

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/351461687>

Estrategias para minimizar el riesgo de infección posterior a una reconstrucción de ligamento cruzado anterior

Article in *Artroscopia* · May 2021

CITATIONS

0

READS

16

4 authors, including:



David Figueroa
Clinica Alemana

150 PUBLICATIONS 1,171 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Francisco Figueroa
Clinica Alemana

88 PUBLICATIONS 566 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Expectativas y aprensiones de los pacientes sometidos a cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior de rodill [View project](#)



Lesiones condrales en RLCA [View project](#)

Estrategias para minimizar el riesgo de infección posterior a una reconstrucción de ligamento cruzado anterior

David Figueroa¹, Francisco Figueroa¹, Marilaura Núñez¹, Vicente Montes²

¹Clínica Alemana-Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

²Universidad del Desarrollo, Santiago, Chile

RESUMEN

La artritis séptica es una complicación poco común después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA), por lo que las estrategias de prevención no han sido estudiadas extensamente. Esta revisión se enfocará en la recopilación de diferentes estrategias publicadas para la prevención de infección del LCA postoperatoria. Hay estudios que muestran aumento del riesgo de infección en consumidores de tabaco. El uso de antibióticos intravenosos preoperatorios profilácticos debería ser parte del manejo habitual de todos los pacientes que se sometan a una artroscopia de rodilla. No existe evidencia de los beneficios del uso de drenajes intraarticulares, por lo que deben evitarse. La literatura sugiere que el autoinjerto del tendón patelar tiene menor riesgo de infección que los otros injertos, por lo tanto, se recomienda su uso si se quiere minimizar la tasa de infección después una reconstrucción del LCA. La implementación de un protocolo clínico mejora significativamente la calidad del cuidado de los pacientes que se someten a una reconstrucción del LCA, disminuyendo las tasas de infección. La irrigación de gentamicina en solución podría tener un efecto protector para el desarrollo de artritis séptica después de la reconstrucción artroscópica del LCA, pero se necesitan más estudios para confirmar su efectividad. La inmersión previa de los injertos con vancomicina ha demostrado reducir drásticamente la tasa de infección después de una reconstrucción del LCA y especialmente cuando se realiza una reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendones de los isquiotibiales.

Palabras Claves: LCA; Artritis Séptica; Vancomicina; Prevención.

ABSTRACT

As septic arthritis after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction is an uncommon complication, information on prevention strategies has not been extensively studied before. This review will focus on collecting different published strategies for prevention of post-operative ACL infection. Regarding tobacco use, there is evidence that it increases the risk of infection; therefore, its use should be strongly discouraged. Preoperative intravenous antibiotics should be the standard of care of any patient undergoing an arthroscopic procedure in the knee. Intra-articular drains have no positive evidence for its use and therefore should be avoided. The literature suggests that patellar tendon autograft has the lowest risk of infection of any graft, recommending its use if the infection rate after ACL reconstruction wants to be minimized. Implementing a clinical pathway significantly improves the quality and consistency of care for patients undergoing ACL reconstruction and decreases the infection rates. Gentamicin irrigation solution may have a protective effect against septic arthritis development following arthroscopic ACL reconstruction, but more studies are needed to confirm its usefulness. Vancomycin presoaking of the grafts has shown to dramatically reduce the infection rate after ACL reconstruction and its use is strongly recommended especially when performing hamstrings autograft ACL reconstruction.

Key words: ACL; Septic Arthritis; Vancomycin; Prevention.

INTRODUCCIÓN

La artritis séptica de rodilla después de una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es una complicación poco frecuente pero grave, con una incidencia reportada en la literatura del 0.14% al 1.7%.^{1, 2} Incluso con el mejor tratamiento, existe un riesgo de daño al cartílago articular, de pérdida del injerto,³ riesgo de disfunción articular a largo plazo por laxitud ligamentosa, artritis postinfecciosa o artrofibrosis.⁴⁻⁶ Históricamente, a pesar de la gravedad de esta complicación, existe poca información sobre los mejores métodos para su prevención.^{7, 8}

En un intento de abordar esta falta de información, esta

revisión se centrará en la recopilación de diferentes estrategias publicadas en la literatura para la prevención de la infección del LCA postoperatorio, en un esfuerzo por proporcionar las mejores recomendaciones para disminuir esta grave complicación.

