

Artículo original

Factores de riesgo y frecuencia de rerrupturas del ligamento cruzado anterior en adultos

Velázquez-Rueda ML,* Martínez-Ávila JP,* Pérez-Serna AG,** Gómez-García F***

Hospital Ángeles Mocol

RESUMEN. *Antecedentes:* El ligamento cruzado anterior (LCA) participa en la regulación de la cinemática articular de la rodilla, por lo que su ruptura debe repararse lo antes posible. El tratamiento quirúrgico está encaminado a la sustitución del LCA roto por un injerto que lo reemplazará tanto anatómica como biomecánicamente. Sin embargo, se pueden presentar diferentes condiciones que produzcan una rerruptura. *Objetivo:* Determinar los factores de riesgo y la frecuencia de las rerrupturas del LCA. *Material y métodos:* Estudio retrospectivo; observamos por tres años los factores de riesgo y la frecuencia de rerruptura del LCA dentro de la población adulta. Se analizaron elementos como la edad, género, antecedentes de trauma, lesiones articulares previas, tipo de reconstrucción previa del LCA, período interquirúrgico, tiempo entre lesión y cirugías y comorbilidades asociadas. *Resultados:* Se obtuvieron 34 pacientes con rerruptura del LCA y 111 reparaciones primarias (145 individuos en total). De las rerrupturas, 31 fueron en hombres con 33 años de edad como promedio, de etiología traumática (85.2%) y con lesiones asociadas (41%). *Conclusiones:* Encontramos una relación estadísticamente significativa para presentar rerrupturas del LCA: género masculino, mecanismo traumático asociado, presencia de lesiones condrales aisladas o de lesiones articulares en conjunto.

Palabras clave: Ligamento cruzado anterior, lesión, factores de riesgo, género.

ABSTRACT. *Background:* The anterior cruciate ligament (ACL) takes part in the knee's articular cinematic regulation, which is why its rupture should be repaired as soon as possible. The surgical treatment is targeted to substitute the ruptured ACL with a graft that recreates the anatomical and biomechanical functions. Nevertheless, there are different factors that may produce a second rupture. *Objective:* To determine the risk factors and frequency of failure in the ACL reconstruction. *Material and methods:* Retrospective study evaluating the frequency and etiology of the failure in the ACL reconstruction in an adult population during a three-year period. Risk factors such as age, gender, trauma background, previous joint injuries, type of the graft previously used, lapse between surgeries, lapse between rupture and surgery and other comorbidities were analyzed. *Results:* We obtained 34 patients with ACL reconstruction failure and 111 with native ACL rupture (145 patients in total). In the ACL reconstruction failure group, 31 were males with an average age of 33 years, produced by a traumatic mechanism (85.2%) and with other associated injuries (41%). *Conclusions:* We found a significant statistical association for graft failure with male patients, traumatic mechanism, isolated cartilage lesions or combined articular injuries.

Key words: Anterior cruciate ligament, injury, risk factor, gender.

Nivel de evidencia: IV

www.medigraphic.org.mx

* Residente de cuarto año de la Especialidad de Ortopedia y Traumatología, Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle. Hospital Ángeles Mocol.

** Médico Ortopedista y Traumatólogo. Hospital Ángeles Roma.

*** Académico titular en la Academia Mexicana de Cirugía. Profesor titular de la Especialidad de Ortopedia en el Hospital Ángeles Mocol por la Universidad La Salle. Coordinador del Centro de Osteoartritis del Hospital Ángeles Pedregal.

Dirección para correspondencia:

María de Lourdes Velázquez-Rueda

Av. Primero de Mayo Núm. 111-2, Col. San Pedro de los Pinos, CP 03800, Deleg. Benito Juárez, Ciudad de México, México.

