

# Reconstrucción Del Ligamento Cruzado Anterior con Tendón Cuadricipital. Evaluación a 5 años Trabajo para Optar a Miembro Titular

Hernán Galán, Daniel Slullitel

Instituto Dr. Jaime Slullitel. Rosario, Santa Fé, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** El propósito de este estudio es evaluar los resultados postoperatorios de la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) utilizando el tendón cuadricipital.

**Método:** Cuatrocientas cuarenta y ocho reconstrucciones de LCA utilizando el tendón cuadricipital fueron evaluados retrospectivamente a los 5 años postoperatorio. Se utilizaron para dicha evaluación escalas funcionales de Lysholm y de IKDC, Escala de Actividad de Tegner y resultados objetivos de traslación tibial anterior (KT1000). Adicionalmente, las complicaciones y comorbilidades fueron también analizadas.

**Resultados:** El Score de Lysholm mejoró en el postoperatorio de 64 a 93.1 puntos promedio. El análisis artrométrico demostró que 389 rodillas (87%) presentaron una diferencia menor a 3mm. Dentro de las comorbilidades un 3.4% de los pacientes presentaron dolor anterior de rodilla en el postoperatorio alejado.

**Conclusión:** La utilización del tendón cuadricipital para la reconstrucción del LCA demuestra ser técnica reproducible, con una mejoría, en los pacientes, tanto subjetiva como objetivamente, con bajas tasas de complicaciones y morbilidades.

**Tipo de estudio:** Serie de casos

**Nivel de Evidencia:** IV

**Palabras Claves:** Ligamento Cruzado Anterior; Tendón Cuadricipital; Todo Adentro

## ABSTRACT

**Introduction:** The purpose of this study is to evaluate the postoperative results of anterior cruciate ligament reconstruction (ACL) using the quadriceps tendon.

**Method:** Four hundred and forty-eight reconstructions of ACL using the quadriceps tendon were retrospectively evaluated at 5 years postoperatively. Functional scales of Lysholm and IKDC, Tegner Activity Scale and objective results of anterior tibial translation (KT1000) were used for this evaluation. Additionally, complications and comorbidities were also analyzed.

**Results:** The Lysholm Score improved in the postoperative period from 64 to 93.1 average points. Arthrometric analysis showed that 389 knees (87%) had a difference of less than 3mm. Among the comorbidities, 3.4% of the patients presented anterior knee pain in the remote postoperative period.

**Conclusion:** The use of the quadriceps tendon for the reconstruction of the ACL proves to be reproducible technique, with an improvement, in patients, both subjectively and objectively, with low rates of complications and morbidities.

**Type Study:** Case series

**Level of evidence:** IV

**Keywords:** Anterior Cruciate Ligament; Quadriceps Tendon; All inside

## INTRODUCCIÓN

La reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA) estabiliza la rodilla, y permite que un gran porcentaje de atletas retornen a su vida deportiva.<sup>1</sup> Sin embargo, el riesgo de re ruptura o la posibilidad de no vuelta al deporte post cirugía del LCA sigue siendo una posibilidad estadísticamente significativa.<sup>2</sup> Existe en los últimos años creciente evidencia de que los pacientes jóvenes pueden tener resultados funcionales menores, y presentan menor tolerancia a la inestabilidad, comparados con pacientes mayores.<sup>3</sup> Existen en la bibliografía unos numerosos estudios que comparan resultados en la reconstrucción con autoinjertos, especialmente en plásticas con tendón rotuliano (HTH) y/o isquiotibiales.<sup>4,5</sup>

En nuestro medio la elección del injerto para la plástica del LCA sigue siendo controversial. A pesar de las morbilidades, bien documentadas, como dolor anterior de rodilla y riesgo de fractura de rótula,<sup>6</sup> el dolor al arrodillarse<sup>7</sup> todavía algunos cirujanos consideran el HTH como el injerto de elección para dicha reconstrucción. Otros consideran mejor opción, los tendones Isquiotibiales (semitendinoso – recto interno) por tener una menor tasa de dolor anterior de rodilla, mejor fuerza de extensión,<sup>8</sup> sin embargo, la debilidad flexora de la rodilla,<sup>9</sup> y la variabilidad en grosor y longitud de los injertos significan un problema.<sup>10</sup>

