



## Original

# Alteración de los ejes coronal y sagital de la rodilla y su implicación en el fracaso de la reconstrucción de cruzado anterior. Revisión sistemática

J. Dalla Rosa Nogales<sup>1</sup>, P. Crespo Hernández<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hospital Quirónsalud Málaga

<sup>2</sup> Hospital Universitario Ramón y Cajal. Madrid

## Correspondencia:

Dr. Jaime Dalla Rosa Nogales

Correo electrónico: jaime.dallarosa@gmail.com

Recibido el 16 de julio de 2023

Aceptado el 27 de febrero de 2024

Disponible en Internet: septiembre de 2024

## RESUMEN

**Objetivo:** analizar la evidencia científica disponible en cuanto a la implicación de las alteraciones en los ejes coronal y sagital de la rodilla como causa de fracaso tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) y el impacto de la adición de osteotomías correctoras sobre los resultados clínicos y funcionales de la reconstrucción del LCA en presencia de dichas desalineaciones, tanto en cirugía primaria como de revisión.

**Métodos:** se realizó una revisión sistemática de la literatura sobre la relación entre las alteraciones en la alineación de la rodilla y el fracaso de la cirugía reconstructiva del LCA. Para ello, conforme a las guías PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews), se han realizado búsquedas en las bases de datos Medline, PubMed y Embase, incluyendo estudios centrados en osteotomías de rodilla realizadas de forma conjunta o secuencial a cirugía de revisión del LCA, en pacientes esqueléticamente maduros.

**Resultados:** se incluyeron 14 estudios que analizaron el perfil sagital y 8 que analizaron el coronal. En los que analizaron el perfil sagital, 11 de ellos recomiendan la osteotomía de deflexión de la rodilla como tratamiento para cirugía de rescate tras fracaso de ligamentoplastia de cruzado anterior de la rodilla cuando existen aumentos de la pendiente tibial mayores de 12°. En cuanto a los estudios que analizaron el perfil coronal, todas las publicaciones, salvo una, encontraron diferencias en los resultados tras añadir una osteotomía tibial en cirugía de revisión del LCA de rodillas varas. Estos estudios concluyeron que la corrección del varo mejora la funcionalidad y la estabi-

## ABSTRACT

**Alteration of the coronal and sagittal axes of the knee and its implication in the failure of anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic review**

**Objective:** to analyse the available scientific evidence regarding the implication of alterations of the coronal and sagittal axes of the knee as a cause of failure after anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction and the impact of the addition of corrective osteotomies on the clinical and functional outcomes of ACL reconstruction in the presence of such misalignments, in both primary and revision surgery.

**Methods:** A systematic review was made of the literature on the relationship between alterations in knee alignment and the failure of ACL reconstructive surgery. In accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews) statement, the Medline, PubMed and Embase databases were searched, including studies focusing on knee osteotomies performed in conjunction or sequentially to ACL revision surgery in skeletally mature patients.

**Results:** A total of 14 studies analysing the sagittal profile and 8 analysing the coronal profile were included. Of the studies that analysed the sagittal profile, 11 recommended knee deflexion osteotomy in salvage surgery after failed anterior cruciate ligamentoplasty of the knee in the presence of tibial slope increments of over 12°. Regarding the studies that analysed the coronal profile, all but one publication found differences in outcomes after the addition of a tibial osteotomy in ACL revision surgery of varus



<https://doi.org/10.24129/j.reaca.31181.fs2307018>

© 2024 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/).

lidad de esas rodillas. Los resultados de la cirugía combinada, tanto objetivos como subjetivos y de retorno a la actividad deportiva, fueron buenos.

**Conclusiones:** la osteotomía tibial proximal es un tratamiento efectivo en el tratamiento de rodillas con inestabilidad anterior asociadas a alteraciones del plano coronal y sagital.

**Nivel de evidencia:** 4.

**Relevancia clínica:** en la cirugía de revisión del LCA es importante analizar las desviaciones de la alineación de la rodilla. Si corregimos estas desviaciones en la cirugía de revisión del LCA, obtendremos mejores resultados.

**Palabras clave:** Inestabilidad de rodilla. *Genu varo. Recurvatum.* Reconstrucción. Ligamento cruzado anterior. Fracaso.