E-mail: lourdes_v26@hotmail.com

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Introducción

Los ligamentos cruzados forman parte de la regulación cinemática articular de la rodilla,¹ por lo que es indispensable comprender su complejidad anatómica, fisiológica y biomecánica para efectuar reconstrucciones exitosas cuando se presenta una ruptura.² La mayoría de las rupturas del ligamento cruzado anterior (LCA) nativo se producen por lesiones no traumáticas. En Estados Unidos de América la incidencia es de una en 3,000 pacientes; de ellas, 30% son traumáticas y 70% no traumáticas.² Estas lesiones se presentan con mayor frecuencia en mujeres (nueve mujeres: un hombre).³ Los síntomas de las rupturas no traumáticas son chasquido súbito con dolor inmediato, aumento de volumen con sensación de inestabilidad y limitación para las actividades cotidianas. La mayoría de los mecanismos de lesión traumática se producen mediante una rotación enérgica en apoyo monopodálico.^{2,3}

El LCA tiene una vascularidad que va se empobreciendo de proximal a distal; esto explica por qué la atrofia se produce con gran velocidad al romperse en su inserción femoral; por ello es necesario repararlo lo más rápidamente posible.⁴ Esta reconstrucción puede ser total o parcial utilizando injertos de diferentes tipos. Históricamente, las reparaciones se hicieron principalmente con autoinjertos, aunque más tarde se intentaron homoinjertos, xenoinjertos e injertos sintéticos; estos últimos demostraron muy pobres resultados a corto plazo, por lo que han dejado de utilizarse.⁴

Los homoinjertos son los más frecuentemente empleados en la reparación primaria del LCA, sobre todo cuando el individuo presenta problemas para la toma de injertos autólogos (ej.: tendinitis, secuelas de Osgood-Schlatter, etcétera). Aunque los injertos autólogos ofrecen buenos resultados y contamos con diferentes técnicas quirúrgicas, el mayor problema es que se daña una estructura sana al tomarlos.⁴

Los fracasos a largo plazo de la reparación representan entre cinco y 25%; hay reaparición de la inestabilidad entre 0.7 y 8.0%.^{5,6} La etiología de los fracasos puede clasificarse por sus causas: a) técnicas, b) traumáticas y c) biológicas.^{7,8,9}

- a) Las causas técnicas alcanzan hasta 59.3%. Las más frecuentes son la posición incorrecta de los túneles óseos, trocleoplastia inadecuada, tensión insuficiente, fijación escasa y/o el uso de injertos con pobre resistencia.^{7,8,9,10,11,12,13}
- b) Las causas traumáticas de ruptura del injerto se estiman entre cinco y 10% y se dividen en precoces (primeros seis meses) y tardías (después de seis meses). Los fracasos más frecuentes parecen estar relacionados con la presencia de inestabilidad periférica no corregida en la primera intervención; la más frecuente es la posteroexterna.^{7,14}
- c) Las causas biológicas representan 4% y están ocasionadas por retardo o interrupción del proceso de «ligamentización»,^{5,7,8} infección, artrofibrosis, dolor persistente, síndrome de contractura infrapatelar y complicaciones en la zona donadora del injerto.^{7,9,14} Estos eventos están relacionados

en gran medida con el ambiente mecánico y bioquímico articular, como pueden ser la necrosis del injerto, alteraciones en la vascularidad y cambios celulares.^{5,8}

Aunque se conocen bien la etiología y las tasas de falla en la reparación del LCA, en México tenemos escasos datos epidemiológicos relacionados con este problema; por tal motivo, nos fijamos como objetivo determinar los factores de riesgo y la frecuencia de las rerrupturas del LCA en sujetos tratados en nuestra institución.