Otro de los injertos, pero de gran importancia para el objetivo de este trabajo es el tendón Cuadricipital, es en este ámbito el menos estudiado y el menos utilizado para dicha reconstrucción, pero sin embargo podemos avizorar que el uso de dicho tendón se ha incrementado notablemente en los últimos años.<sup>11,12</sup>

La toma de injerto del tendón fue popularizada por

Hernán Galán

galanbernanlisandro@gmail.com

Recibido: Octubre 2019. Aceptado: Noviembre 2019.

Fulkerson y Langeland<sup>13</sup> en 1995, pero debido a aparentes problemas de visualización artroscópica por abrir el fondo de saco, lo extraían de espesor parcial. Desde el 2001 utilizamos para la plástica del LCA el tendón cuadricepsital de espesor completo para la plástica de LCA<sup>14</sup> sin ninguna dificultad por la apertura del fondo de saco, en lo que respecta a la visualización intrarticular o a la extravasación de líquido.

No existe en la bibliografía mundial trabajos a largo plazo sobre los resultados de la plástica LCA con tendón cuadricepsital de espesor completo, este trabajo tiene como premisa fundamental, reportar los resultados de reconstrucciones de LCA con injerto autólogo de tendón cuadricepsital con técnica todo adentro a más de 5 años de seguimiento. Nuestra hipótesis es que el tendón cuadricepsital de espesor completo es una buena opción para la plástica LCA con resultados tanto funcionales como objetivos satisfactorios.

## MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó un trabajo retrospectivo de los pacientes operados de plástica LCA. Se realizó una búsqueda en nuestra base de datos entre enero del 2005 y diciembre de 2012, se realizaron 728 plásticas de LCA, con tendón cuadricepsital de espesor completo y fijación tibial retrograda.

Los criterios de inclusión para este reporte fueron, reconstrucciones primarias y aisladas de LCA sin patología meniscal, con injerto autólogo de tendón cuadricepsital de espesor completo con el taco óseo de polo superior de la rótula en deportistas de Pivot. Se excluyeron: 29 que no eran deportistas, 15 pacientes en los cuales se utilizó injerto de banco cadavérico, 24 pacientes con reconstrucciones multiligamentarias, 89 pacientes a los que no se pudo realizar un correcto seguimiento, 99 casos con lesiones meniscales Grado 3 que requirieron reparación o menisectomía, 24 casos de cirugía de revisión. Los 448 pacientes que cumplían con los criterios de inclusión forman el grupo de estudio. Del total de los 448 pacientes 424 (94,75%) fueron hombres y 24 (5,25%) mujeres, 217 rodillas izquierdas y 231 derechas, 348 (77,8%) injerto homolateral y 100 (22,2%) contralateral, edad promedio 23,2 años (17 - 42), tiempo promedio hasta la cirugía fue de 45 días (15-467 días).

Al momento de evaluar el índice de re-ruptura los pacientes fueron segmentados en dos grupos de acuerdo a la edad al momento de la cirugía, formando un grupo de pacientes Menores de 20 años (n=159) y en mayores de 20 años (n=289). Se realizó esta fragmentación de acuerdo a la edad al momento de la cirugía, debido a que esta reportado en la literatura que pacientes menores de 20 años presentan un riesgo mayor de re-ruptura de la plástica ligamentaria.<sup>15,16</sup>

## Técnica Quirúrgica

Comenzamos con la limpieza del intercondilo, luego y a través del portal anteromedial con flexión de 110 grados de la rodilla con una guía común con offset de 6 mm, en la zona de labrado femoral, como lo describen O'Donnel<sup>17</sup> y Weiler,<sup>18</sup> un orificio de 10 mm, para acomodar un injerto de ese diámetro. Tratamos de profundizar este túnel lo más largo posible.