### Introducción

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior (LCA) es un procedimiento ampliamente aceptado para el tratamiento de las roturas de este ligamento, aunque presenta una incidencia de fracasos que oscila entre el 10 y el 20% a los 10 años<sup>(1)</sup>. Los resultados de estas cirugías de revisión son peores que los de la cirugía primaria, con tan solo un 27% de los pacientes volviendo a su nivel de actividad previo<sup>(2)</sup> y unas tasas de rerotura de hasta el 12%<sup>(1)</sup>.

Existen múltiples causas relacionadas con el fracaso de la reconstrucción del LCA, entre las que se encuentran un nuevo evento traumático, errores en la técnica quirúrgica, infecciones, fallos biológicos... y, hasta en el 4% de los casos, alteraciones en la alineación de la rodilla<sup>(1)</sup>.

Hasta hace pocos años, las osteotomías se habían utilizado para el tratamiento de la artrosis monocompartimental asociada con la alineación en varo o valgo de la rodilla, por su papel en la distribución de cargas, "aliviando" la carga del compartimento afecto en casos de enfermedad degenerativa<sup>(3)</sup>.

Recientemente, se ha relacionado la pendiente tibial con la mecánica del pivote central. Diversos estudios biomecánicos realizados sobre piezas cadavéricas han estudiado la asociación entre las desaxaciones en el plano sagital y el fracaso de las plastias del LCA: Agneskirchner *et al.*<sup>(4)</sup> demostraron en 2004 la relación entre los valores de la pendiente tibial posterior y las fuerzas de tensión sufridas por ambos ligamentos cruzados, y, en el mismo año, Giffin *et al.*<sup>(5)</sup> mostraron cómo la disminución o el aumento de esta pendiente puede mejorar la biomecánica de la rodilla y disminuir el estrés sobre el LCA o el ligamento cruzado posterior (LCP).

La alineación en el plano coronal juega también un papel determinante en la biomecánica de los ligamentos cruzados: las roturas crónicas del LCA provocan un deterioro del cartílago de la región posterior de la meseta tibial interna, lo que produce una desviación progresiva en varo (varo simple o primario) que, con el paso del tiempo, provocará el debilita-

knees. These studies concluded that varus correction improves the functionality and stability of these knees. The outcomes of combined surgery, both objective and subjective, and referred to the return to sports activity, were good.

**Conclusions:** Proximal tibial osteotomy is an effective treatment in the management of knees with anterior instability associated with alterations of the coronal and sagittal planes.

**Level of evidence:** Level 4.

**Clinical relevance:** In ACL revision surgery it is important to analyse deviations in knee alignment. Correcting these deviations in ACL revision surgery will lead to better outcomes.

**Key words:** Knee instability. *Genu varum. Recurvatum.* Reconstruction. Anterior cruciate ligament. Failure.

miento de las estructuras ligamentosas laterales (doble varo), que se caracteriza por la aparición de un "empuje dinámico en varo" con la carga. En la fase final, el fracaso de los estabilizadores de la esquina posteroexterna determinará una deformidad en triple varo, que se manifiesta por un fenómeno de "empuje en varo-recurvatum" durante la marcha. Diversos estudios biomecánicos han demostrado un aumento en las tensiones sufridas por el LCA<sup>(6)</sup> en los varos dobles y triples, favoreciendo su rotura (y la de sus reconstrucciones). Won<sup>(7)</sup> y Noyes<sup>(8)</sup> demostraron una mayor frecuencia de desalineaciones en varo en pacientes que precisan cirugía de revisión del LCA y Kim *et al.*<sup>(9)</sup> demostraron que el aumento inadvertido de la pendiente tibial durante osteotomías valguizantes de la tibia proximal provoca cambios degenerativos en el LCA.

Es por todo esto que se ha cambiado el paradigma del papel de la osteotomía de tibia proximal, ampliando su abanico de indicaciones más allá de la artrosis monocompartimental. Los 3 objetivos de la osteotomía en rodillas inestables son: evitar el progreso de la artrosis por desgaste articular<sup>(10)</sup>, proteger a la plastia de sobrecargas en la rodilla desalineada y restablecer la estabilidad<sup>(11)</sup>.

El objetivo de este estudio es realizar una revisión sistemática de la literatura sobre los resultados de esta cirugía en pacientes con cirugía previa de reconstrucción del LCA que presentan inestabilidad tras la estabilización quirúrgica. Para ello, analizamos los resultados postoperatorios de la cirugía de realineación de la extremidad en estas indicaciones, referidos tanto a la estabilidad (objetiva y subjetiva), al grado de satisfacción, el retorno a las actividades cotidianas y deportivas, así como las complicaciones asociadas.

### Métodos

Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las guías PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses).

