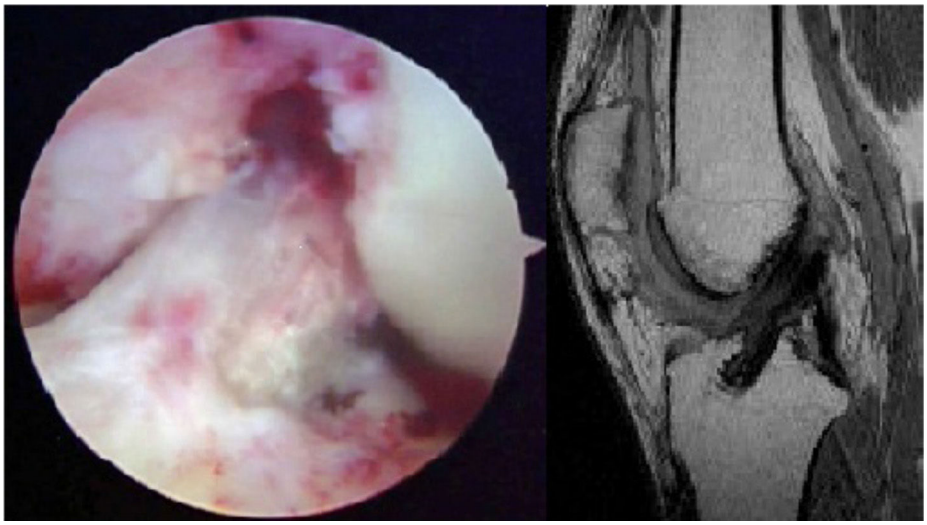


Figura 2 Imagen artroscópica y en resonancia magnética del aumento del haz posterolateral del ligamento cruzado anterior.

Tabla 1 Características basales de la población

	Total n = 11
Características sociodemográficas	
Media de edad (RIQ) años	36 (27-52)
Sexo (%): hombres	8 (72)
Lateralidad (%)	
Derecha	5 (45)
Izquierda	6 (55)

RIQ: rango intercuartílico.

La media de edad del total de pacientes de los cuales se hizo el seguimiento fue 36 años (rango intercuartílico [RIQ]: 27-52). La mayoría eran hombres (8/11). La lateralidad de la lesión fue principalmente izquierda (6/11; tabla 1).

Durante el procedimiento quirúrgico, el haz comprometido fue el PL y el autoinjerto tomado fue HTH en el 100% de los pacientes. Se obtuvieron tacos óseos con diámetro de 7 mm en seis de los casos (tabla 2).

En la etapa prequirúrgica se encontró una prueba de Lachman negativa en 3 pacientes y grado IA en 8; la prueba de desplazamiento del pivote fue de grado 1 en 6 pacientes y en el resto fue de grado 2; el artrómetro KT-1000 mostró una diferencia promedio con la rodilla contralateral de 3,0 mm (DE: 0,8 mm). Al final del seguimiento a 2 años se encontró una prueba de Lachman negativa en 6 pacientes y grado IA en los 5 restantes. La prueba de desplazamiento del pivote fue negativa en la totalidad de pacientes y el artrómetro KT-1000 mostró una diferencia de 2,4 mm (DE: 0,9 mm; tabla 3).

Tabla 2 Hallazgos intraquirúrgicos

	Total n = 11
Haz comprometido (%)	
Posterolateral	11 (100)
Anteromedial	0
Autoinjerto tomado (%)	
HTH	11 (100)
RIQ	0
Cuádriceps	0
Taco óseo obtenido (%)	
7 mm	6 (54,5)
8 mm	4 (36,4)
9 mm	1 (9,1)

HTH: hueso-tendón rotuliano-hueso; RIQ: rango intercuartílico.

Tabla 3 Resultados clínicos prequirúrgicos y posquirúrgicos a 2 años

Exploración física	Total n = 11	
	Prequirúrgico	Posquirúrgico
Lachman (%)		
Negativo	3 (27)	6 (55)
Grado IA	8 (73)	5 (45)
Desplazamiento del pivote (%)		
Negativo	0	11 (100)
Grado 1	6 (55)	0
Grado 2	5 (45)	0
KT-1000 en mm (DE)	3,0 (0,8)	2,4 (0,9)

DE: desviación estándar.