CONSUMO DE TABACO

Está demostrado que el consumo de tabaco es una de las principales causas prevenibles de morbilidad y mortalidad.⁹ En el estudio de Cancienne et al.¹⁰ compararon la tasa de incidencia de infección de 1659 fumadores que se sometieron a una reconstrucción del LCA, en comparación con 11699 controles pareados, se demostró que la incidencia era significativamente mayor en los pacientes fumadores (2%) que en los controles (0.9%). Brophy et al.,¹¹ en un estudio compuesto por la cohorte del Multicenter Or-

Vicente Montes

vmontesa@udd.cl

Recibido: Enero de 2021. Aceptado: Febrero de 2021.

thopaedic Outcomes Network (MOON), identificaron un mayor riesgo de infección entre los fumadores en comparación con quienes no lo eran, pero este no alcanzó la significancia estadística. Por el contrario, Westermann et al.,¹² en 6398 reconstrucciones de LCA, no encontraron ninguna asociación entre el consumo de tabaco y el riesgo de infección. A pesar de este último estudio, considerando la evidencia previa disponible, se puede concluir que el cese del consumo de tabaco es de gran importancia para aquellos que se someten a una reconstrucción del LCA y debe recomendarse a todos los pacientes antes de la cirugía.

PROFILAXIS CON ANTIBIÓTICOS INTRAVENOSOS

En una revisión sistemática reciente,¹³ compuesta de diecinueve estudios y 4962 pacientes que se sometieron a artroscopía de rodilla para diferentes procedimientos, se estudió la eficacia de la profilaxis con antibióticos intravenosos. En el caso de aquellos que no se sometieron a procedimientos con injerto, hubo veintisiete casos de artritis séptica postoperatoria en 34487 pacientes (0.08%) que recibieron antibióticos profilácticos, y dieciséis casos en 10911 (0.15%) que no recibieron ninguno. Teniendo en cuenta esta información, el uso de antibióticos intravenosos preoperatorios debería ser la norma ante cualquier paciente que se someta a un procedimiento artroscópico de rodilla. Lamentablemente, con respecto a la reconstrucción del LCA, determinaron que debía considerarse por separado, ya que en la literatura no se encontraron publicaciones de reconstrucción del LCA sin uso de antibióticos profilácticos. Por lo tanto, el manejo debería ser el mismo que para la artroscopía de rodilla convencional.

No hay evidencia fuerte de que el uso profiláctico prolongado de antibióticos por más de veinticuatro horas disminuya el riesgo de infección postoperatoria.¹⁴ A pesar de ello, en una encuesta reciente a cirujanos suecos,¹⁵ se observó que un 3% de los encuestados utilizaban profilaxis antibiótica prolongada en todos los casos y un 38% los utilizaba según su evaluación del riesgo de infección postoperatoria. El factor que más influyó en su uso fue la duración de la cirugía. Esto coincide con la literatura que demuestra un mayor riesgo de infección en una cirugía más larga.¹⁶

En la cirugía de rodilla, el antibiótico descrito en la literatura es una cefalosporina de primera generación (a menos que el paciente sea alérgico) al menos diez minutos antes de inflar el torniquete, quince a veinte minutos antes de la incisión en la piel, o treinta a sesenta minutos antes del comienzo del procedimiento.^{17, 18}

USO DE DRENAJE ARTICULAR

El uso de drenaje articular y su impacto en el riesgo de infección postoperatorio después de una reconstrucción del LCA sigue siendo controversial. Una revisión sistemática de 2007, que incluyó solo estudios randomizados,¹⁹ concluyó que no había diferencias en la ocurrencia de complicaciones al utilizar, o no, un drenaje intraarticular con respecto a la cicatrización de heridas, infecciones o el número de aspiraciones para la hemartrosis. Debido a esta información, los autores recomiendan no utilizar un drenaje después de la reconstrucción del LCA.

