



Monográfico de ligamento cruzado anterior

Cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior. ¿Uno o dos tiempos?

X. Pelfort-López¹, S. Gil-González², H. Berjaoui-Najib²,
A. Barrera-Sancho², J. Erquicia^{2,3}, S. Perelli^{3,4}

¹Hospital Universitario Parc Taulí Sabadell. Barcelona

²Hospital Universitario de Igualada. Consorci Sanitari de l'Anoia

³Institut Català de Traumatologia i Medicina de l'Esport (ICATME).

Hospital Universitario Dexeus. Grupo Quirónsalud. Barcelona

⁴Parc de Salut Mar. Barcelona

Correspondencia:

Dr. Xavier Pelfort López

Correo electrónico: xpelfort@tauli.cat

Recibido el 11 de junio de 2019

Aceptado el 31 de julio de 2020

Disponible en Internet: octubre de 2020

RESUMEN

Objetivo: realizar una revisión referente a la cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior (LCA) y a las indicaciones de realizarla en uno o dos tiempos.

Métodos: se realizó un análisis de las causas más relevantes de fracaso de la reconstrucción primaria del LCA. El incremento progresivo en los últimos años del número de lesiones primarias y de reconstrucciones del LCA se ha relacionado también con un incremento proporcional del número de cirugías de revisión debidas a un fracaso de la reconstrucción inicial. El abordaje terapéutico de estas lesiones supone un reto para el cirujano, tanto desde el punto de vista del análisis etiológico como también en el algoritmo de decisión de la técnica quirúrgica más adecuada. En cuanto a la técnica quirúrgica, se realizó una revisión de las indicaciones y de los detalles técnicos específicos de cada uno de los dos procedimientos.

Resultados: existen múltiples factores que condicionan la decisión del recambio de la plastia en uno o dos tiempos, sin existir todavía consenso en este aspecto. Entre los más importantes a tener en cuenta encontramos clínicos, como el balance articular previo de la rodilla, el

ABSTRACT

Surgical revision of the anterior cruciate ligament. One or two steps surgery?

Purpose: to carry out a review of the literature regarding revision of anterior cruciate ligament (ACL) surgery. Furthermore, the indications whether perform one or two stages ACL revision were revised.

Methods: the most relevant causes of failure of ACL reconstruction were analyzed. The progressive increase, in the recent years, of primary ACL reconstructions has been related to a proportional increase of revision surgeries due to a failure of the first reconstruction. The approach of these lesions represents a challenge for orthopedic surgeons: firstly, an appropriate analysis of the causes of the failure should be done, moreover a proper decision algorithm must be followed to choose the most adequate surgical approach. Regarding the surgical technique, a review of the indications and specific technical details of both one and two stage revision was carried out.

Results: there are multiple factors that contribute to the decision of revision surgery in either one or two stage



<https://doi.org/10.24129/j.reaca.27369.fs1906027>

© 2020 Fundación Española de Artroscopia. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com). Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

grado de inestabilidad o posibles lesiones ligamentosas iniciales infradiagnosticadas; factores técnicos como el número y el tipo de incisiones previas, el tipo de plastia que se utilizó para la reconstrucción inicial, el tipo de fijación de la misma, el tamaño y la localización de los túneles óseos; y, finalmente, factores anatómicos como, por ejemplo, la pendiente tibial posterior o las deformidades en el plano coronal.

En cuanto a los aspectos técnicos de ambas opciones terapéuticas también existe una gran variabilidad entre diferentes autores y no hay consenso en cuanto a la técnica quirúrgica más adecuada.

Nivel de evidencia: V.

Palabras clave: Cirugía revisión LCA. Cirugía un tiempo LCA. Cirugía dos tiempos LCA.

Introducción

Las lesiones del ligamento cruzado anterior (LCA) presentan una incidencia aproximada de 70 de cada 100.000 personas por año y el *gold standard* para su tratamiento sigue siendo la reconstrucción del ligamento por vía artroscópica^(1,2). La cifra de reconstrucciones del LCA sigue incrementándose cada año pero, a pesar de la mejoría tanto en la técnica quirúrgica como en el conocimiento de la anatomía del ligamento, también ha aumentado de forma paralela el número de cirugías de revisión^(3,4). Los resultados funcionales de la cirugía de revisión son buenos en la mayoría de las series publicadas, aunque suelen ser inferiores a los de la cirugía primaria^(5,6). Los índices actuales de fracaso de la reconstrucción del ligamento oscilan entre el 4,1 y el 20% según diversos autores⁽⁷⁻¹⁵⁾. Asimismo, el riesgo de nueva rotura después de la cirugía de revisión puede alcanzar el 8% según los datos recientemente publicados por el registro noruego⁽¹⁶⁾.

Se han descrito múltiples factores de riesgo y causas más frecuentes de rerrotura de la plastia del LCA, entre los que podemos destacar la edad inferior a 20 años y la práctica de deporte de pivoteo y de alto nivel.

Entre los factores técnicos relacionados con la cirugía inicial, los más relevantes son la mala localización de los túneles óseos y errores en la tensión y/o la fijación de la plastia⁽¹⁷⁾.

and, so far, there is no consensus. The most important clinical factors to take in account are the preoperative range of motion, the degree of knee instability, the misdiagnosis of any ligament injury at index surgery; technical factors such as the number and type of previous approach, which graft was used for the first reconstruction, the type of fixation, the size and location of bony tunnels. Finally, anatomical factors as the posterior tibial slope or the deformities in the coronal plane must be considered. Regarding the technical aspects of both surgical options, exists a great variability among different authors and so far there is still no consensus regarding the most appropriate surgical steps.

Level of evidence: V.