En ese momento realizamos la extracción del tendón cuadricepsital, por una incisión horizontal del ancho rotuliano en su zona superior. El largo en general lo efectuamos sumando el trayecto intraarticular del LCA más 20 mm del bloque óseo y 25 mm de la zona tendinosa intrafemoral (este largo en general es de 75 mm), utilizamos el espesor completo del tendón cuadricepsital sin reparar en la apertura del fondo de saco. Efectuamos un trenzado tipo Krakow con Fiberwire (Arthrex) 2 en el extremo tendinoso, el extremo óseo que irá en la zona tibial es perforado y también será pasado un Fiberwire (Arthrex) para ser utilizado como sutura guía.

Luego efectuamos el labrado del túnel tibial con la guía tibial retrógrada (Constant Guide - Arthrex). El neo ligamento es fijado por un tornillo interferencial a nivel femoral (Bio Interference Screw - Arthrex); habitualmente tanto a nivel femoral como tibial utilizamos un tornillo 2 mm menor al diámetro del túnel realizado; y a nivel tibial se realiza la fijación con un tornillo biodegradable retrogrado (Retroscrew - Arthrex). La fijación tibial del injerto se realiza con la rodilla en extensión completa. En el caso de la toma contralateral la extracción se realiza de la misma manera previa a la realización de la artroscopia.

## Evaluación

Los 448 pacientes fueron evaluados a los 5 años postoperatorio mínimo, mediante el Internacional Knee Documentation Committee (IKDC), el Score Lysholm; evaluamos también el retorno a la actividad deportiva, mediante la Escala de Actividad Tegner. El desplazamiento anterior de la rodilla operada se midió en forma mecánica con el artrómetro KT-1000(19) y se comparó el resultado con el de la rodilla contralateral sana. Las mediciones se tomaron con la rodilla en 25 grados de flexión y con fuerzas de 20 libras y manual máxima.

## RESULTADOS

### Lysholm

El promedio preoperatorio fue de 64 (50-74) puntos promedio. La evaluación a los 5 años arrojó que un 68,8% de los pacientes tenían valores excelentes (95-100 puntos), un 27,86% presentaba buenos valores (84-94 puntos); y de los restantes pacientes, 15 (3,34%) presentaron un score

de Lysholm regular (P=0.016) (graf. 1).

**IKDC**

*Evaluación Subjetiva*

A los 5 años, el 88% de los pacientes evaluaban su rodilla como normal o casi normal cuando la comparaban con el estado pre-lesional.

**Retorno a la actividad / Tegner Score**

El tiempo promedio para el retorno a la práctica deportiva fue de 7 meses (6.5 -11 meses). El Tegner pre-lesional promedio fue de 8.8 mientras el Tegner final a los 5 años fue promedio de 7.8. Solo un 71.6% de los pacientes retorno a su nivel competitivo pre-lesional (P=0.020) (graf. 2).

**Estabilidad de la rodilla**

A los 5 años, la estabilidad medida mediante el KT-1000 denotó una diferencia lado a lado promedio de 1.1 mm ±1.4 mm. Arrojando el mismo un porcentaje de pacientes con 3 mm o menos de diferencia, que ascendía al 87% del relevo total. En cuanto a pacientes en los que la Laxitud mayor fue de 5 mm, solo la hemos encontrado esta particularidad en un 4% de los casos (graf. 3).

**Rango de movilidad (ROM)**

La movilidad de la rodilla fue normal en un 87% de los pacientes. Desglosando la movilidad postoperatoria observamos que en un 3.6% de los pacientes observamos un déficit de extensión mayor de 5°.

**Comorbilidades y complicaciones**

Al control final, un 3.4% (n=15) de los pacientes, presentaban dolor anterior de rodilla. De estos 15 pacientes 12 presentaban dolor de tipo síndrome femoro patelar, mientras que solo 3 presentaban dolor en la zona de toma injerto (tendinopatía tendón cuadriceps). El total de los 12 pacientes con dolor anterior de rodilla, tipo Síndrome Femoro Patelar, pertenecían al grupo en cual se le extrajo el injerto de la misma rodilla. Mientras que los pacientes los cuales presentaron dolor tipo Tendinopático en el Tendón Cuadriceps, 1 pertenecía a grupo de la toma de injerto contralateral, y los 2 restantes al grupo de la toma del mismo lado.