Material y métodos

Diseñamos un estudio observacional, retrospectivo y descriptivo durante un período de tres años donde se evaluaron los factores de riesgo y la frecuencia de la rerruptura del LCA en adultos tratados en una sola institución. Los criterios de inclusión fueron: individuos mayores de 18 años con diagnóstico de ruptura o rerruptura del LCA que fueron sometidos a reconstrucción del mismo por vía artroscópica, que hubieran sido tratados para la reparación inicial con Endobutton y que contaran con expediente clínico completo. Los criterios de exclusión fueron: menores de edad, personas que no sufrieron rerruptura del LCA evidenciada en la artroscopía de revisión, empleo de métodos distintos a tenosuspensión con Endobutton, injertos hueso-tendón-hueso o con expedientes incompletos. Las variables estudiadas fueron: edad por décadas, género, mecanismo de lesión inicial y de la rerruptura (traumática o atraumática de acuerdo con un interrogatorio dirigido documentado en el expediente), período entre la lesión y la fecha de la cirugía, tipo de injerto (homólogo o autólogo), lesiones meniscales asociadas y comorbilidades tales como tabaquismo, diabetes mellitus tipo 2 e hiperuricemia, entre otras.

Para estudiar los factores de riesgo, la población se dividió en dos grupos: pacientes con ruptura primaria del LCA e individuos con ruptura del injerto del LCA (rerruptura). Los métodos estadísticos empleados fueron determinación de χ^2 para género, tiempo comprendido entre ruptura y cirugía, tipo de injerto y comorbilidades (tabaquismo, hiperuricemia y diabetes mellitus tipo 2) y «T» de Student para edad, lesiones asociadas y tipo de ruptura. Para considerar los datos como estadísticamente significativos se tomó un valor $p < 0.04$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa Stata/SE 12.0 para Windows 2011.

Resultados

Durante el período comprendido entre Marzo de 2012 y Marzo de 2015 se trataron 724 sujetos con artroscopía de rodilla. Las reconstrucciones del LCA se muestran en la *figura 1*.

Al estudiar nuestra población por género, se obtuvieron 75 hombres (67.8%) con rupturas primarias y 36 mujeres (32.1%); en los casos de rerruptura, 31 fueron hombres (91.1%) y tres mujeres (8.8%).

En cuanto a la edad en años, los promedios, desviación estándar y rangos para las personas con rupturas primarias fueron de 33.6 ± 10.0 (18 a 60) y para las rerrupturas, de 33.7 ± 9.2 (18 a 48). La frecuencia por décadas de la vida se muestra en las figuras 2A y B.

En relación con los mecanismos de lesión traumática y atraumática para la ruptura primaria encontramos 97 pacientes (87.3%) con mecanismo de lesión traumática y 14 individuos (12.7%) con mecanismo atraumático; en los casos de rerruptura, 29 sujetos tuvieron mecanismo traumático y cinco (14.7%) atraumático.

El tiempo que pasó entre la ruptura primaria del LCA y la cirugía de reparación tuvo un promedio de $89.3 \text{ días} \pm 78.4$

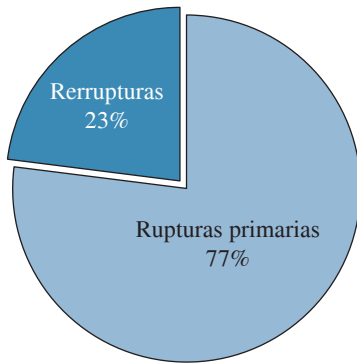
con kurtosis a la derecha (rango de 1-1,461). En los casos de rerruptura, el tiempo promedio en días entre la rerruptura y la reparación de la misma fue $29.5 \text{ días} \pm 14.1$ (rango 1-365) días; sin embargo, la tendencia fue operarlos a los seis meses en el segundo evento de reparación (Figuras 3A y B).

Las preferencias para el uso de tipo de injertos se muestran en la tabla 1.

Se presentaron lesiones asociadas (meniscopatía uni- o bilateral, lesiones condrales o lesiones de los ligamentos colaterales) en 71 (63.9%) de los 111 casos primarios de ruptura. En las 34 personas con rerruptura, las lesiones asociadas se presentaron en 14 casos, que representan 41% (Figuras 4A y B). La lesión más frecuente en ambos grupos fue en el menisco medial.