Key words: ACL revision surgery. One step ACL revision surgery. Two steps ACL revision surgery.

Análisis de la causa del fracaso

En los últimos años se ha incrementado el número de cirugías de revisión del LCA. Algunos factores epidemiológicos como la edad, el sexo o el índice de masa corporal (IMC) se han identificado como factores de riesgo⁽¹⁸⁾. No obstante, los factores asociados al fracaso de la plastia del LCA se suelen dividir en traumáticos, técnicos o biológicos⁽¹⁹⁾.

El fracaso se considera traumático cuando existe un episodio que claramente reprodujo el mecanismo lesional de la plastia del LCA, independientemente del resto de los factores. Se considera técnico cuando no existe ningún antecedente traumático asociado al fracaso de la plastia y en cambio sí pueden identificarse factores como una mala localización de los túneles óseos. Finalmente, se considera biológico cuando existe un antecedente de infección articular confirmada mediante cultivos o bien cuando no existe ningún antecedente traumático ni técnico al que pueda atribuirse el fracaso⁽¹⁹⁾.

Así pues, debe realizarse en estos casos un correcto análisis de cuál o cuáles fueron las causas del fracaso de la cirugía previa. Prescindir de este paso podría suponer una repetición de los mismos errores que potencialmente se cometieron en la primera cirugía y, por lo tanto, el fracaso de la nueva intervención⁽²⁰⁾.

Anamnesis

En primer lugar, es importante conocer cuál fue el mecanismo lesional por el cual reapareció la clínica de inestabilidad del paciente. Un nuevo episodio traumático en una rodilla estable y asintomática previamente orienta hacia una nueva rotura de la plastia por este motivo. No obstante, un paciente que presenta una clínica de inestabilidad sin ningún traumatismo asociado debe orientarnos hacia un fracaso de la plastia por otros motivos relacionados con la cirugía inicial.

El tiempo de evolución de la inestabilidad también es un factor a tener en cuenta. Una clínica de años de evolución suele relacionarse con una laxitud progresiva de la plastia. Un paciente intervenido recientemente que manifiesta inestabilidad persistente pocas semanas después de la reconstrucción ligamentosa debería orientarnos hacia un problema técnico en la intervención quirúrgica, una rehabilitación excesivamente agresiva o una lesión ligamentosa asociada previa no diagnosticada.

Exploración física

La exploración deberá ir dirigida no solo a confirmar que existe una inestabilidad debida a la rotura de la plastia del LCA, sino también al diagnóstico de lesiones asociadas que pueden haber pasado desapercibidas en el momento de la lesión inicial. Lesiones del ángulo posteromedial o posterolateral infradiagnosticadas pueden ser una causa frecuente de fracaso de la reconstrucción ligamentosa⁽²⁾. Asimismo, lesiones meniscales o meniscectomías previas también pueden incrementar el riesgo de rotura de la plastia del LCA^(4,10), ya que aumentan el grado de inestabilidad de la rodilla.

Diagnóstico por la imagen

Antes de plantear la cirugía de revisión, es imprescindible realizar estudios de imagen con el objetivo de planificar la intervención. Para ello, serán necesarios tanto la radiología simple como también la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM).



Figura 1. Imagen radiológica que permite identificar una técnica de reconstrucción transtibial o “monotúnel” (izquierda) respecto a una técnica anatómica (derecha).

El estudio radiológico recomendado debería incluir proyecciones anteroposteriores y laterales, axiales de rótula, telemétricas de la extremidad inferior y también en posición de Schuss (en carga y con unos 30° de flexión de la rodilla). La radiología simple va a permitir identificar qué técnica quirúrgica se realizó inicialmente y qué material se utilizó para la fijación (**Figura 1**). La proyección en Schuss permite observar si existen cambios degenerativos en los compartimentos femorotibial interno o externo de la rodilla de forma más precisa que con la radiología simple en decúbito supino. Finalmente, la radiografía telemétrica de las extremidades inferiores va a permitir conocer el eje mecánico de la extremidad. La existencia de deformidades en el plano coronal se ha asociado a un incremento de la sollicitación mecánica del LCA y también del riesgo de rotura de la plastia (**Figura 2**)⁽²¹⁾.

El estudio mediante TC, tanto en 2D como en las reconstrucciones actuales en 3D, va a ser de gran utilidad para poder identificar la posición de los túneles óseos tibial y femoral, la dirección de ambos y, finalmente, el grado de dilatación y la morfología de los mismos. Estos aspectos van a ser claves para poder planificar la cirugía de revisión en uno o dos tiempos (**Figuras 3 y 4**).

La RM será útil para conocer la situación de las partes blandas intraarticulares: restos de la plastia del LCA previa, valoración de posibles lesiones asociadas, defectos meniscales previos, lesiones condrales, etc. (**Figura 5**).

Cirugía de revisión en uno o dos tiempos

Tomar la decisión de realizar el recambio de la plastia en uno o dos tiempos va a depender de múltiples factores que debemos considerar, ya que actualmente no existe un consenso en cuanto a la indicación de uno u otro procedimiento⁽²²⁾. A continuación, se revisan los factores más importantes.

Rango de movilidad

La rigidez postoperatoria y/o los déficits de flexión o extensión después de la cirugía de reconstrucción del LCA son unas de las complicaciones más frecuentes^(23,24). Las causas suelen ser diversas: malposición de los túneles óseos, artrofibrosis o cambios degenerativos intraarticulares⁽²⁵⁻²⁷⁾. Planificar un recambio de la plastia en un solo tiempo en los casos en los que la rodilla presente un déficit de extensión o flexión significativo requiere del análisis exhaustivo de las causas de esta limitación de movilidad. Cuando en una sola intervención pueden resolverse la causa del déficit de movilidad y la inestabilidad, los resultados funcionales han demostrado ser correctos⁽²⁵⁾. No obstante, si existen dudas acerca de poder resolver la causa del déficit de movilidad, probablemente es más razonable realizar un primer tiempo de revisión para retirar los restos de la ligamentoplastia previa, el material de fijación, sellar los túneles óseos y realizar una artrolysis para conseguir un balance articular óptimo previo a la segunda intervención.