En la evaluación funcional con la escala KOOS, la puntuación media en la categoría de síntomas fue de 79 (RIQ: 71-82), en dolor de 78 (RIQ: 67-89), en funcionamiento en actividades cotidianas de 87 (RIQ: 71-91), en funcionamiento en actividades deportivas y recreación de 65 (RIQ: 55-80) y en calidad de vida de 63 (RIQ: 38-81; tabla 4). No se encontró ninguna complicación de tipo lesión cíclope o artrofibrosis.

Discusión

La rotura completa del LCA es una lesión común. Sin embargo, las roturas parciales han sido reportadas entre el 5 y el 28% del total. Esta lesión parcial es secundaria al hecho de que las dos bandas que forman el LCA tienen

Tabla 4 Resultados funcionales a 2 años

	Total
	n = 11
Escala KOOS Med (RIQ)	
Síntomas	79 (71-82)
Dolor	78 (67-89)
Funcionamiento en actividades cotidianas	87 (71-91)
Funcionamiento en actividades deportivas y recreación	65 (55-80)
Calidad de vida	63 (38-81)

RIQ: rango intercuartílico.

funciones biomecánicamente diferentes a distintos momentos y ángulos de movilidad de la rodilla.

En nuestro estudio se encontraron solo lesiones del haz PL, haz que biomecánicamente está relacionado con la inestabilidad rotatoria, la cual en la vida cotidiana es la más limitante para la actividad física. Clínicamente se manifiesta como una prueba de desplazamiento del pivote positiva y esta última es la única prueba diagnóstica de artrosis a largo plazo en la rodilla.

Un hallazgo importante de este estudio fue encontrar que la incidencia de las roturas parciales del haz PL del LCA fue mayor a la reportada por otros autores. En nuestra casuística se encontró una incidencia del 7,5% del total de 186 cirugías de reconstrucción del LCA durante un período de 3 años y medio, comparado con Ochi, donde describen una incidencia del 2,3% y donde fue más frecuente la lesión parcial del haz AM. Este reporte aporta información de importancia por lo poco común de esta patología aislada.

El diagnóstico de una rotura parcial del LCA en la RM es difícil debido a la coincidencia significativa de sus características en imagen con la rotura completa y necesita, en la mayoría de los casos, cortes adicionales (coronales y sagitales oblicuos). Además, si una rotura parcial se llega a diagnosticar en RM convencional, usualmente no es posible diferenciar qué haz está comprometido, por lo que la exploración con anestesia y la valoración artroscópica del haz indemne, así como la valoración de su tensión, es probable que continúe siendo el factor más importante en la decisión quirúrgica.

La conservación del haz AM no comprometido puede llegar a ser teóricamente beneficiosa para la función de la rodilla, mediante su efecto biológico en la revascularización y reinervación del injerto del LCA, como lo describieron Wu y Fu; además, basados en los estudios inmunohistoquímicos de Lee y Dhillon, donde se demostró la existencia de mecanorreceptores en el remanente o el haz no comprometido en una rotura parcial del LCA, se conserva una función propioceptiva importante que está relacionada directamente con una restauración adecuada de la cinemática articular, una buena rehabilitación y, por ende, mejores resultados funcionales, lo cual coincide con los resultados encontrados en nuestro estudio en la exploración física con las pruebas de Lachman y de desplazamiento del pivote, y mediante el artrómetro KT-1000, que deja clara la adecuada estabilidad articular alcanzada en el postoperatorio.

En cuanto a la escala funcional KOOS, se encontraron resultados buenos a medio plazo de 2 años, con especial mejora en las subescalas de síntomas y funcionamiento en actividades cotidianas con una puntuación de 79 y 87 puntos, respectivamente, lo cual es comparable a algunos reportes[30–33] con las reconstrucciones estándares, donde no se respeta el haz indemne.

Tienen que considerarse las desventajas potenciales de la reconstrucción selectiva de un haz del LCA y deben compararse con la opción de una reconstrucción estándar. Aunque no hayamos presentado complicaciones específicas asociadas con esta técnica durante el seguimiento, son necesarios estudios clínicos a largo plazo para evaluar mejor este aspecto, en particular, el riesgo de artrofibrosis, por tener más tejidos en la escotadura intercondílea. La lesión de tipo cíclope o la limitación para la extensión completa de la rodilla son las posibles complicaciones que no ocurrieron en la presente cohorte. Se tomó un injerto con tacos óseos de un diámetro de 7 mm de la mayoría de los pacientes (55%), lo cual nos lleva a pensar que el tamaño del injerto debe adaptarse para evitar pinzamiento y el desarrollo de una lesión de tipo cíclope. Sin embargo, este problema necesita estudiarse más a fondo debido al bajo número de pacientes analizados.