Más recientemente, Sever,²⁰ en un estudio retrospectivo, demostró que los drenajes colocados en la incisión de la recolección del injerto podrían proteger contra la infección después de una reconstrucción del LCA con tendones de los isquiotibiales (3.9% de artritis séptica contra 0.2% de artritis séptica cuando se usa un drenaje). Considerando que la mayor parte de la información disponible no respalda el uso de un drenaje intraarticular,¹⁹ la recomendación es evitar su uso. En cuanto a su empleo en el lugar de la recolección del injerto, se necesitan más estudios para determinar su eficacia y seguridad antes de recomendarlo.

ELECCIÓN DEL INJERTO

Maletis y otros publicaron recientemente un estudio sobre las diferencias en la incidencia de infección después de una reconstrucción del LCA según el tipo de injerto utilizado.²¹ En el estudio se revisaron 10626 casos del Registro "Kaiser Permanente Anterior Cruciate Ligament Reconstruction". La incidencia global de infecciones en el sitio quirúrgico fue de 0.48% (n = 51), con diecisiete (0.16%) infecciones superficiales y treinta y cuatro (0.32%) profundas. Los autoinjertos de tendón de los isquiotibiales (n = 20; 0.61%) tuvieron una mayor incidencia de infecciones profundas, mientras que los autoinjertos de tendón patelar (TP) presentaron una incidencia menor del 0.07% (n = 2) y los aloinjertos del 0.27% (n = 12). Después de ajustar por edad, sexo e índice de masa corporal, la probabilidad de que un paciente con un autoinjerto de tendón de los isquiotibiales tenga una infección profunda es 8.24 veces mayor que la del paciente que recibe un autoinjerto de TP. El riesgo de infecciones en los aloinjertos no fue estadísticamente significativo sobre los autoinjertos de TP.

No está claro por qué los injertos de tendones de los isquiotibiales tienen un mayor riesgo de infecciones. Hantes et al.²² evaluaron la contaminación bacteriana de los autoinjertos en el momento de la implantación: encontraron que el 13% de los autoinjertos de tendón de los isquiotibiales tenían cultivos bacterianos positivos, mientras que los autoinjertos de TP solo tenían un 10%.

Plante et al.²³ encontraron un 23% de cultivos positivos en autoinjertos de tendón de los isquiotibiales. Guelich et al.²⁴ observaron cultivos positivos en el 9.7% de los aloinjertos. Pérez-Prieto et al.²⁵ demostraron que la contaminación de los injertos de tendones de los isquiotibiales se produce durante la recolección (4% de los casos) o durante la preparación del injerto (10% de los casos). Los autoinjertos de tendones de los isquiotibiales podrían tardar más en prepararse que los autoinjertos de TP, o los aloinjertos (especialmente con las nuevas técnicas de 5 o 6 hebras),^{26, 27} aumentando el tiempo para la contaminación durante la preparación del injerto.^{28, 29} Considerando esto, la evidencia recomienda el uso de autoinjerto de TP si se quiere minimizar el riesgo de infección. En un estudio en el que se describen seis registros internacionales,³⁰ se observó que los tendones de los isquiotibiales son el principal injerto en la mayoría de los países europeos (rango 92.3%–99.4%), mientras que en Estados Unidos es más frecuente el uso de aloinjertos.

PROTOCOLO CLÍNICO

En 2013, Sechriest y otros³¹ publicaron los resultados de un protocolo clínico para reducir la tasa de infección después de la reconstrucción del LCA. Durante 2008, su centro tuvo una incidencia anual de infecciones del LCA del 4.4%, lo que terminó con la suspensión temporal de la cirugía de LCA en ese centro y la creación de un grupo de trabajo para:

1. Identificar los factores de riesgo de infección o los vínculos epidemiológicos entre los casos.
2. Revisar el ambiente y los procesos en busca de posibles fuentes de infección.
3. Actualizar las prácticas perioperatorias existentes de acuerdo con las recomendaciones vigentes, basadas en la evidencia para reducir el riesgo de infección del sitio quirúrgico.