## Búsqueda bibliográfica

Realizamos una búsqueda sistemática electrónica en la base de datos en Medline, PubMed y Embase, en julio de 2021, para identificar estudios clínicos relacionados con: 1) alteraciones en el eje de la rodilla como causa de fracaso tras la cirugía de reconstrucción del LCA; y 2) el impacto de los procedimientos quirúrgicos de realineación en la inestabilidad de la rodilla tras cirugía de estabilización del LCA. Se realizaron búsquedas con los siguientes títulos y campos. Búsqueda 1: (osteotomy) AND (varus OR valgus OR slope OR malalignment OR alignment) AND ("anterior cruciate ligament" OR ACL) AND (revision OR failed) AND (varus OR valgus OR slope OR malalignment OR alignment) NOT (arthroplasty OR "knee replacement"); búsqueda 2: (osteotomy) AND (revision OR failure OR failed) AND (anterior cruciate ligament reconstruction OR ACLR).

Los criterios de inclusión consistieron en: estudios centrados en las alteraciones de los planos sagital y coronal como causa de fracaso tras cirugía de reconstrucción del LCA y estudios que incluyeran resultados de cirugía de reconstrucción del LCA junto con osteotomías tibiales correctoras, en ambos casos con un seguimiento mínimo de 2 años, pacientes esqueléticamente maduros, lengua inglesa y estudios humanos. Los criterios de exclusión incluyeron estudios animales, de ciencia básica, estudios cadavéricos, editoriales, revisiones, opiniones de expertos, encuestas, temas de actualidad y cartas al editor. Asimismo, excluimos todos los estudios que no se centraron en la articulación de la rodilla. Además, se revisaron todas las referencias de los estudios incluidos.

## Extracción de datos

Realizamos la extracción de datos según los criterios de inclusión y exclusión, como se reflejan en el diagrama de flujo de PRISMA (Figura 1). Todos los estudios fueron evaluados por dos investigadores independientes (JDR y PC). Los resúmenes del resto de los estudios fueron leídos. Si había dudas sobre si el estudio cumplía criterios de inclusión, se leía el estudio completo. Se estudió el nivel de eviden-

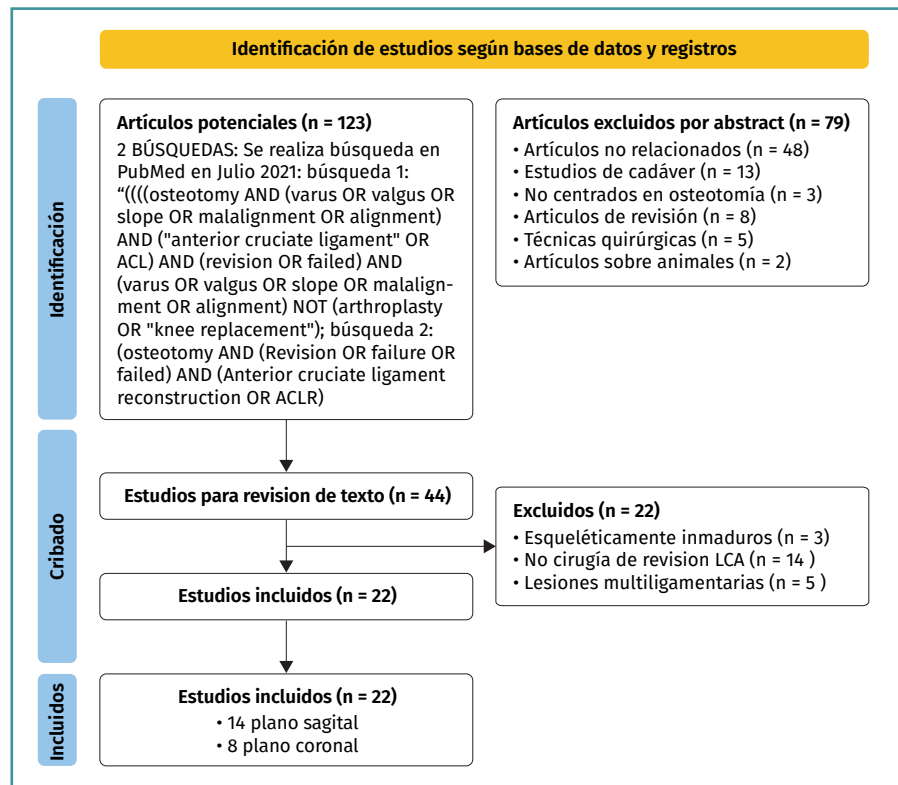


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

cia de todos los artículos según la definición de Wright<sup>(12)</sup> publicada en la revista *Journal of Bone & Joint Surgery*. Recogimos la información obtenida de los estudios. Evaluamos la inestabilidad pre- y postoperatoria, la sensación de inestabilidad subjetiva, así como objetiva, con test de cajón anterior, Lachman y *pivot shift*. Medimos la desalineación tanto coronal como sagital, así como la satisfacción y las complicaciones. Estos datos se registraron en una hoja de cálculo de Microsoft Excel (Microsoft Corp.).