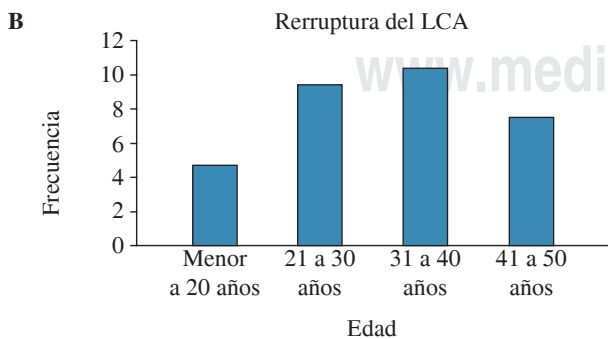
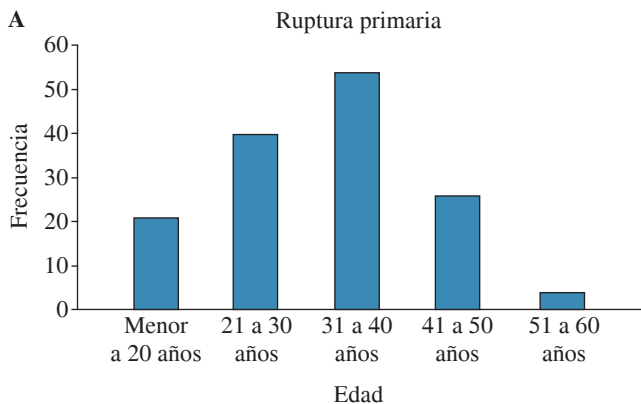
En los resultados de los pacientes con comorbilidades como tabaquismo, diabetes mellitus tipo 2 e hiperuricemia, encontramos 15 individuos (13.8%) asociados con ruptura primaria del LCA y 10 sujetos (20.4%) en rerrupturas.

La tabla 1 muestra un concentrado de valores de las variables estudiadas.

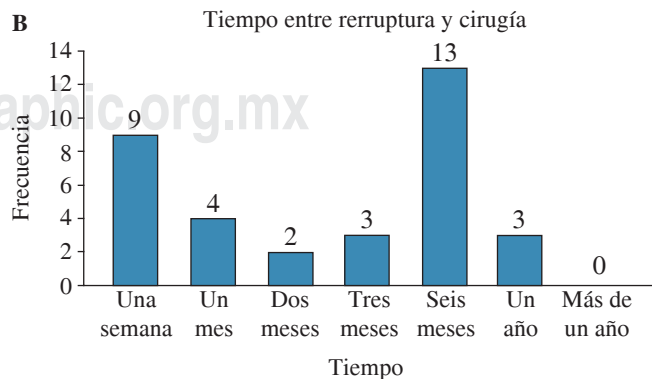
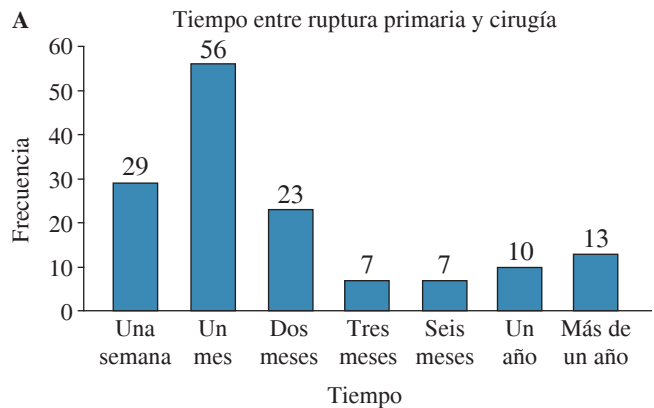


111 casos de rupturas primarias y 34 casos de rerrupturas

Figura 1. Lesiones del LCA.