Para no afectar a los estabilizadores dinámicos de la rodilla, como los músculos isquiotibiales (IQ), se tomó el autoinjerto HTH, con el cual se han reportado resultados funcionales y tasas de rerrotura similar a las técnicas de reconstrucción con isquiotibiales. Además, teóricamente permite mejor integración del autoinjerto (tacos óseos) con el fémur y la tibia y así se accede a una rehabilitación similar a la de una reconstrucción estándar como en nuestra cohorte.

Este trabajo reporta resultados favorables para los pacientes, pero tiene algunas limitaciones y debilidades que deben mencionarse. Por una parte, el pequeño número de pacientes impide generalizar la información; más pacientes podrían permitir la comparación con un grupo control de reconstrucciones estándares. Por la otra, la muestra reportada es heterogénea en cuanto a edad y no se realizó una estratificación según la cronicidad de las lesiones y lesiones asociadas. Por último, no se realizó un protocolo de seguimiento con RM con el fin de analizar la evolución de la intensidad de la señal del injerto y así evaluar el proceso de ligamentización de este. Futuros estudios podrían sobrepasar estas limitaciones y evaluar las dos técnicas directamente.

El aumento del ligamento cruzado anterior a medio plazo (2 años) ofrece resultados favorables, tanto clínicos como funcionales, similares a los resultados de reconstrucción estándar reportados en la bibliografía.