Cuando la causa de la rigidez es una artrofibrosis o bien cambios degenerativos en la rodilla, probablemente el recambio de la plastia puede no estar indicado⁽²⁵⁾.

Localización de incisiones previas

Debemos valorar el tamaño, la localización y el estado de las cicatrices previas para poder planificar la cirugía de revisión. Habitualmente, en el caso de las cicatrices, se suelen utilizar las mismas incisiones para minimizar el riesgo de necrosis cutánea durante el postoperatorio. En el caso de los portales artroscópicos, no suelen dificultar la planificación quirúrgica y pueden modificarse si el cirujano lo considera adecuado.

Tipo de injerto

Para evitar la repetición de algunos errores, resulta útil conocer cuál fue el injerto que se utilizó en la cirugía previa. Esta información la podemos obtener por conocimiento del propio paciente, mediante informes previos o a partir de la observación de las cicatrices cutáneas y de los sistemas de fijación utilizados en los estudios de imagen.

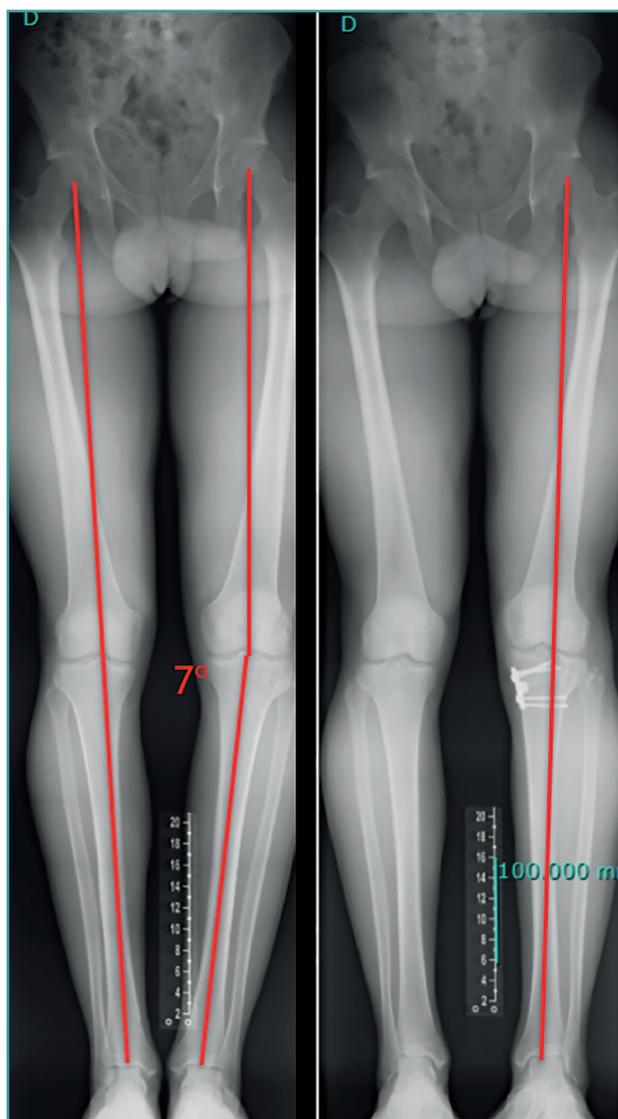


Figura 2. Paciente de 21 años con antecedente de reconstrucción anatómica del ligamento cruzado anterior (LCA) y ángulo posteroexterno que requirió cirugía correctiva de un genu varo de 7° después de fracasar la reconstrucción ligamentosa.



Figura 3. La tomografía computarizada en 2D mediante cortes axiales, coronales y sagitales permite conocer tanto la dirección como la morfología de los túneles previos, así como medir el grado de dilatación de los mismos para planificar la cirugía de revisión.

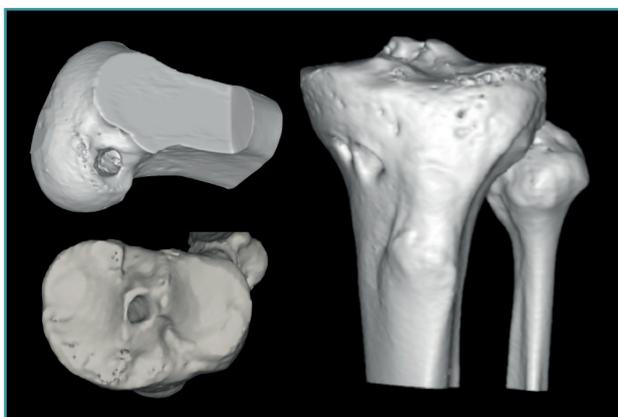


Figura 4. Actualmente, la reconstrucción en 3D de la tomografía computarizada permite comprender mejor la localización tridimensional de los túneles óseos.

Localización y tipo de fijación

Conocer con precisión la localización y el tipo de material que se utilizó para la fijación será útil para planificar una cirugía de revisión en uno o dos tiempos. En los casos en los que se utilizó material reabsorbible, debemos tener presente, en general, la mayor dificultad para retirarlo respecto al material metálico, ya que podemos encontrar cierto grado de osteólisis de los túneles óseos que puede dificultar un recambio en

un solo tiempo. Asimismo, la presencia de material como placas de osteosíntesis o de osteotomía puede dificultar la realización de la revisión en un tiempo y, por tanto, habrá que valorar retirar este material en primer lugar y demorar la reconstrucción ligamentosa para la segunda intervención.