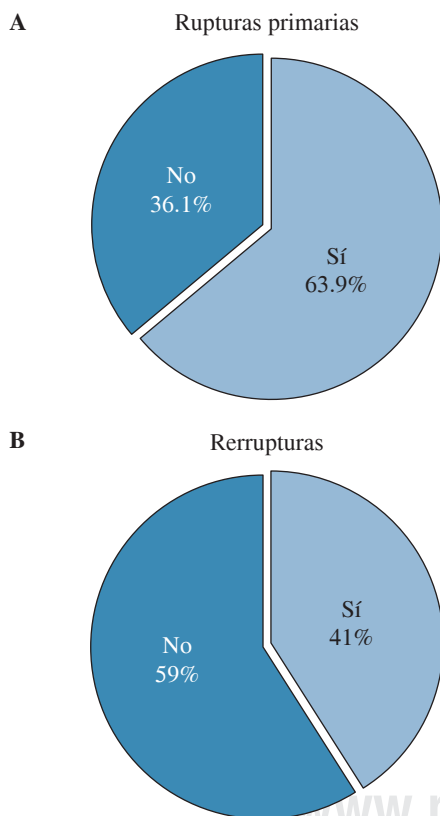
Figuras 2A y B. Distribución de la población por edades.



Figuras 3A y B. Tiempo entre las lesiones y la realización de la cirugía.

Tabla 1. Concentrado de valores de las variables estudiadas.

	Ruptura primaria (n = 111)	Rerruptura (n = 34)	Valor p
Género			
Hombres	74 (67.8%)	31 (91.1%)	0.007
Mujeres	35 (32.1%)	3 (8.8)	
Edad	33.6 años (DE ± 10.0)	33.7 años (DE ± 9.29)	0.096
Mecanismo de lesión			
Traumático	97 (87.3%)	29 (85.2%)	0.001
Atraumático	14 (12.7%)	5 (14.7%)	
Tiempo entre ruptura y cirugía	89.3 días (DE ± 78.4) kurtosis a la derecha	29.5 días (DE ± 14.155)	0.07
Tipo de injerto			
Autólogo	32 (28.8%)	10 (30.3%)	0.87
Homólogo	79 (71.1%)	23 (69.7%)	
Lesiones asociadas:	71 (63.9%)	14 (41%)	0.04
Ligamentos colaterales	18 (16.2%)	7 (20.5%)	0.555
Meniscopatía medial	57 (51.3%)	12 (35.2%)	0.101
Meniscopatía lateral	31 (27.9%)	6 (17.6%)	0.229
Lesión condral	17 (15.3%)	0 (0)	0.015
Otros*	15 (13.8%)	10 (20.4%)	0.038



Figuras 4A y B. Porcentaje de la presencia de lesiones asociadas.

2,782), con fallas clínicas de 10.3% (158 de 1,532), con una falla acumulada de la plastía del LCA de 11.9% (3.2-27%). De la misma manera, Kamien¹⁶ reporta una tasa de rerrupturas reparadas con injertos autólogos de 15.3% (15 de 98 personas). El MARS (*Multicenter ACL Revision Study*) Group¹⁷ refiere una tasa de falla de 28.2% en 1,205 re-

paraciones primarias. En nuestro estudio encontramos una tasa de rerruptura de 23%.

Género como factor de riesgo. En una revisión sistemática realizada por Ryan y colaboradores¹⁸ no se encontraron diferencias en género, por lo que no mostró una predisposición relacionada con esta variable. En nuestro análisis sí existió una clara asociación estadísticamente significativa ($p = 0.007$) a favor del sexo masculino en rupturas primarias y en rerrupturas, por lo que podemos establecer que en esta serie, el género masculino constituye un factor de riesgo.

Edad como factor de riesgo. Los factores de riesgo relacionados con la edad se han estudiado de diversas formas. El Grupo MARS¹⁷ encontró que la edad promedio de la ruptura primaria fue de 26 años (en 1,205 reparaciones).