## Sesgos

En estudios de nivel 3 y 4 es lógico pensar en la existencia de sesgos de selección, debido a la falta de aleatorización y de grupos de control prospectivos, especialmente en poblaciones con heterogeneidad de sus lesiones. Limitamos este punto asegurando que los autores disminuyeron este sesgo al mismo tiempo que admitieron las limitaciones de su estudio en las publicaciones.

## RESULTADOS

A través de la búsqueda manual y electrónica de las referencias, se identificaron un total de 123 estudios poten-

cialmente válidos. Tras la revisión detallada en la **Figura 1**, finalmente incluimos 22 artículos, de los cuales, 14 trataban sobre el perfil sagital y 8 sobre el coronal. Esto nos facilitó un número de 3.925 pacientes en el grupo del perfil sagital y 563 pacientes en el grupo del perfil coronal. El seguimiento de los pacientes oscila entre 2 y 23 años. Hubo una heterogeneidad en cuanto a las indicaciones, los resultados objetivos y los subjetivos dentro de los estudios incluidos. Las mediciones más usadas durante el seguimiento de los enfermos fueron la inestabilidad subjetiva (percibida por el enfermo) y objetiva (mediante medición de cajón anterior, Lachman y *pivot shift*), el regreso al deporte y las complicaciones. La elección de parámetros de satisfacción también fue variada.

### Perfil sagital

Encontramos 14 artículos que satisficieron los criterios de inclusión. En 11 de ellos, recomiendan la osteotomía de deflexión de la rodilla como tratamiento para cirugía de rescate tras fracaso de ligamentoplastia de cruzado anterior de la rodilla cuando existen aumentos de la pendiente tibial. De ellos, 3 no encontraron diferencias en los grupos estudiados. En cuanto al valor límite de corrección, parece bastante extendido que en pendientes mayores de 12° podría estar justificada la corrección para aumentar la supervivencia de la plastia. En un estudio, de Yoon *et al.*<sup>(13)</sup>, usaron como valores de referencia los criterios de Li de manera arbitraria. En cuanto a la técnica de elección para la medición de la pendiente tibial, hay bastante heterogeneidad en los artículos. Para la mayoría de los autores, el método de Hudek<sup>(14)</sup>, basado en imágenes de resonancia magnética (RM), es el más exacto, aunque solo 5 de estos estudios usaron esta forma de medición. Se utilizaron las radiografías laterales de tibia completa en 2 estudios y lateral de tibia corta en 7 de ellos. En cuanto a los resultados, 8 de los estudios no definen el método de medición del grado de satisfacción subjetiva, 6 de ellos utilizan escalas como la del International Knee Documentation Committee (IKDC) o la de Lysholm, y en 7 de ellos no se describen escalas de medición de satisfacción (**Tabla 1**)<sup>(13,15-27)</sup>.

### Perfil coronal

Son 8 los artículos que incluimos en la revisión (**Tabla 2**)<sup>(25,28-34)</sup>. Todas las publicaciones, salvo una, encontraron diferencias en los resultados tras añadir una osteotomía tibial en cirugía de revisión del LCA de rodillas varas. Estos estudios concluyeron que la corrección del varo mejora la funcionalidad y la estabilidad de esas rodillas. En cuanto a la técnica de medición, en 6 de ellos fue el ángulo femorotibial mecánico medido en radiografía anteroposterior de miembros inferiores en carga. Uno

de ellos usó la desviación del eje mecánico y otro no lo define. En ninguno de los artículos se describe el punto de corte de corrección.

### Satisfacción

Todos los estudios usaron escalas como la del IKDC, la de Lysholm y/o la de Tegner, aunque en 3 de ellos no se definieron las medidas de inestabilidad objetiva. Como limitaciones, muestran series con poco seguimiento, retrospectivas y, en la mitad de ellas, sin grupo control.