Entre las complicaciones, 3 pacientes sufrieron fractura patelar al momento de la toma de injerto, la cual requirió una reducción y osteosíntesis, retardando la movilidad inmediata postoperatoria; pero ninguno de estos pacientes tuvo a la evaluación a los 5 años reducción en el rango de movilidad. Además, 1 paciente sufrió una ruptura tardía del tendón cuadriceps, a los 4 años de operado, por

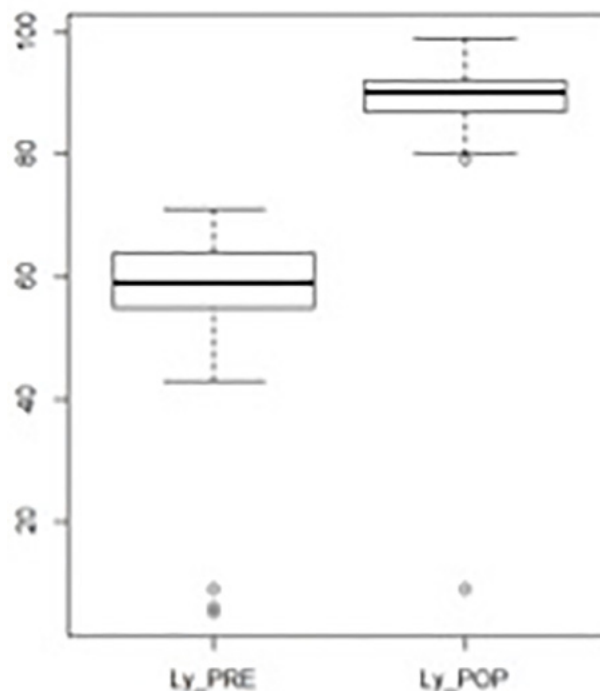


Gráfico 1: Lysholm.

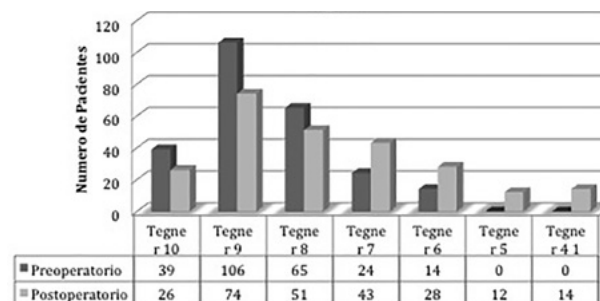


Gráfico 2: Tegner.

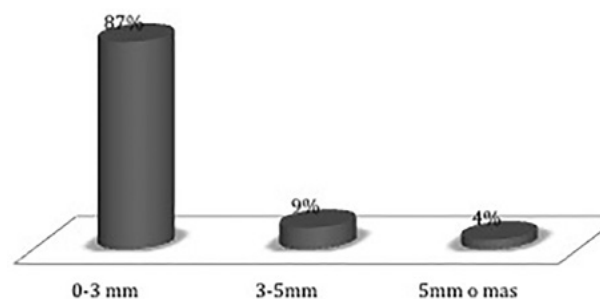


Gráfico 3: KT 1000.

un nuevo trauma de su rodilla. Estas complicaciones ocurrieron en los pacientes a los cuales se le extrajo el injerto de la misma rodilla.

Con respecto a la re-ruptura de la plástica ligamentaria, al control a los 5 años, los pacientes del grupo menores de 20 que habían sufrido re ruptura era de 18 pacientes (11,32%); mientras que en el grupo de los mayores de 20 años fueron 25 (8.65%).