En estudios hechos por Wasserstein,¹⁹ Kamien y sus respectivos equipos,¹⁶ se reporta un aumento en la incidencia de fallas del injerto en la población menor a 20¹⁹ y 25¹⁶ años, respectivamente. En otro trabajo realizado por Andernord y sus colegas,²⁰ donde se incluyeron 16,930 individuos, se encontró un aumento en el riesgo relativo para presentar rerruptura en sujetos adolescentes. Por otro lado, Maletis y sus colaboradores²¹ hipotetizaron que por cada año de aumento en la edad, el riesgo de revisión por falla del injerto del LCA disminuye 7%. En nuestra investigación, la edad promedio de las reintervenciones fue de 33.7 años. A pesar de que la literatura mundial sugiere que la edad debe considerarse como factor de riesgo, ya que el problema se presenta con mayor frecuencia en individuos más jóvenes, esto no pudo ser demostrado en nuestra población.

Mecanismo de lesión como factor de riesgo. Ma y su grupo demostraron en su estudio con 110 revisiones de LCA que los errores en la técnica son los factores principales para que se presente la inestabilidad del LCA y, por lo tanto, su subsecuente falla; no obstante, el factor traumático tiene mayor importancia para la ruptura.²² Wegrzyn y sus

colegas²³ también encontraron como causa principal de falla la traumática sobre las fallas técnicas. Estos factores se estudiaron en este trabajo, donde se mostró un notable riesgo en los casos en los que la persona tuvo un antecedente traumático ($p = 0.001$). Encontramos cinco casos en donde existió otro tipo de fallas: en dos hubo fallas técnicas al elaborar los túneles (uno tibial y uno femoral), otros dos presentaron una insuficiencia en la fijación a nivel tibial y en un caso se detectó falla en la tensión del injerto.

Tiempo entre ruptura y cirugía como factor de riesgo. De acuerdo con el metaanálisis realizado por Smith y su equipo,²⁴ el tiempo transcurrido entre la ruptura y la cirugía de reparación primaria del LCA no representó diferencia en el desenlace clínico. Así mismo, en otra revisión sistemática, Andernord y sus colaboradores²⁵ concluyeron que no existen diferencias subjetivas ni objetivas relacionadas con los resultados postquirúrgicos dependientes del tiempo en el cual se realizó la cirugía de reconstrucción. En nuestro estudio encontramos un rango de temporalidad muy amplio para realizar la reconstrucción primaria del LCA, desde uno hasta 1,461 días. Durante el análisis estadístico, encontramos estos datos con kurtosis a la derecha debido a la dispersión de estos. Por lo tanto, no podemos establecer que el tiempo entre la ruptura del LCA nativo y la cirugía juegue un factor de riesgo importante para presentar una rerruptura.

Tipo de injerto como factor de riesgo. Los estudios comparativos entre autoinjertos y homoinjertos no han demostrado grandes diferencias entre sí.⁴ Sin embargo, se considera que los autoinjertos tienen mayor similitud en el patrón de lesión con el ligamento nativo. La explicación teórica a esta similitud es que los autoinjertos tienen un menor tiempo de incorporación comparados con los homoinjertos.¹⁰ El *MARS Group* determinó en el proceso de su estudio que no existe una relación entre la ruptura del injerto del LCA y su procedencia, es decir, si es autólogo o cadavérico.¹⁷ Mascarenhas y sus colegas²⁶ realizaron una revisión sistemática de la evidencia existente que sugiere que no existen diferencias en las evaluaciones funcionales ni en las tasas de ruptura en el uso de injertos autólogos u homólogos. En otros estudios con niveles de evidencia más bajos, se ha determinado una tasa de ruptura menor con injertos autólogos, pero una estabilidad mayor en injertos cadavéricos. Durante la investigación y realización de este trabajo notamos una preferencia en el uso del injerto homólogo tanto en reconstrucciones primarias (71.1%) como en la rerruptura (69.7%); sin embargo, no encontramos una relación estadísticamente significativa ($p = 0.87$).