### Vuelta a la práctica deportiva

Varían entre el 18 y el 80%, aunque los criterios de definición son heterogéneos y, a veces, arbitrarios, haciendo que la posibilidad de compararlos sea muy limitada (**Tabla 3**)<sup>(15,22,26,28,29,31,34)</sup>.

### Complicaciones

La mayoría de los estudios revisados sobre alteraciones del perfil coronal incluyen una descripción de las complicaciones, aunque solamente 3 de los que analizan las alteraciones en el perfil sagital lo hicieron. Un estudio muestra un 10% de complicaciones<sup>(15)</sup>, entre las que se describen rigideces e infecciones superficiales. En otro<sup>(29)</sup>, las molestias por material de osteosíntesis y la infección superficial fueron los más frecuentes. En el resto de los estudios, o no se evaluaron las complicaciones o no se describen específicamente en su texto.

De los que evaluaron el perfil coronal, 5 de ellos reflejan las complicaciones. Uno de ellos<sup>(30)</sup> muestra hasta un 12% de complicaciones (molestias por material de osteosíntesis, rigidez o pseudoartrosis) y, en otro<sup>(35)</sup>, un 13% de complicaciones, que engloban desde la inestabilidad a la rigidez. Se describe un caso de hiperestesia en la herida quirúrgica, otro caso de dolor postoperatorio y un varo persistente por hipocorrección. Cabe destacar el artículo de Schneider<sup>(31)</sup>, donde el 37% se quejaron de molestias por el implante y un paciente requirió una revisión quirúrgica mediante una artroplastia total de rodilla (**Tabla 4**)<sup>(15,17,25,28,29,31,34,35)</sup>.

### Discusión

El hallazgo más importante de este estudio es que tras la rotura de una plastia de LCA y en presencia de una alteración del eje coronal o sagital, la cirugía de revisión del LCA junto a la osteotomía de la rodilla mejoran las escalas objetivas y subjetivas de los pacientes.

**Tabla 1. Estudios perfil sagital**

Autores	Evidencia	Seguimiento medio (años)	N	Procedimiento	Inestabilidad subjetiva postoperatoria	Lachman	Pivot shift	Satisfacción	IKDC	Tegner	Lysholm	Cincinnati
Winkler et al. <sup>(15)</sup>	III	11,5	102	-	-	-	-	QOL 63-32,2	77-61	6-4	83,6-69,9	-
Christensen et al. <sup>(16)</sup>	III	6,9	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hohmann et al. <sup>(18)</sup>	IV	2	68	-	-	-	-	-	-	-	-	58,4, 75,4
Li et al. <sup>(20)</sup>	III	2,29	40	-	-	PTS < 3°: ATT > 5; 1, PTS 3°-5°: ATT > 5; 2, PTS > 5°: ATT > 5; 15	-	-	-	-	-	-
Webb et al. <sup>(21)</sup>	III	15	181	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Arun et al. <sup>(22)</sup>	IV	6,2	26	Reconstrucción de LCA + osteotomía valguizante de tibia proximal con modificación pendiente	0	0	0	4,2 a 7,8	Corrección PTS < 5°: 62,5 Corrección PTS > 5°: 74	-	Corrección PTS < 5°: 62,3 Corrección PTS > 5°: 71,4	-
Dejour et al. <sup>(17)</sup>	III	4	9	Osteotomía de deflexión de la rodilla junto a revisión de reconstrucción de LCA	0	0	0	-	44,1-72,8	-	38,2-74	-
Grassi et al. <sup>(23)</sup>	III	2	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni et al. <sup>(24)</sup>	III	4	75	-	-	27-49	25-50	-	-	-	-	-
Schuster et al. <sup>(25)</sup>	IV	5,6	49	Reconstrucción de LCA + osteotomía valguizante de tibia proximal con modificación pendiente	0	-	-	94%	70 ± 18	-	-	-
Shelbourne et al. <sup>(16)</sup>	III	11,6	276,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Song et al. <sup>(26)</sup>	IV	2,8	18	Osteotomía de deflexión de la rodilla junto a revisión de reconstrucción de LCA	-	13 a 1,6 mm	0	-	18 D a 14 A y 4 B	5,7-7,3	46,5 a 89,5	-
Su et al. <sup>(27)</sup>	III	-	206	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yoon et al. <sup>(13)</sup>	III	> 10	232	-	-	-	-	-	PTS medial > 5,6°: 82,5 ± 4,2 PTS lateral > 3,8°: 83,0 ± 4,0	PTS medial > 5,6°: 5,9 ± 1,3 PTS lateral > 3,8°: 6,2 ± 1,4	PTS medial > 5,6°: 82,8 ± 13,3 PTS lateral > 3,8°: 82,7 ± 13,3	-