Esas medidas condujeron al desarrollo de un protocolo para los pacientes y los médicos. Se compararon las tasas de artritis séptica de rodilla antes y después de su implementación. No se encontró ningún factor de riesgo consistente, o vínculo epidemiológico, entre los casos de artritis séptica de rodilla, aparte del tiempo y lugar de la reconstrucción del LCA. La revisión del proceso identificó deficiencias en la descontaminación y esterilización de algunos instrumentos quirúrgicos; específicamente, el grupo de trabajo encontró que el 35% de los casos de infección después de una reconstrucción del LCA estaba asociado con el uso de esterilización rápida. La aplicación del protocolo incluyó la realización de exactamente los mismos cuidados perioperatorios en todos los pacientes, el alta temprana y no utilizar la esterilización rápida (prohibición de ope-

rar más LCA que las bandejas disponibles en el día), entre otros. Su implementación redujo la tasa de artritis séptica de rodilla después de una reconstrucción de LCA de un 1.96% (veinticuatro casos en 1226 entre 2002 y 2008) a un 0% (cero casos en quinientas entre 2008 y 2011).

De esta experiencia se puede concluir que la aplicación de un protocolo clínico mejora significativamente la calidad y consistencia del cuidado de pacientes que se someten a una reconstrucción del LCA, demostrada por la disminución significativa de artritis séptica de rodilla.

IRRIGACIÓN CON GENTAMICINA

En 2019, Yazdi et al.³² publicaron la segunda parte de un estudio realizado para evaluar el efecto de la irrigación con solución de gentamicina para la prevención de artritis séptica tras la reconstrucción artroscópica del LCA (la primera parte se publicó en 2014 con menos pacientes, pero no se obtuvo una significancia estadística).³³ Se incluyeron 1464 pacientes con reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendón de los isquiotibiales dentro de un período de siete años (febrero de 2008 a enero de 2015). Los pacientes se dividieron en dos grupos, según el tipo de solución de irrigación intraarticular utilizada en la cirugía. Ciento setenta y siete recibieron irrigación intraarticular con solución salina (0.9% de cloruro de sodio), mientras que 1287 pacientes recibieron irrigación intraarticular con solución salina + gentamicina (80 mg/L).

En total, siete pacientes desarrollaron artritis séptica, de los cuales cuatro fueron del grupo de solución salina (2.2%) y tres del grupo de gentamicina (0.23%), lo que fue estadísticamente significativo. La conclusión fue que la solución de irrigación con gentamicina tuvo un efecto protector para el desarrollo de artritis séptica después de una reconstrucción artroscópica del LCA. En este estudio no se reportaron efectos de toxicidad, pero se debe considerar el posible efecto tóxico de la gentamicina en el cartílago humano y su toxicidad a largo plazo.

INMERSIÓN PREVIA DE LOS INJERTOS EN VANCOMICINA

Según la evidencia, la contaminación del injerto podría ser la principal causa de artritis séptica postoperatoria. Con el fin de reducir este riesgo, Vertullo et al. describieron, en 2012, la técnica de "envoltura con vancomicina".³⁴ La práctica consiste en envolver con una gasa previamente empapada en una solución de 100 ml de solución salina y 500 mg de vancomicina en polvo (5 mg/ml) alrededor del injerto ya preparado, mientras el cirujano realiza la parte artroscópica de la reconstrucción del LCA. El primer estudio mostró una disminución de la tasa de infec-

ción en la reconstrucción del LCA de un 1.4% al 0%. En los años siguientes, aparecieron varios estudios que usaban el mismo método, todos ellos confirmando los resultados de Vertullo.³⁵

El fundamento del uso de la vancomicina radica en sus propiedades farmacocinéticas, que la convierten en un fármaco ideal.⁴⁴ Estas incluyen una baja alergenicidad, estabilidad térmica, seguridad para el uso local y un gran volumen de distribución. Además, tiene una acción bactericida contra microorganismos comensales de la piel como el *Staphylococcus Aureus* y los estafilococos coagulasa negativos: los patógenos más comunes en la infección de reconstrucción del LCA.²

Hasta la fecha, el único caso de artritis séptica después de la reconstrucción del LCA utilizando vancomicina antes del injerto fue reportado por Baron et al.⁴³ Lamentablemente, la demografía y las características del paciente no se describen en el estudio, pero a pesar de ese caso específico, la tasa de infección fue diez veces menor tras la reconstrucción del LCA en comparación con placebo (1.2% frente a 0.1%).