## DISCUSIÓN

La utilización del tendón cuadricepsal de espesor completo para la plástica del LCA demostró resultados de scores funcionales como también evaluaciones de la estabilidad satisfactorios similares a los reportados con otros injertos tales como el HTH o los isquiotibiales, con una baja tasa de complicaciones.<sup>20-23</sup>

A pesar que el tendón Cuadricepsal es una opción de injerto autólogo para la plástica del Ligamento Cruzado Anterior desde la descripción de Marshall en la década del setenta,<sup>24</sup> tiene mucha menos popularidad que el Tendón Rotuliano (HTH). La utilización del tendón cuadricepsal está en pleno crecimiento; en el 2010, Van Eck<sup>11</sup> reportó que solo el 2.5% de los cirujanos utilizaban el tendón cuadricepsal, mientras que en 2014 este porcentaje de elección de este injerto aumentó a un 11% de las reconstrucciones de LCA a nivel mundial.<sup>25</sup>

Estudios biomecánicos que compararon el tendón rotuliano contra el tendón cuadricepsal de espesor parcial (7 mm) mostraron una resistencia significativamente mayor de éste último, fundamentada en el hecho de que está conformado por un 50% más de fibras colágeno. En nuestra serie obtuvimos el injerto de espesor completo (11 mm), lo que implica una ventaja mecánica al respecto,<sup>26,27</sup> mientras que la fuerza residual del mecanismo extensor donante cuadricepsal ha sido mayor en comparación con el tendón rotuliano donante.<sup>28</sup> No existiendo en la literatura, algún trabajo que evalué la fuerza residual cuando el injerto es extraído de la rodilla contralateral.

Scores funcionales son utilizados para la evaluación tanto subjetiva como objetiva de la Plástica. En este trabajo utilizamos el Lysholm Score, el IKDC y la Escala de Tegner para comparar los niveles funcionales tanto objetivos como subjetivos previos y posteriores a la cirugía. Este trabajo arrojó valores de estos scores similares a los descritos en la literatura con la utilización del HTH como injerto autólogo de elección para la plástica del LCA.<sup>20-23</sup> También fue utilizado el KT-1000 para la evaluación objetiva de la estabilidad de la rodilla operada en relación con la no operada. En este trabajo obtuvimos que el 87% de los pacientes presentaban una diferencia lado a lado menor a 3 mm; y solamente un 4% de los pacientes presentaban más de 5 mm de diferencia lado-lado. Resultados similares a los descritos por Shelton,<sup>29</sup> quien reportó 89% de pacientes con menos de 3 mm de diferencia; y un 5,3% de diferencia mayor a 5 mm.

Evaluamos el porcentaje de morbilidades, como el dolor

anterior de rodilla, con la habilidad de caminar de rodilla, como fue descrito por Kartus y colaboradores.<sup>30</sup> Observamos que, al seguimiento final, un 3.4% de los pacientes presentaron dolor anterior de rodilla, dolor el cual no le impedía realizar su vida diaria y deportiva. Lund,<sup>20</sup> en su trabajo comparativo de tendón cuadricepsal versus tendón rotuliano, reportó sobre un total de 26 pacientes a quienes le realizó la plástica de LCA con tendón cuadricepsal, 0% de estos pacientes presentaban dolor anterior de rodilla al año postoperatorio. Es de importancia destacar la baja incidencia de esta morbilidad postoperatoria, existiendo en la bibliografía mundial series de plástica con HTH, que presentan hasta un 44% de dolor anterior, y 48.1% de dolor al estar arrodillado.<sup>7,20,31</sup> No existiendo en la literatura, algún trabajo que evalué el dolor anterior de rodilla cuando el injerto es extraído de la rodilla contralateral.