Tamaño, morfología y localización de los túneles óseos

Probablemente, este es uno de los factores más importantes que van a determinar si se puede realizar la cirugía de revisión en un tiempo o bien en dos. La incorrecta localización de los túneles óseos es la causa más frecuente de fracaso de las plastias de LCA. Algunos autores han descrito porcentajes de fracasos de causa no traumática debidos a la localización incorrecta del túnel femoral del 80% y tibial del 20-45%^(20,28). En los casos en que los túneles óseos se realizaron en la localización anatómica y no presentan una dilatación excesiva, probablemente será factible realizar el recambio de la plastia en una sola cirugía, utilizando un injerto con taco óseo o bien una plastia tendinosa de mayor diámetro.

En cuanto al grado de dilatación de los túneles óseos, la mayoría de los autores consideran que una dilatación de los mismos superior a 12-14 mm hace recomendable realizar la cirugía en dos tiempos⁽²⁹⁻³¹⁾. No obstante, algunos trabajos más recientes no observaron diferencias significativas comparando los resultados funcionales en recambios en un solo tiempo con presencia de túneles óseos superiores e inferiores a 12 mm y con un seguimiento de 5 a 15 años⁽³²⁾.

En los casos en que los túneles no se encuentran en la localización correcta y no interfieren en la creación de los nuevos, no suelen suponer una dificultad para realizar el recambio en un tiempo. No obstante, si con la creación de los nuevos túneles corremos el riesgo de comunicarlos, es

recomendable realizar un recambio en dos tiempos para evitar una insuficiente integración de la nueva plastia dentro del túnel óseo.

Presencia de lesiones ligamentosas asociadas

Con frecuencia, lesiones del ángulo posterolateral o posteromedial de la rodilla que pasan desapercibidas en el momento del diagnóstico inicial pueden ser causa de fracaso en las reconstrucciones del LCA. Algunos autores han cifrado en un 9% los casos en los que el fracaso de la plastia puede atribuirse a una lesión ligamentosa asociada que pasó desapercibida⁽³³⁾.

En una revisión reciente del registro sueco sobre el riesgo de revisión de las reconstrucciones del LCA, el fracaso de la reconstrucción del LCA parece que se relaciona más con las lesiones del ligamento lateral interno que con las del ligamento lateral externo⁽³⁴⁾. En estos casos, la cirugía de revisión debe planificarse teniendo en cuenta las lesiones que pasaron desapercibidas en el momento inicial. Dependiendo de qué tipo de reconstrucción ligamentosa se considere (reconstrucción posteromedial, posterolateral, osteotomía...), deberemos valorar si el recambio de la plastia se realizará en uno o dos tiempos.

Pendiente tibial y deformidad en el plano coronal

La pendiente tibial posterior se considera un factor importante a tener en cuenta en los casos de fracaso de la reconstrucción del LCA^(35,36). Se ha asociado en numerosos trabajos un incremento de la pendiente tibial por encima de los 10-12° con un aumento de las sollicitaciones mecánicas sobre el LCA, tanto nativo como después de su reconstrucción, por lo que se considera un factor a tener en cuenta en los casos de fracaso de la reconstrucción del LCA⁽³⁷⁻⁴²⁾. En esta línea, algunos autores han atribuido un mayor valor como factor de riesgo a la pendiente tibial posterior del compartimento externo, por su mayor repercusión sobre la estabilidad rotacional de la rodilla^(43,44).

Independientemente de las deformidades en el plano axial, las deformidades en el plano coronal, sobre todo el *genu varo*, se han relacionado

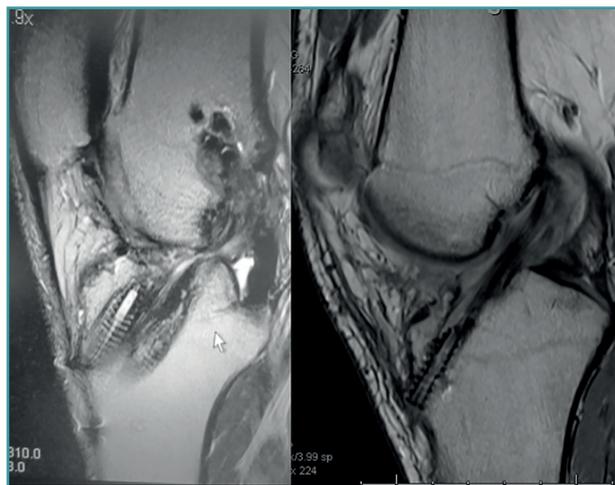


Figura 5. El estudio mediante resonancia magnética permite evaluar la situación de la plastia del ligamento cruzado anterior, así como del resto de las estructuras intraarticulares.

también con un incremento de las sollicitaciones mecánicas sobre el LCA y secundariamente como factor de riesgo de rotura^(45,46).

En los casos en los que se plantea la posibilidad de una osteotomía correctiva, ya sea para modificar la pendiente tibial o el plano coronal (osteotomía valguizante), la combinación con la cirugía de recambio del ligamento aumenta significativamente la complejidad de la cirugía y, por tanto, dependerá del criterio y la experiencia del cirujano realizar la cirugía en uno o dos tiempos⁽³⁷⁻⁴²⁾.

Técnica quirúrgica

Recambio en un tiempo

La cirugía de recambio de la plastia en un tiempo se inicia habitualmente con una revisión artroscópica convencional a través de los portales anteromedial y anterolateral. Después de la revisión artroscópica, se realiza la limpieza de los restos de la plastia previa, se retira el material de fijación y, posteriormente, se reconstruye el LCA con la nueva plastia (**Figura 6**).