En cuanto a la seguridad biomecánica del uso de la vancomicina, Schüttler et al. publicaron un modelo de tendón porcino en el cual no se observaron signos de deterioro biomecánico de los tendones flexores después de una envoltura con vancomicina a una concentración de 1 a 10 mg/ml durante diez o veinte minutos.⁴⁵ Jacquet et al. utilizaron treinta injertos del semitendinoso de donantes vivos (tomando 6 cm del semitendinoso si era más largo que los túneles del LCA) y demostraron que,

después de ser sumergidos en una solución de vancomicina de 5 mg/ml, no se alteraron las propiedades biomecánicas del injerto de tendón en comparación con el grupo de control.⁴⁶

Teniendo en cuenta los diferentes estudios sobre el empleo de esta técnica, hay evidencia suficiente para recomendar su uso, especialmente al realizar la reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendones de los isquiotibiales. A pesar de sus resultados positivos en diversos trabajos, todavía no es ampliamente utilizada. Por ejemplo, en una encuesta realizada a cirujanos suecos se observó que solo un 8% de ellos, que representan el 13% de las cirugías, utilizaban injertos sumergidos en vancomicina.¹⁵

CONCLUSIÓN

Como la artritis séptica tras una reconstrucción del LCA es una complicación poco frecuente, la información sobre las estrategias de prevención no han sido estudiadas exhaustivamente. Las recomendaciones que se pueden hacer a partir de la evidencia disponible son:

4. Se deben utilizar antibióticos profilácticos IV en todos los casos.
5. Si es posible, utilizar autoinjerto de TP.
6. Promover los protocolos clínicos y manejar de la misma manera a todos los pacientes.
7. Se recomienda fuertemente la inmersión previa de los injertos con vancomicina, especialmente cuando se realiza la reconstrucción del LCA con autoinjerto de tendones isquiotibiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. Indelli PF; Dillingham M; Fanton G; Schurman DJ. Septic arthritis in postoperative anterior cruciate ligament reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*, 2002; (398): 182-8.
2. Viola R; Marzano N; Vianello R. An unusual epidemic of Staphylococcus-negative infections involving anterior cruciate ligament reconstruction with salvage of the graft and function. *Arthroscopy*, 2000; 16(2): 173-7.
3. Kohn D. Unsuccessful arthroscopic treatment of pyarthrosis following anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 1988; 4(4): 287-9.
4. Fong SY; Tan JL. Septic arthritis after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Ann Acad Med Singap*, 2004; 33(2): 228-34.
5. McAllister DR; Parker RD; Cooper AE; Recht MP; Abate J. Outcomes of postoperative septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 1999; 27(5): 562-70.
6. Monaco E; Maestri B; Labianca L; et al. Clinical and radiological outcomes of postoperative septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Orthop Sci*, 2010; 15(2): 198-203.
7. Judd D; Bottoni C; Kim D; Burke M; Hooker S. Infections following arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2006; 22(4): 375-84.
8. Mouzopoulos G; Fotopoulos VC; Tzurbakis M. Septic knee arthritis following ACL reconstruction: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2009; 17(9): 1033-42.
9. US Department of Health and Human Services. *The health consequences of smoking: 50 years of progress. A report of the surgeon general*. National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, Office on Smoking and Health; Atlanta (GA); Centers for Disease Control and Prevention, 2014.
10. Cancienne JM; Gwathmey FW; Miller MD; Werner BC. Tobacco use is associated with increased complications after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2016; 44(1): 99-104.
11. 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.
12. Westermann R; Anthony CA; Duchman KR; et al. Infection following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: An analysis of 6,389 cases. *J Knee Surg*, 2017; 30(6): 535-43.
13. Carney J; Heckmann N; Mayer EN; et al. Should antibiotics be administered before arthroscopic knee surgery? A systematic review of the literature. *World J Orthop*, 2018; 9(11): 262-70.
14. Bryson DJ; Morris DL; Shivji FS; Rollins KR; Snape S; Ollivier BJ. Antibiotic prophylaxis in orthopaedic surgery: difficult decisions in an era of evolving antibiotic resistance. *Bone Joint J*, 2016; 98-B(8): 1014-9.
15. Ekdahl V; Stålmán A; Forssblad M; Samuelsson K; Edman G; Kraus Schmitz J. There is no general use of thromboprophylaxis and prolonged antibiotic prophylaxis in anterior cruciate ligament reconstruction: a nation-wide survey of ACL surgeons in Sweden. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28: 2535-42. DOI: 10.1007/s00167-020-05851-7.
16. Cheng H; Chen BP; Soleas IM; Ferko NC; Cameron CG; Hinoul P. Prolonged operative duration increases risk of surgical site infections:

- a systematic review. *Surg Infect* (Larchmt), 2017; 18(6): 722-35.
17. Dhammi IK; Ul Haq R; Kumar S. Prophylactic antibiotics in orthopedic surgery: Controversial issues in its use. *Indian J Orthop*, 2015; 49(4): 373-6.
 18. Jefferies JG; Aithie JMS; Spencer SJ. Vancomycin-soaked wrapping of harvested hamstring tendons during anterior cruciate ligament reconstruction. A review of the 'vancomycin wrap'. *Knee*, 2019; 26(3): 524-9.
 19. Clifton R; Haleem S; McKee A; Parker MJ. Closed suction surgical wound drainage after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review of randomised controlled trials. *Knee*, 2007; 14(5): 348-51.
 20. Sever GB. Can infection after anterior cruciate ligament surgery be prevented by inserting a Hemovac drain into graft donor site? *Jt Dis Relat Surg*, 2020; 31(1): 143-8.
 21. Maletis GB; Inacio MC; Reynolds S; Desmond JL; Maletis MM; Funahashi TT. Incidence of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction infections: graft choice makes a difference. *Am J Sports Med*, 2013; 41(8): 1780-5.
 22. Hantes ME; Basdekis GK; Varitimidis SE; Giotikas D; Petinaki E; Malizos KN. Autograft contamination during preparation for anterior cruciate ligament reconstruction. *J Bone Joint Surg Am*, 2008; 90(4): 760-4.
 23. Plante MJ; Li X; Scully G; Brown MA; Busconi BD; DeAngelis NA. Evaluation of sterilization methods following contamination of hamstring autograft during anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2013; 21(3): 696-701.
 24. Guelich DR; Lowe WR; Wilson B. The routine culture of allograft tissue in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*, 2007; 35(9): 1495-9.
 25. Pérez-Prieto D; Portillo ME; Torres-Claramunt R; Pelfort X; Hinarejos P; Monllau JC. Contamination occurs during ACL graft harvesting and manipulation, but it can be easily eradicated. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018; 26(2): 558-62.
 26. Calvo R; Figueroa D; Figueroa F; et al. Five-Strand hamstring autograft versus quadruple hamstring autograft with graft diameters 8.0 millimeters or more in anterior cruciate ligament reconstruction: clinical outcomes with a minimum 2-year follow-up. *Arthroscopy*, 2017; 33(5): 1007-13.
 27. Fritsch B; Figueroa F; Semay B. Graft preparation technique to optimize hamstring graft diameter for anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Tech*, 2017; 6(6): e2169-75.
 28. Gobbi A; Mahajan S; Zanazzo M; Tuy B. Patellar tendon versus quadrupled bone-semitendinosus anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective clinical investigation in athletes. *Arthroscopy*, 2003; 19(6): 592-601.
 29. Greis PE; Koch BS; Adams B. Tibialis anterior or posterior allograft anterior cruciate ligament reconstruction versus hamstring autograft reconstruction: an economic analysis in a hospital-based outpatient setting. *Arthroscopy*, 2012; 28(11): 1695-701.
 30. Prentice HA; Lind M; Mouton C; et al. Patient demographic and surgical characteristics in anterior cruciate ligament reconstruction: a description of registries from six countries. *Br J Sports Med*, 2018; 52(11): 716-22.
 31. Sechriest VF 2nd; Carney JR; Kuskowski MA; Haffner JL; Mullen MJ; Covey DC. Incidence of knee sepsis after ACL reconstruction at one institution: the impact of a clinical pathway. *J Bone Joint Surg Am*, 2013; 95(9): 843-9.
 32. Yazdi H; Yousof Gomrokchi A; Nazarian A; Lechtig A; Hanna P; Ghorbanhoseini M. The effect of gentamycin in the irrigating solution to prevent joint infection after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. *Arch Bone Jt Surg*, 2019; 7(1): 67-74.