**Tabla 2. Estudios perfil coronal**

Autores	Evidencia	Seguimiento	N pa- cien- tes	Procedimiento	Inestabilidad subjetiva postoperatoria	Lachman	Pivot shift	Satisfacción	IKDC	Tegner	Lysholm	Cincinnati
Imhoff et al. <sup>(28)</sup>	IV	3,95	44	Osteotomía de tibia proximal y reconstrucción LCA	-	-	-	-	77,9	4,5	73,5	-
Kim et al. <sup>(32)</sup>	IV	3,75	201	Reconstrucciones de LCA con eje varo	-	Grupo 1:12 Grupo 2:9 Grupo 3:6 Grupo 4:0	Grupo 1:3 Grupo 2:4 Grupo 3:1 Grupo 4:0	-	86	-	92	-
Won et al. <sup>(30)</sup>	IV	-	174	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zaffagni et al. <sup>(29)</sup>	IV	6,5	32	Osteotomía tibial proximal de cierre externo y reconstrucción LCA	-	-	-	-	72	5	-	-
Jin et al. <sup>(31)</sup>	IV	5,2	24	Osteotomía tibial proximal de apertura medial y reconstrucción LCA	-	4,2	Grado 0:15 Grado 1:5 Grado 2:4 Grado 3:0	-	-	5,4	94	-
Schuster et al. <sup>(23)</sup>	IV	6	23	Osteotomía tibial proximal de apertura medial y reconstrucción LCA+ microfracturas	18,2%	18,2%	-	-	73,1	-	-	-
Trojani et al. <sup>(34)</sup>	IV	6	34	Osteotomía tibial proximal de apertura medial y reconstrucción LCA	3%	-	-	97%	77	-	-	-
Schneider et al. <sup>(33)</sup>	III	9,8	36	Osteotomía tibial proximal de apertura medial y reconstrucción LCA (3 tenodesis extraarticular)	8,3%	-	-	-	A: 16,7% B: 44,4% C: 22,2% D: 16,7%	4,6	-	-

El estudio de las alteraciones del eje debería incluirse de manera sistemática en el protocolo de imágenes preoperatorio. En el caso de que se confirme esta alteración y en línea con los hallazgos obtenidos de esta revisión sistemática, la cirugía de realineación de la extremidad debería ser tenida en cuenta y realizarse ya sea de manera aislada o combinada con la cirugía de revisión del LCA<sup>(14)</sup>.

Esta se puede realizar de manera aislada, como gesto asociado o en 2 tiempos, precedida por la cirugía de rescate del LCA en casos de inestabilidad persistente. En este último punto, hay resultados contradictorios. En el estudio de Shelbourne<sup>(16)</sup>, a pesar de reconocer que el aumento de la pendiente se asocia con un mayor riesgo de rotura de la plastia del LCA, no recomiendan la osteotomía correctora profiláctica o en la cirugía primaria, pues el riesgo de rotura del LCA contralateral o de la plastia de revisión es bajo. Además, la tasa de complicaciones no es despreciable, llegando al 13% de complicaciones (aunque en general fueron menores); y hasta un 56% de los pacientes recibirán una segunda cirugía para la retirada del material de osteosíntesis, por molestias con este.

En el estudio de Winkler<sup>(15)</sup>, se puede observar cómo los pacientes con pendiente tibial por encima de los 12° tienen mayores fracasos y peores resultados en las pruebas objetivas y subjetivas, recomendando la cirugía de realineación para mejorar estos parámetros de valoración. Dejour et al.<sup>(17)</sup> evaluaron los resultados de la cirugía de revisión de LCA junto con la osteotomía de deflexión de la

**Tabla 3. Resultados en cuanto a la vuelta a la práctica deportiva**

Autor	Vuelta a práctica deportiva
Winkler <i>et al.</i> <sup>(15)</sup>	45,5-77,4% de pacientes volvió al nivel deseado
Arun <i>et al.</i> <sup>(22)</sup>	46,15% de tasas de vuelta a la práctica deportiva, 34% al nivel previo
Song <i>et al.</i> <sup>(26)</sup>	45% volvieron a nivel previo, 55% al deporte recreacional
Imhoff <i>et al.</i> <sup>(28)</sup>	23% de pacientes consiguió nivel recreacional previo
Zafagnini <i>et al.</i> <sup>(29)</sup>	18% volvió a su nivel deportivo previo
Trojani <i>et al.</i> <sup>(34)</sup>	80% de vuelta a la práctica deportivo de cualquier tipo, 45% de nivel intenso
Schneider <i>et al.</i> <sup>(31)</sup>	35% de pacientes consiguen recuperar su nivel deportivo previo