En cuanto al túnel óseo femoral, cuando está localizado en la posición correcta, se suele realizar el nuevo túnel óseo con un diámetro mínimamente superior al previo con el objetivo de retirar

los restos de la plastia. La longitud del nuevo túnel dependerá de la plastia que el cirujano haya escogido para la cirugía. En el caso de un injerto con taco óseo, este se ajustará al diámetro del túnel realizado y, posteriormente, se fijará con un tornillo interferencial o bien un sistema de fijación cortical externa en el fémur. Cuando el túnel femoral se encuentre lejos de la localización del nuevo túnel, se puede rellenar el túnel previo con injerto óseo o un tornillo interferencial, con el fin de evitar la fractura de la pared del nuevo túnel. Esto puede suceder cuando se realiza una revisión sobre una técnica de reconstrucción transtibial previa (Figura 7).

En el caso del túnel tibial, cuando se realiza un recambio en un tiempo suele ser porque el túnel está correctamente posicionado. Después de realizar el abordaje anterointerno en la tibia proximal, se localiza el punto de entrada del túnel previo en la cortical de la tibia. Con la misma guía con la que realizamos habitualmente el túnel tibial en un LCA primario, se realiza de nuevo el túnel tibial limpiando los restos de la plastia y del sistema de fijación previos. Posteriormente, dependiendo del diámetro final del túnel y del tipo de plastia que se va a utilizar, se realizará la fijación tibial con un nuevo tornillo interferencial, asociándolo en ocasiones a una fijación adicional cortical en la tibia.

En cuanto al tipo de plastia, al igual que en la cirugía primaria, deberemos escoger entre un auto- o aloinjerto. En este sentido, las ventajas e inconvenientes van a ser similares a las de la cirugía primaria del LCA. Diferentes estudios, entre ellos uno del registro danés, con más de 1.600 cirugías de recambio registradas, demuestran un índice de fracaso de la cirugía de revisión 2,2 veces superior cuando se utilizan aloinjertos, además de una mayor laxitud anterior (0,4 mm de media y sin repercusión clínica aparente) respecto al autoinjerto, después de un año de seguimiento⁽⁴⁷⁻⁴⁹⁾.

Recambio en dos tiempos

Cuando la cirugía de recambio de la plastia se realiza en dos tiempos, el objetivo principal de la primera intervención es conseguir que, para la segunda, la reconstrucción sea lo más parecida posible a una cirugía primaria del LCA. No

obstante, todavía no existe consenso en las indicaciones para realizar el recambio en dos tiempos⁽²²⁾.

Para ello, se realizan los portales artroscópicos habituales y se retiran todos los restos de la plastia del LCA previa no funcionales.

Para el túnel femoral, cuando está correctamente localizado, habitualmente se realiza un nuevo fresado del túnel aumentando 1 mm el diámetro del mismo con el objetivo de conseguir eliminar todos los restos de la plastia previa y del sistema de fijación femoral, si existe. Para el relleno de los túneles óseos, se han descrito multitud de técnicas: aloinjerto en forma de chips, *struts* o injerto estructural, autoinjerto de cresta iliaca o incluso, más recientemente, autoinjerto utilizando los sistemas de fresado-irrigación-aspiración endomedular (RIA)^(29,31,50-54).

Actualmente, no existe todavía consenso acerca de cuál es el mejor método y el tipo de injerto a utilizar (Figura 8). Algunos trabajos recientes de revisión concluyen que la utilización de autoinjerto óseo para el relleno de los túne-

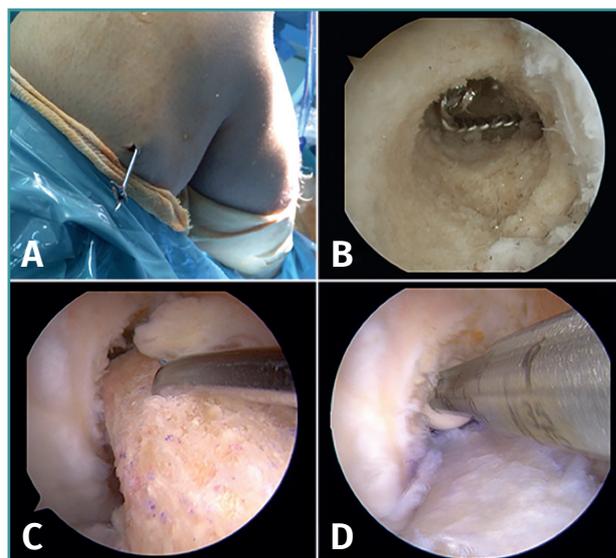


Figura 6. Cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior (LCA) en un tiempo. A: retirada del material de fijación previo. Casualmente, al utilizar el mismo túnel femoral la aguja guía permitió localizar y extraer el implante de fijación extracortical; B: restos de material en el túnel femoral que deben retirarse previamente a la introducción de la nueva plastia; C-D: el sobredimensionamiento del túnel femoral previo puede compensarse con un taco óseo de mayor diámetro asociado a un tornillo interferencial.