 33. Yazdi H; Moradi A; Herbolt M. The effect of gentamicin in irrigating solutions on articular infection prophylaxis during arthroscopic ACL reconstruction. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2014; 134(2): 257-61.
 34. Vertullo CJ; Quick M; Jones A; Grayson JE. A surgical technique using presoaked vancomycin hamstring grafts to decrease the risk of infection after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*, 2012; 28(3): 337-42.
 35. Naendrup JH; Marche B; de Sa D; et al. Vancomycin-soaking of the graft reduces the incidence of septic arthritis following ACL reconstruction: results of a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28(4): 1005-13.
 36. Offerhaus C; Balke M; Hente J; Gehling M; Blendl S; Höher J. Vancomycin pre-soaking of the graft reduces postoperative infection rate without increasing risk of graft failure and arthrofibrosis in ACL reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019; 27(9): 3014-21.
 37. Pérez-Prieto D; Torres-Claramunt R; Gelber PE; Shehata TMA; Pelfort X; Monllau JC. Autograft soaking in vancomycin reduces the risk of infection after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24(9): 2724-8.
 38. Phegan M; Grayson JE; Vertullo CJ. No infections in 1300 anterior cruciate ligament reconstructions with vancomycin pre-soaking of hamstring grafts. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016; 24(9): 2729-35.
 39. Figueroa D; Figueroa F; Calvo R; Lopez M; Goñi I. Presoaking of hamstring autografts in vancomycin decreases the occurrence of infection following primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*, 2019; 7(9): 2325967119871038.
 40. Bohu Y; Klouche S; Sezer HB; et al. Vancomycin-soaked autografts during ACL reconstruction reduce the risk of post-operative infection without affecting return to sport or knee function. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28(8): 2578-85. DOI: 10.1007/s00167-020-05879-9.
 41. Schuster P; Schlumberger M; Mayer P; Eichinger M; Geflein M; Richter J. Soaking of autografts in vancomycin is highly effective in preventing postoperative septic arthritis after revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28(4): 1154-8. DOI: 10.1007/s00167-019-05820-9.
 42. Schuster P; Schlumberger M; Mayer P; et al. Soaking of the graft in vancomycin dramatically reduces the incidence of postoperative septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020; 28(8): 2587-91. DOI: 10.1007/s00167-020-05882-0.
 43. Baron JE; Shamrock AG; Cates WT; et al. Graft preparation with intraoperative vancomycin decreases infection after ACL reconstruction: A review of 1,640 cases. *J Bone Joint Surg Am*, 2019; 101(24): 2187-93.
 44. Grayson JE; Grant GD; Dukie S; Vertullo CJ. The in vitro elution characteristics of vancomycin from tendons. *Clin Orthop Relat Res*, 2011; 469(10): 2948-52.
 45. Schüttler KF; Scharm A; Stein T; et al. Biomechanical and microbiological effects of local vancomycin in anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction: a porcine tendon model. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2019; 139(1): 73-8.
 46. Jacquet C; Jaubert M; Pioger C; et al. Presoaking of semitendinosus graft with vancomycin does not alter its biomechanical properties: a biomechanical in vitro-controlled study using graft from living donors. *Arthroscopy*, 2020; 36(8): 2231-6. DOI: 10.1016/j.arthro.2020.03.037.