**Tabla 4. Complicaciones**

Autor	Complicaciones
Winkler <i>et al.</i> <sup>(15)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molestias por implante: 18%/31%</li> <li>• Infección sitio quirúrgico: 27%/8%</li> <li>• Rotura meniscal: 36%/27%</li> <li>• Lesión cartilaginosa: 0%/23%</li> <li>• Rigidez: 9%/12%</li> <li>• Quiste Baker sintomático: 9%/0%</li> </ul>
Dejour <i>et al.</i> <sup>(17)</sup>	2 casos de artrosis (meniscectomía previa)
Schuster <i>et al.</i> <sup>(35)</sup>	4 casos. 3 rigideces (movilización bajo anestesia), 1 infección sitio quirúrgico que mejoró con antibioterapia oral
Imhoff <i>et al.</i> <sup>(28)</sup>	56% de retiradas de material de osteosíntesis
Zafagnini <i>et al.</i> <sup>(29)</sup>	12% de complicaciones. 1 paciente: retirada de material de osteosíntesis. 2 pacientes con rigidez: artrolysis artroscópica. 1 pseudoartrosis: Fijación externa
Jin <i>et al.</i> <sup>(34)</sup>	3 pacientes artrosis (meniscectomía previa). 3 pacientes hiperestesia anterolateral tibia proximal. 1 cicatriz hiperalgésica
Schuster <i>et al.</i> <sup>(25)</sup>	13% de complicaciones. 1 caso de inestabilidad recurrente. 2 casos de déficit extensión: artrolysis artroscópica.
Schneider <i>et al.</i> <sup>(31)</sup>	1 hematoma. 2 TVP. 1 tendinopatía rotuliana. 1 caso de SDRC. 2 casos de rigidez: artrolysis artroscópica. 37% precisaron retirada de material de osteosíntesis. 1 caso de no unión: Aporte de autoinjerto y reosteosíntesis. 1 caso precisó artroplastia de rodilla por progresión de la artrosis.

SDRC: *síndrome del dolor regional complejo*; TVP: *trombosis venosa profunda*

rodilla, con un seguimiento mínimo de 2 años, concluyendo que esta cirugía de corrección de la pendiente tibial protege a la plastia de sobrecargas biomecánicas. Giffin *et al.*<sup>(5)</sup>, en un estudio biomecánico, demuestran que un aumento de esta pendiente conlleva una traslación tibial anterior en posición de reposo, la cual aumenta con la carga. Sus hallazgos sugieren que disminuir esta pendiente puede tener un efecto protector en la rodilla con deficiencia del LCA. Además, al igual que disminuyendo la pendiente tibial realizamos un efecto protector sobre el LCA, cabe esperar el mismo efecto sobre el LCP si aumentamos la pendiente tibial posterior. Esto puede ser una alternativa para pacientes mayores con cambios dege-

nerativos en los que la cirugía reconstructiva del LCA es una contraindicación relativa.

Si nos referimos al plano coronal, Zaffagnini *et al.*<sup>(7)</sup> combinan la cirugía de revisión del LCA con la osteotomía valgizante proximal tibial, obteniendo mejoras en los resultados funcionales, de estabilidad y de alineación, aunque concluyen que una vez instaurada la artrosis monocompartmental, la osteotomía de realineación no evitaba la progresión de estos cambios degenerativos en el compartimento medial. Aun así, mejoran todos los parámetros y consiguen una vuelta a la práctica deportiva del 20%.

Es evidente que, a pesar de las complicaciones, la cirugía de realineación junto con la revisión del LCA mejora los resultados funcionales y tiene buenas tasas de vuelta a la práctica deportiva, llegando a tasas del 18 al 80%<sup>(15,22,26,28,29,31,34)</sup>, como se puede evidenciar en esta revisión sistemática. Los estudios que evalúan la combinación de la cirugía de revisión del LCA y la osteotomía tibial anterior tendieron a publicar niveles de actividad postoperatoria más altos en comparación con la osteotomía aislada. Sin embargo, las puntuaciones postoperatorias de actividad en la escala de Tegner mejoraron en todos los grupos de pacientes, incluso en aquellos que teniendo una in-