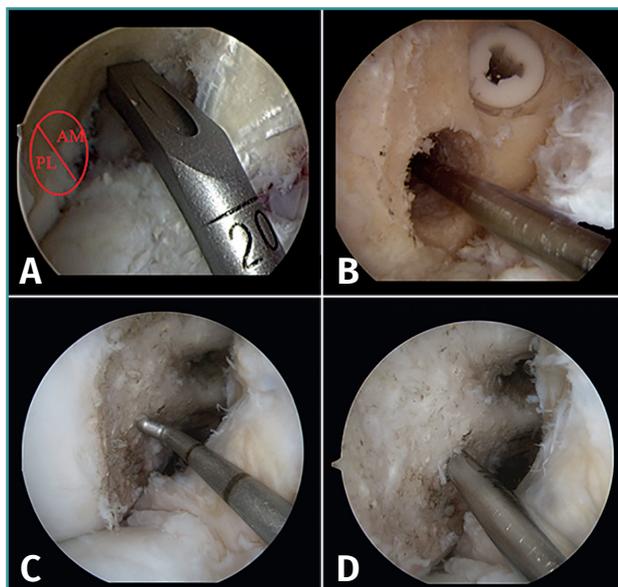


Figura 7. Cirugía de revisión en un tiempo en los casos de técnica transtibial previa. A: la guía utilizada habitualmente para la técnica transtibial dirige el túnel femoral lejos de la huella anatómica femoral del ligamento cruzado anterior (LCA); B: relleno del túnel previo con un nuevo tornillo interferencial; C-D: cuando el túnel femoral previo queda muy alejado de la localización anatómica y no compromete la nueva reconstrucción, no es imprescindible rellenarlo de injerto óseo.

les parece relacionarse con un menor índice de reintervenciones que con los aloinjertos⁽²²⁾.

Para el túnel tibial, se debe localizar el punto de entrada del túnel previo en la cortical tibial y realizar un nuevo túnel con la guía convencional del LCA con el mismo objetivo de limpiar el túnel óseo de restos de la plastia previa y del sistema de fijación inicial. Posteriormente, se rellena el túnel con aloinjerto.

Después de la primera intervención, no existe un claro consenso acerca del protocolo rehabilitador a seguir, ni el periodo de tiempo entre el primer y el segundo tiempo⁽²²⁾. Habitualmente, la herramienta que se utiliza para comprobar la correcta integración del injerto es la TC⁽⁵⁵⁾. Mientras algunos autores aconsejan un periodo aproximado de 3 meses entre ambas intervenciones^(56,57), otras series publicadas recomiendan 4 meses^(50,58,59) e incluso algunas 6 meses^(55,60).

Tanto en el recambio en un tiempo como después de la segunda cirugía en los dos tiempos los pacientes iniciarán la rehabilitación de for-

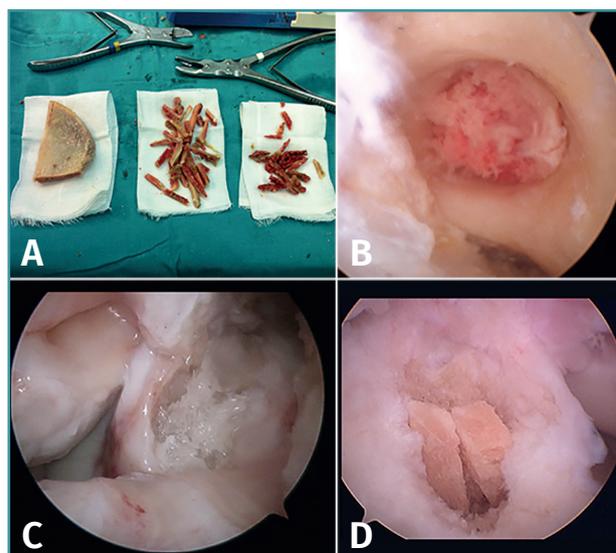


Figura 8. Cirugía de revisión del ligamento cruzado anterior (LCA) en dos tiempos. A-B: aloinjerto preparado y relleno del túnel femoral; C-D: relleno del túnel tibial con aloinjerto.

ma progresiva. Dentro del protocolo de rehabilitación, aunque algunos aspectos siguen siendo controvertidos, estudios recientes con nivel de evidencia I han demostrado que en la cirugía de revisión del LCA puede autorizarse tanto carga progresiva de la extremidad como la movilidad inmediata de la rodilla, sin que esto repercuta en el resultado funcional⁽⁶¹⁾. No obstante, sigue sin existir un consenso al respecto⁽²²⁾.

Conclusiones

La decisión de realizar la cirugía de revisión del LCA en uno o dos tiempos sigue siendo controvertida y actualmente no existe un consenso al respecto. Existen múltiples variables a tener en cuenta, desde el análisis de la causa del fracaso hasta las diferentes opciones técnicas de reconstrucción. En función de estos criterios, cada caso se deberá estudiar de forma personalizada.

Responsabilidades éticas

Conflicto de interés. Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Financiación. Este trabajo no ha sido financiado.

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.