Responsabilidades éticas

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.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Demirağ B, Ermutlu C, Aydemir F, Durak K. A comparison of clinical outcome of augmentation and standard reconstruction techniques for partial anterior cruciate ligament tears. Eklem Hastalik Cerrahisi. 2012;23:140–4.
2. Yasuda K, Kondo E, Kitamura N, Kawaguchi Y, Kai S, Tanabe Y. A pilot study of anatomic double-bundle anterior cruciate ligament reconstruction with ligament remnant tissue preservation. Arthroscopy. 2012;28:343–53.
3. Song GY, Zhang J, Li X, Chen XZ, Li Y, Feng H. Acute anterior cruciate ligament reconstruction with an augmented remnant repair: a comparative macroscopic and biomechanical study in an animal model. Arthroscopy. 2014;30:344–51.
4. Van Dyck P, De Smet E, Veryser J, Lambrecht V, Gielen JL, Vanhoenacker FM, et al. Partial tear of the anterior cruciate ligament of the knee: injury patterns on MR imaging. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012;20:256–61.
5. Borbon CA, Mouzopoulos G, Siebold R. Why perform an ACL augmentation? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012;20:245–51.
6. Siebold R, Fu FH. Assessment and augmentation of symptomatic anteromedial or posterolateral bundle tears of the anterior cruciate ligament. Arthroscopy. 2008;24:1289–98.
7. Ochi M, Adachi N, Uchio Y, Deie M, Kumahashi N, Ishikawa M, et al. A minimum 2-year follow-up after selective anteromedial or posterolateral bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2009;25:117–22.
8. Noyes FR, Mooar LA, Moorman CT, McGinniss GH. Partial tears of the anterior cruciate ligament. Progression to complete ligament deficiency. J Bone Joint Surg Br. 1989;71:825–33.
9. Bicer EK, Lustig S, Servien E, Selmi TA, Neyret P. Current knowledge in the anatomy of the human anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:1075–84.
10. Liljedahl SO, Lindvall N, Wetterfors J. Early diagnosis and treatment of acute ruptures of the anterior cruciate ligament; a clinical and arthrographic study of forty-eight cases. J Bone Joint Surg Am. 1965;47:1503–13.
11. Kazusa H, Nakamae A, Ochi M. Augmentation technique for anterior cruciate ligament injury. Clin Sports Med. 2013;32:127–40.
12. Fruensgaard S, Johannsen HV. Incomplete ruptures of the anterior cruciate ligament. J Bone Joint Surg Br. 1989;71:526–30.
13. Danylchuk KD, Finlay JB, Krcek JP. Microstructural organization of human and bovine cruciate ligaments. Clin Orthop Relat Res. 1978;29:4–8.
14. Park SY, Oh H, Park SW, Lee JH, Lee SH, Yoon KH. Clinical outcomes of remnant-preserving augmentation versus double-bundle reconstruction in the anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2012;28:1833–41.
15. Xu Y, Liu J, Kramer S, Martins C, Kato Y, Linde-Rosen M, et al. Comparison of in situ forces and knee kinematics in anteromedial and high anteromedial bundle augmentation for partially ruptured anterior cruciate ligament. Am J Sports Med. 2011;39:272–8.
16. Ohsawa T, Kimura M, Kobayashi Y, Hagiwara K, Yorifuji H, Takagishi K. Arthroscopic evaluation of preserved ligament remnant after selective anteromedial or posterolateral bundle anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2012;28:807–17.
17. Jung YB, Jung HJ, Siti HT, Lee YS, Lee HJ, Lee SH, et al. Comparison of anterior cruciate ligament reconstruction with preservation only versus remnant tensioning technique. Arthroscopy. 2011;27:1252–8.
18. Lee BI, Min KD, Choi HS, Kwon SW, Chun DI, Yun ES, et al. Immunohistochemical study of mechanoreceptors in the tibial remnant of the ruptured anterior cruciate ligament in human knees. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2009;17:1095–101.
19. Dhillon MS, Bali K, Vasistha RK. Immunohistological evaluation of proprioceptive potential of the residual stump of injured anterior cruciate ligaments (ACL). Int Orthop. 2010;34:737–41.
20. Wu B, Zhao Z, Li S, Sun L. Preservation of remnant attachment improves graft healing in a rabbit model of anterior cruciate ligament reconstruction. Arthroscopy. 2013;29:1362–71.
21. Song GY, Zhang H, Zhang J, Li X, Chen XZ, Li Y, et al. The anterior cruciate ligament remnant: to leave it or not. Arthroscopy. 2013;29:1253–62.
22. Papalia R, Franceschi F, Vasta S, Di Martino A, Maffulli N, Denaro V. Sparing the anterior cruciate ligament remnant: is it worth the hassle. Br Med Bull. 2012;104:91–111.
23. Adachi N, Ochi M, Uchio Y, Iwasa J, Ryoke K, Kuriwaka M. Mechanoreceptors in the anterior cruciate ligament contribute to the joint position sense. Acta Orthop Scand. 2002;73:330–4.
24. Sonnery-Cottet B, Lavoie F, Ogassawara R, Scussiato RG, Kidder JF, Chambat P. Selective anteromedial bundle reconstruction in partial ACL tears: a series of 36 patients with mean 24 months follow-up. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:47–51.
25. Ahn JH, Wang JH, Lee YS, Kim JG, Kang JH, Koh KH. Anterior cruciate ligament reconstruction using remnant preservation and a femoral tensioning technique: clinical and magnetic resonance imaging results. Arthroscopy. 2011;27:1079–89.
26. Buda R, Ferruzzi A, Vannini F, Zambelli L, Di Caprio F. Augmentation technique with semitendinosus and gracilis tendons in chronic partial lesions of the ACL: clinical and arthrometric analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2006;14:1101–7.
27. Mifune Y, Ota S, Takayama K, Hoshino Y, Matsumoto T, Kuroda R, et al. Therapeutic advantage in selective ligament augmentation for partial tears of the anterior cruciate ligament: results in an animal model. Am J Sports Med. 2013;41:365–73.
28. Chouteau J, Testa R, Viste A, Moyen B. Knee rotational laxity and proprioceptive function 2 years after partial ACL reconstruction. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012;20:762–6.
29. Papalia R, Franceschi F, Zampogna B, Tecame A, Maffulli N, Denaro V. Surgical management of partial tears of the anterior cruciate ligament. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2014;22:154–65.
30. Irrgang JJ. Current status of measuring clinical outcomes after anterior cruciate ligament reconstruction: Are we good enough. Oper Techn Sport Med. 2008;16:119–24.
31. Hambly K, Griva K. IKDC or KOOS: which one captures symptoms and disabilities most important to patients who have undergone initial anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2010;38:1395–404.
32. Salavati M, Akhbari B, Mohammadi F, Mazaheri M, Khorrami M. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS); reliability and validity in competitive athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. Osteoarthritis Cartilage. 2011;19:406–10.
33. Paradowski PT, Witoński D, Kęska R, Roos EM. Cross-cultural translation and measurement properties of the Polish version of the Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) following anterior cruciate ligament reconstruction. Health Qual Life Outcomes. 2013;11:107.