Diversos registros sobre plástica LCA muestran a la edad del paciente como un factor de riesgo de re ruptura. Datos sacados del registro Danes<sup>15</sup> reportan que los pacientes menores de 20 años al momento de la cirugía primaria, presentan un riesgo mayor (Riesgo Relativo Ajustado de 2.58) de re ruptura de la plástica ligamentaria. Similares resultados fueron reportados por el Registro Noruego,<sup>16</sup> quienes demostraron que la edad es un factor de riesgo de revisión con un Cociente de Riesgo de 4.0 para revisión en el grupo de pacientes jóvenes comparado con el de pacientes mayores (Mayores de 30 años). Con respecto al porcentaje de pacientes los cuales sufrieron re ruptura de la plástica ligamentaria, en nuestro trabajo, observamos que un 11,32% pacientes menores de 20 años había sufrido una re ruptura del LCA.

Uno de los puntos débiles de este trabajo es la falta de grupo comparativo. Otro punto débil para tener en cuenta es que los pacientes operados desde 2005 a mayo 2007, fueron fijados con tornillos de inserción retrograda (Retroscrew), pero la realización del orificio tibial fue realizada de manera anterógrada.

## CONCLUSIÓN

A pesar que El Tendón Cuadricepsal continúa siendo el injerto menos estudiado y menos usado por la mayoría de los cirujanos artroscopistas, la reconstrucción del LCA con este injerto demuestra ser una técnica reproducible y con buenos resultados para restaurar la estabilidad de la rodilla, presentando además un bajo porcentaje de complicaciones y comorbilidades.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ellman MB, Sherman SL, Forsythe B, LaPrade RF, Cole BJ, Bach Jr BR. Return to play following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Am Acad Orthop Surg*. 2015 May;23(5):283e296.
2. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, Feller JA. Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: a systematic review and metaanalysis of the state of play. *Br J Sports*