Bibliografía

- Parkkari J, Pasanen K, Mattila VM, Kannus P, Rimpela A. The risk for a cruciate ligament injury of the knee in adolescents and young adults: a population-based cohort study of 46 500 people with a 9 year follow-up. *Br J Sports Med.* 2008;42(6):422-6.
- Gianotti SM, Marshall SW, Hume PA, Bunt L. Incidence of anterior cruciate ligament injury and other knee ligament injuries: a national population-based study. *J Sci Med Sport.* 2009;12(6):622-7.
- Lynch TS, Parker RD, Patel RM, Andrish JT, Group M, Spindler KP, et al. The impact of the multicenter orthopaedic outcomes network (MOON) research on anterior cruciate ligament reconstruction and orthopaedic practice. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(3):154-63.
- Group M, Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, Haas AK, et al. Descriptive epidemiology of the multicenter ACL revision study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1979-86.
- Wright RW, Gill CS, Chen L, Brophy RH, Matava MJ, Smith MV, Mall NA. Outcome of revision anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94(6):531-6.
- Redler A, Iorio R, Monaco E, Puglia F, Wolf M, Mazza D, Ferretti A. Revision anterior cruciate ligament reconstruction with hamstrings and extra-articular tenodesis: A mid- to Long-term clinical and radiological study. *Arthroscopy.* 2018;34(12):3204-13.
- Lind M, Menhert F, Pedersen AB. Incidence and outcome after revision anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish registry for knee ligament reconstructions. *Am J Sports Med.* 2012;40(7):1551-7.
- Van Eck CF, Schkrohowsky JG, Working ZM, Irrgang JJ, Fu FH. Prospective analysis of failure rate and predictors of failure after anatomic anterior cruciate ligament reconstruction with allograft. *Am J Sports Med.* 2012;40(4):800-7.
- Samitier G, Marcano A, Alentorn-Geli E, Cugat R, Farmer KW, Moser MW. Failure of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Arch Bone Joint Surg.* 2015;3(4):220-40.
- Andernord D, Desai N, Bjornsson H, Ylander M, Karlsson J, Samuelsson K. Patient predictors of early revision surgery after cruciate ligament reconstruction: a cohort study of 16930 patients with 2-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2015;43(1):121-7.
- Crawford SN, Waterman BR, Lubowith JH. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2013;29(9):1566-71.
- Järvela T. Double-bundle versus single-bundle anterior cruciate ligament reconstruction: a prospective, randomized clinical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2007;15:500-7.
- Kamien PM, Hydrick JM, Replogle WH, Go LT, Barret GR. Age, graft size, and Tegner activity level as predictors of failure in anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Am J Sports Med.* 2013;41:1808-12.
- Leroux T, Wasserstein D, Dwyer T, Ogilvie-Harris DJ, Marks PH, Bach BR Jr, et al. The epidemiology of revision anterior cruciate ligament reconstruction in Ontario, Canada. *Am J Sports Med.* 2014;42:2666-72.
- Shah AA, McCulloch PC, Lowe WR. Failure rate of Achilles tendon allograft in primary anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2010;26:667-74.
- Snaebjörnsson T, Senorski EH, Svantesson E, Westin O, Persson A, Karlsson J, Samuelsson K. Graft fixation and timing of surgery are predictors of early anterior cruciate ligament revision: a cohort study from the Swedish and Norwegian Knee Ligament Registries based on 18,425 patients. *JB JS Open Access.* 2019;4(4):e0037.
- Andriolo L, Filardo G, Kon E, Ricci M, Della Villa F, Della Villa S, et al. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: clinical outcome and evidence for return to sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23:2825-45.
- Brophy RH, Haas AK, Huston LJ, Nwosu SK, Group M, et al. Association of meniscal status, lower extremity alignment, and body mass index with chondrosis at revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2015;43(7):1616-22.
- Group M, Wright RW, Huston LJ, Spindler KP, Dunn WR, et al. Descriptive epidemiology of the Multicenter ACL Revision Study (MARS) cohort. *Am J Sports Med.* 2010;38(10):1979-86.
- Jaeger V, Zapz T, Naendrup J, Kanakamedala A, Pfeiffer T, Shafizadeh S. Differences between traumatic and non-traumatic causes of ACL revision surgery. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2018;138:1265-72.