Lesiones asociadas como factor de riesgo. En el estudio de cohorte hecho por Chen y su equipo²⁷ se concluyó que existen más lesiones condrales y meniscales en las cirugías de revisión de plastías del LCA que en las primarias. Por otro lado, Wegrzyn y sus colaboradores²³ demostraron que las lesiones meniscales y la degeneración articular aumentaban proporcionalmente con el número de artroscopías de revisión. En estos dos trabajos^{23,27} no se buscó la relación entre las lesiones asociadas y la rerrup-

tura del LCA, por lo que representan poco valor para el estudio de nuestra variable. En nuestra investigación hubo mayor porcentaje de pacientes con lesiones meniscales, condrales o ligamentarias en los procedimientos primarios del LCA que en las artroscopías de revisión, por lo que logramos establecer que la presencia de lesiones condrales aisladas ($p = 0.015$) o de lesiones de menisco, cartílago y ligamentos en conjunto ($p = 0.04$) es factor de riesgo estadísticamente significativo. No son estadísticamente significativas la lesión aislada de meniscos ($p = 0.101$) ni la de ligamentos colaterales ($p = 0.555$).

Otras comorbilidades como factor de riesgo. Karim y su grupo estudiaron el efecto que tiene el tabaquismo sobre la reconstrucción del LCA²⁸ y encontraron malos resultados postquirúrgicos en el grupo de fumadores comparados con no fumadores. Brophy y sus colegas²⁹ determinaron que la diabetes mellitus tipo 2 es un factor de riesgo para la falla del injerto por estar fuertemente asociada con infecciones. En nuestra investigación, la presencia de comorbilidades tales como tabaquismo, diabetes mellitus tipo 2 e hiperuricemia se mostraron como factores de riesgo al ser estadísticamente significativos ($p = 0.038$) para presentar una rerruptura del LCA.

Conclusiones

En este estudio se encontró que existe una relación estadísticamente significativa entre algunos factores de riesgo, como son el género masculino, mecanismo de lesión traumático asociado, presencia de lesiones condrales aisladas o de lesiones articulares en conjunto. No encontramos relaciones estadísticamente significativas para factores de riesgo tales como la edad, intervalo prolongado entre lesión y reparación, tipo de injerto o presencia de lesiones aisladas de meniscos.

Bibliografía

1. Forriol F, Maestro A, Vaquero MJ: The anterior cruciate ligament: morphology and function. *Trauma Fund MAPFRE*. 2008; 19 (Supl. 1): 7-18.
2. Zantop T, Brucker PU, Vidal A, Zelle BA, Fu FH: Intraarticular rupture pattern of the ACL. *Clin Orthop Relat Res*. 2007; 454: 48-53.
3. Cimino F, Volk BS, Setter D: Anterior cruciate ligament injury: diagnosis, management, and prevention. *Am Fam Physician*. 2010; 82(8): 917-22.
4. Forriol F, Ripoll PL: La reparación del ligamento cruzado anterior: solución de un problema histórico en el siglo XX. *Trauma Fund MAPFRE*. 2012; 23(1): 29-47.
5. Menetrey J, Duthon VB, Laumonier T, Fritschy D: "Biological failure" of the anterior cruciate ligament graft. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008; 16(3): 224-31.
6. Van Dijk RA, Saris DB, Willems JW, Fievez AW: Additional surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: can we improve technical aspects of the initial procedure? *Arthroscopy*. 2008; 24(1): 88-95.
7. Arriaza-Loureda R, Couceiro-Sánchez G, Burgos-Guerra R: Etiología del fracaso de las ligamentoplastias del LCA. *Acta Ortop Gallega*. 2006; 2(1): 29-32.
8. Rincón-Plata GA, Correa-Posada JR, Mejía-González A: Cirugía de revisión para la reconstrucción fallida del ligamento cruzado anterior. *Rev Col Or Tra*. 2012; 26(3): 177-187.