- Med. 2011;45(7):596e606.
3. Shelbourne KD, Gray T, Haro M. Incidence of subsequent injury to either knee within 5 years after anterior cruciate ligament reconstruction with patellar tendon autograft. *Am J Sports Med* 2009;37:246-251.
  4. Barrett AM, Craft JA, Replogle WH, Hydrick JM, Barrett GR. Anterior cruciate ligament graft failure: A comparison of graft type based on age and Tegner activity level. *Am J Sports Med* 2011;39:2194-2198.
  5. Kaeding CC, Pedroza AD, Reinke EK, Huston LJ, MOON Consortium, Spindler KP. Risk factors and predictors of subsequent ACL injury in either knee after ACL reconstruction: Prospective analysis of 2488 primary ACL reconstructions from the MOON Cohort. *Am J Sports Med* 2015;43:1583-1590.
  6. Carmichael JR, Cross MJ. Why bone-patella tendon-bone grafts should still be considered the gold standard for anterior cruciate ligament reconstruction. *Br J Sports Med* 2009;43:323-325.
  7. Kim SJ, Kumar P, Oh KS. Anterior cruciate ligament reconstruction: Autogenous quadriceps tendon-bone compared with bone-patellar tendon-bone grafts at 2-year follow-up. *Arthroscopy* 2009;25:137-144.
  8. Maletis GB, Cameron SL, Tengan JJ, Burchette RJ. A prospective randomized study of anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 2007;35:384-394.
  9. Samuelsson K, Andersson D, Karlsson J. Treatment of anterior cruciate ligament injuries with special reference to graft type and surgical technique: An assessment of randomized controlled trials. *Arthroscopy* 2009;25:1139-1174.
  10. Goldblatt JP, Fitzsimmons SE, Balk E, Richmond JC. Reconstruction of the anterior cruciate ligament: Meta-analysis of patellar tendon versus hamstring tendon autograft. *Arthroscopy* 2005;21:791-803.
  11. van Eck CF, Schreiber VM, Mejia HA, et al. "Anatomic" anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review of surgical techniques and reporting of surgical data. *Arthroscopy* 2010;26:S2-S12.
  12. Middleton KK, Hamilton T, Irrgang JJ, Karlsson J, Harner CD, Fu FH. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: A global perspective. Part 1. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:1467-1482.
  13. Fulkerson JP, Langeland R. An alternative cruciate reconstruction graft: the central quadriceps tendon. *Arthroscopy*. 1995; 11(2):252-254.
  14. Stullitel D., Blasco A., Periotti G. Full-Thickness Quadriceps Tendon: An easy cruciate reconstruction graft. *Arthroscopy* 2001;17:781-783.
  15. Lind M, Menhert F, Pedersen AB (2012) Incidence and outcome after revision anterior cruciate ligament reconstruction. Results from the Danish Registry for knee ligament reconstructions. *American Journal of Sports Medicine* 40 (7):1551-1557.
  16. Persson A, Fjeldsgaard K, Gjertsen JE, Kjellsen AB, Engebretsen L, Hole RM, JM. F (2014) Increased risk of revision with hamstring tendon grafts compared with patellar tendon grafts after anterior cruciate ligament reconstruction: a study of 12,643 patients from the Norwegian Cruciate Ligament Registry, 2004-2012. *Am J Sports Med* 42 (2):285-291.
  17. O'Donnell J.B., Scerpella T.A. Endoscopic anterior cruciate ligament reconstruction: modified technique and radiographic review. *Arthroscopy* 1995; 577-584.
  18. Stahelin A, Weiler A. All-inside anterior cruciate ligament reconstruction using a semitendinosus tendon and soft threaded biodegradable interference screw fixation. *Arthroscopy* 1997;13:773-779.
  19. Daniel DM, Malcom LL, Losse G, Stone ML, Sachs R, Burks R. Instrumented measurement of anterior laxity of the knee. *J Bone Joint Surg Am* 1985;67(5):720-6.
  20. Lund B, Nielsen T, Faunø P, Christiansen SE, Lind M. Is quadriceps tendon a better graft choice than patellar tendon? A prospective randomized study. *Arthroscopy* 2014;30:593-598.
  21. Kim SJ, Lee SK, Choi CH, Kim S-H, Kim S-H, Jung M. Graft selection in anterior cruciate ligament reconstruction for smoking patients. *Am J Sports Med* 2014;42:166-172.
  22. Han HS, Seong SC, Lee S, Lee MC. Anterior cruciate ligament reconstruction: Quadriceps versus patellar autograft. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:198-204.
  23. Gorschewsky O, Klakow A, Pütz A, Mahn H, Neumann W. Clinical comparison of the autologous quadriceps tendon (BQT) and the autologous patella tendon (BPTB) for the reconstruction of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2007;15:1284-1292.
  24. Marshall JL, Warren RF, Wickiewicz TL, et al. Anterior cruciate ligament: technique of repair and reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. 1979; 143:97-106.
  25. Middleton KK, Hamilton T, Irrgang JJ, Karlsson J, Harner CD, Fu FH. Anatomic anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: A global perspective. Part 1. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2014;22:1467-1482.
  26. Harris NL; Smith DA; Lamoureaux L; et al; Central quadriceps tendon for anterior cruciate ligament reconstruction. Part 1: Morphometric and biomechanical evaluation. *Am J Sports* 1997;25:23-28.
  27. Lee S. M.D; Seong S. M.D; Jo H. M.D; Park Y. M.D; Lee M. M.D; Outcome of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Quadriceps Tendon Autograft; *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2004;20: 795-802.
  28. Adams D. Ph.D; Mazzocca A. M.D; Fulkerson JP. M.D; Residual Strength of the Quadriceps Versus Patellar Tendon After Harvesting a Central Free Tendon Graft; *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 2006;22: 76-79.
  29. Geib TM, Shelton WR, Phelps RA, Clark L. Anterior cruciate ligament reconstruction using quadriceps tendon autograft: intermediate-term outcome. *Arthroscopy*. 2009;25(12):1408-1414.
  30. Kartus J, Movin T, Karlsson J. Donor-site morbidity and anterior knee problems after anterior cruciate ligament reconstruction using autografts. *Arthroscopy* 2001;17:971-980.
  31. Corry IS, Webb JM, Clingeleffer AJ, Pinczewski LA. Arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. A comparison of patellar tendon autograft and four-strand hamstring tendon autograft. *Am J Sports Med* 1999;27:444-454.