21. Marom N, Nakamura N, Marx R, Stuart M. Osteotomies in the multiple ligament injured knee. When is it necessary? *Clin J Sports Med.* 2019;38(2):297-34.
22. Salem H, Axibal D, Wolcott M, Vidal A, McCarty E. Two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic Review of bone graft options for tunnel augmentation. *Am J Sports Med.* 2019;10:1-11.
23. Shelbourne KD, Patel DV. Treatment of limited motion after anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1999;7:85-92.
24. Petsche TS, Hutchinson MR. Loss of extension after reconstruction of the anterior cruciate ligament. *J Am Acad Orthop Surg.* 1999;7:119-27.
25. Chang M, Jeong J, Chang C, Kim Y, Seo B, et al. Revision surgery for failed anterior cruciate ligament reconstruction with extension deficiency. *Scan J Med Sci Sports.* 2018;28:2604-10.
26. Mayr HO, Weig TG, Plitz W. Arthrofibrosis following ACL reconstruction – reasons and outcome. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2004;124:518-22.
27. Nwachukwu BU, McFeely ED, Nasreddine A, Udall JH, Finlayson C, Shearer DW, et al. Arthrofibrosis after anterior cruciate ligament reconstruction in children and adolescents. *J Pediatr Orthop.* 2011;31:811-7.
28. Garofalo R, Djahangiri A, Siegrist O. Revision cruciate ligament reconstruction with quadriceps tendon-patellar bone autograft. *Arthroscopy.* 2006;22(2):205-14.
29. Prall WC, Kunsmenkov J, Fürmetz F, Haasters HO, Mayr W, et al. Outcomes of revision anterior cruciate ligament reconstruction secondary to reamer-irrigator-aspirator harvested bone grafting. *Injury.* 2019;50:467-75.
30. Erickson BJ, Cvetanovich G, Waliullah K, Khair M, Smith P, et al. Two stage revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedics.* 2016;39(3):e456-64.
31. Chahla J, Dean CS, Cram TR, Civitaresse D, O'Brien L, Moulton SG, LaPrade RF. Two-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: Bone grafting technique using an allograft bone matrix. *Arthrosc Tech.* 2016;5:e189-e195.
32. Yoon K, Kim J, Park S, Park S. One-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: results according to preoperative bone tunnel diameter. Five to fifteen-year follow-up. *J Bone Joint Surg.* 2018;100:993-1000.
33. Carson EW, Anisko EM, Restrepo C, Panariello RA, O'Brien SJ, Warren RF. Revision anterior cruciate ligament reconstruction: etiology of failures and clinical results. *J Knee Surg.* 2004;17(3):127-32.
34. Svateson E, Senorski E, Alentorn-Geli E, Westin O, Sundemo D. Increased risk of ACL revision with non-surgical treatment of a concomitant medial collateral ligament injury: a study on 19.457 patients from the Swedish National Knee Ligament Registry. *Knee Surg Sporst Traumatol.* 2019;27(8):2450-9.
35. Hashemi J, Chandrashekar N, Mansouri H, Gill B, Slaughterbeck JR, et al. Shallow medial tibial plateau and steep medial and lateral tibial slopes: new risk factors for anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 2010;38(1):54-62.
36. Hudek R, Fuchs B, Regenfelder F, Koch PP. Is noncontact ACL injury associated with the posterior tibial and meniscal slope? *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(8):2377-84.
37. Hohmann E, Bryant A, Reaburn P, Tetsworth K. Is there a correlation between posterior tibial slope and non-contact anterior cruciate ligament injuries? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19 Suppl 1:S109-S114.
38. Brouwer RW, Bierma-Zeinstra S, van Koeveeringe AJ, Verhaar J. Patellar height and the inclination of the tibial plateau after tibial osteotomy: the open versus the closed-wedge technique. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87-B:1227-32.
39. Herman BV, Giffin JR. High tibial osteotomy in the ACL-deficient knee with medial compartment osteoarthritis. *J Orthop Traumatol.* 2016;17:277-85.
40. Bonasia DE, Dettoni F, Palazzolo A, Rossi R. Opening Wedge High Tibial Osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Revision. *Arthrosc Tech.* 2017;6(5):e1735-e1741.
41. Schuster P, Geßlein M, Schlumberger M, Mayer P, Richter J. The influence of tibial slope on the graft in combined high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee.* 2018;25(4):682-91.
42. Cantivalli A, Rosso F, Bonasia D, Rossi R. High tibial osteotomy and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction/Revision. *Clin Sports Med.* 2019;38:417-33.
43. Simon R, Everhart J, Nagaraja H, Chaudhari A. A case-control study of anterior cruciate ligament volume, tibial plateau slopes and intercondylar notch dimensions in ACL-injured knees. *J Biomech.* 2010;43(9):1702-7.
44. Stijak L, Herzog RF, Schai P. Is there an influence of the tibial slope of the lateral condyle on the ACL lesion? A case-control study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2):112-7.
45. Naudie DDR, Annandola A, Fowler PJ. Opening wedge high tibial osteotomy for symptomatic hyperextension-varus thrust. *Am J Sports Med.* 2004;32(1):60-70.
46. Van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonshot N, Van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med.* 2009;37(3):481-7.
47. Nissen K, Eystuoy N, Nielsen T, Lind M, Med M. Allograft use results in higher re-revision rate for revision ante-

- rior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(6):1-5.
48. Lind M, Menhert F, Pedersen AB. Incidence and outcome after revision anterior cruciate ligament reconstruction: results from the Danish registry for knee ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2012;40(7):1551-7.
 49. MARS Group. Factors influencing graft choice in revision anterior cruciate ligament reconstruction in the MARS group. *J Knee Surg.* 2016;29(6):458-63.
 50. Thomas NP, Kankate R, Wandless F, Pandit H. Revision anterior cruciate ligament reconstruction using a 2-stage technique with bone grafting of the tibial tunnel. *Am J Sports Med.* 2005;33:1701-9.
 51. Said HG, Baloch K, Green M. A new technique for femoral and tibial tunnel bone grafting using the OATS harvesters in revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2006;22:796.e3.
 52. Wilde J, Bedi A, Altcheck DW. Revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Sports Health.* 2014;6:504-18.
 53. Buyukdogan K, Laidlaw M, Miller M. Two-stage Revision Anterior Cruciate Ligament reconstruction using allograft bone dowels. *Arthrosc Tech.* 2017;6(4):e1297-e1302.
 54. Yamaguchi K, Mosich G, Jones K. Arthroscopic delivery of injectable bone graft for staged revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthrosc Tech.* 2017;6:2223-7.
 55. Uchida R, Toritsuka Y, Mae T, Kusano M, Ohzono K. Healing of tibial bone tunnels after bone grafting for staged revision anterior cruciate ligament surgery: a prospective computed tomography analysis. *Knee.* 2016;23(5):830-6.
 56. Diermeier T, Herbst E, Braun S, Saracuz E, Voss A, Imhoff AB, Achtnich A. Outcomes after bone grafting in patients with and without ACL revision surgery: a retrospective study. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):246.
 57. Franceschi F, Papalia R, del Buono A, Zampogna B, Diaz Balzani L, Maffulli N, Denaro V. Two-stage procedure in anterior cruciate ligament revision surgery: a five-year follow-up prospective study. *Int Orthop.* 2013;37(7):1369-74.
 58. Mitchell JJ, Chahla J, Dean CS, Cinque M, Matheny LM, Laprade RF. Outcomes after 1-stage versus 2-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2017;45(8):1790-8.
 59. Van de Pol GJ, Bonar F, Salmon LJ, Roe JP, Pinczewski LA. Supercritical Carbon Dioxide-Sterilized Bone Allograft in the Treatment of Tunnel Defects in 2-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: a Histologic Evaluation. *Arthroscopy.* 2018;34(3):706-13.
 60. Von Recum J, Schwaab J, Guehring T, Grutzer PA, Schnetzke M, et al. Bone incorporation of silicate-substituted calcium phosphate in 2-stage revision anterior cruciate ligament reconstruction: a histologic and radiographic study. *Arthroscopy.* 2017;33(4):819-27.
 61. MARS group. Rehabilitation Predictors of Clinical Outcome following revision ACL reconstruction. *J Bone Joint Surg.* 2019;101:779-86.