9. Mayr R, Rosenberger R, Agraharam D: Revision anterior cruciate ligament reconstruction: an update. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012; 132(9): 1299-313.
10. Van Eck CF, Kropf EJ, Romanowski JR, Lesniak BP, Tranovich MJ, van Dijk CN, et al: Factors that influence the intra-articular rupture pattern of the ACL graft following single-bundle reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011; 19(8): 1243-8.
11. Van Eck CF, Schreiber VM, Liu TT, Fu FH: The anatomic approach to primary, revision and augmentation anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18(9): 1154-63.
12. 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(7): 708-16.
13. 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(6): 907-14.
14. Cugat-Bertomeu R, Samitier-Solís G, Álvarez-Díaz P, et al: Fracaso de la cirugía del LCA. *Trauma Fund MAPFRE.* 2008; 19 (Supl. 1): 55-75.
15. Crawford SN, Waterman BR, Lubowitz JH: Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2013; 29(9): 1566-71.
16. Kamien PM, Hydrick JM, Replogle WH: Age, graft size, and Tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Am J Sports Med.* 2013; 41(8): 1808-12.
17. MARS Group: Effect of graft choice on the outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction in the Multicenter ACL Revision Study (MARS) Cohort. *Am J Sports Med.* 2014; 42(10): 2301-10.
18. Ryan J, Magnussen RA, Cox CL: ACL reconstruction: do outcomes differ by sex? A systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2014; 96(6): 507-12.
19. Wasserstein D, Khoshbin A, Dwyer T, Chahal J, Gandhi R, Mahomed Net al: Risk factors for recurrent anterior cruciate ligament reconstruction: a population study in Ontario, Canada, with 5-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2013; 41(9): 2099-107.
20. Andernord D, Desai N, Björnsson H, Ylander M, Karlsson J, Samuelsson K: Patient predictors of early revision surgery after anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 16,930 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015; 43(1): 121-7.
21. Maletis GB, Inacio MC, Desmond JL: Reconstruction of the anterior cruciate ligament: association of graft choice with increased risk of early revision. *Bone Joint J.* 2013; 95-B(5): 623-8.
22. Ma Y, Ao YF, Yu JK: Failed anterior cruciate ligament reconstruction: analysis of factors leading to instability after primary surgery. *Chin Med J (Engl).* 2013; 126(2): 280-5.
23. Wegrzyn J, Chouteau J, Philippot R, Fessy MH, Moyen B: Repeat revision of anterior cruciate ligament reconstruction: a retrospective review of management and outcome of 10 patients with an average 3-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2009; 37(4): 776-85.
24. Smith TO, Davies L, Hing CB: Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010; 18(3): 304-11.
25. Andernord D, Karlsson J, Musahl V, Bhandari M, Fu FH, Samuelsson K: Timing of surgery of the anterior cruciate ligament. *Arthroscopy.* 2013; 29(11): 1863-71.
26. Mascarenhas R, Erickson BJ, Sayegh ET, Verma NN, Cole BJ, Bush-Joseph C, et al: Is there a higher failure rate of allografts compared with autografts in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of overlapping meta-analyses. *Arthroscopy.* 2015; 31(2): 364-72.
27. Chen JL, Allen CR, Stephens TE, Haas AK, Huston LJ, Wright RW, et al: Differences in mechanisms of failure, intraoperative findings, and surgical characteristics between single- and multiple-revision ACL reconstructions: a MARS cohort study. *Am J Sports Med.* 2013; 41(7): 1571-8.
28. Karim A, Pandit H, Murray J, Wandless F, Thomas NP: Smoking and reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Bone Joint Surg Br.* 2006; 88(8): 1027-31.
29. Brophy RH, Wright RW, Huston LJ, Nwosu SK; MOON Knee Group, Spindler KP: Factors associated with infection following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 2015; 97(6): 450-4.