suficiencia del LCA fueron tratados únicamente mediante una osteotomía. Esto pone de relevancia la importancia que tiene una correcta alineación para el desempeño de las actividades de la vida diaria, dado que las desalineaciones pueden provocar dolor tanto por la sobrecarga de uno de los compartimentos como por estrés ligamentoso y la sensación de inestabilidad asociada a este, que se suma a la incompetencia del LCA. Esta revisión concluye que existe un aumento en la probabilidad de fracaso de la cirugía de reconstrucción del LCA en presencia de desalineaciones en los planos coronal y/o sagital de la rodilla. Además, la bibliografía actual sugiere que, en estos casos, la adición de una osteotomía tibial correctora puede re-

ducir dicho riesgo. No obstante, hoy en día, faltan estudios comparativos entre la cirugía aislada de reconstrucción del LCA y la combinada con osteotomía tibial, siendo estos imprescindibles para poder realizar una valoración completa del perfil riesgo-beneficio de ambas opciones.

Existen varias limitaciones de este estudio. La primera, que en esta revisión sistemática se incluyen casi exclusivamente estudios con nivel de evidencia 3 y 4 (series prospectivas y retrospectivas). Segundo, muchos de los estudios evaluados tienen más de 10 años. Además, la recogida de datos y los parámetros de evaluación de resultados fueron bastante heterogéneos, haciendo difícil la inferencia de resultados. Tercero, gran número de los estudios presentaban sesgos de selección, por su diseño no aleatorizado y sin grupo de control prospectivo.

### Conclusiones

La osteotomía tibial proximal es un tratamiento efectivo en el tratamiento de rodillas con inestabilidad anterior asociadas con alteraciones del plano coronal y sagital.

### Responsabilidades éticas

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

**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

1. Crawford SN, Waterman BR, Lubowitz JH. Long-term failure of anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2013;29(9):1566-71.
2. Griffith TB, Allen BJ, Levy BA, Stuart MJ, Dahm DL. Outcomes of repeat revision anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2013;41:1296-301.
3. Feller JA, Webster KE, Slullitel D, Galan H. Controversies in the Technical Aspects of ACL Reconstruction. Springer Berlin Heidelberg. 2017;44:477-89.
4. Agneskirchner JD, Hurschler C, Stukenborg-Colsman C, Imhoff AB, Lobenhoffer P. Effect of high tibial flexion osteotomy on cartilage pressure and joint kinematics: a biomechanical study in human cadaveric knees. Winner of the AGA-DonJoy Award 2004. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2004;124:575-84.
5. Giffin JR, Vogrin TM, Zantop T, Woo SL, Harner CD. Effects of increasing tibial slope on the biomechanics of the knee. *Am J Sports Med*. 2004;32:376-82.
6. Van de Pol GJ, Arnold MP, Verdonschot N, van Kampen A. Varus alignment leads to increased forces in the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med*. 2009;37:481-7.
7. Won HH, Chang CB, Je MS, Chang MJ, Kim TK. Coronal limb alignment and indications for high tibial osteotomy in patients undergoing revision ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471:3504-11.
8. Noyes FR, Barber-Westin SD, Hewett TE. High tibial osteotomy and ligament reconstruction for varus angulated anterior cruciate ligament-deficient knees. *Am J Sports Med*. 2000;28:282-96.
9. Kim GB, Kim KI, Song SJ, Lee SH. Increased Posterior Tibial Slope After Medial Open-Wedge High Tibial Osteotomy May Result in Degenerative Changes in Anterior Cruciate Ligament. *J Arthroplasty*. 2019;34(9):1922-8.
10. Kim SJ, Moon HK, Chun YM, Chang WH, Kim SG. Is correctional osteotomy crucial in primary varus knees undergoing anterior cruciate ligament reconstruction? *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469:1421-6.
11. Naudie DD, Amendola A, Fowler PJ. Opening wedge high tibial osteotomy for symptomatic hyperextension-varus thrust. *Am J Sports Med*. 2004;32:60-70.
12. Wright JG, Swiontkowski MF, Heckman JD. Introducing levels of evidence to the journal. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A:1-3.
13. Yoon KH, Park SY, Park JY, et al. Influence of Posterior Tibial Slope on Clinical Outcomes and Survivorship After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Autografts: A Minimum of 10-Year Follow-Up. *Arthroscopy*. 2020;36(10):2718-27.
14. Hudek R, Schmutz S, Regenfelder F, Fuchs B, Koch PP. Novel measurement technique of the tibial slope on conventional MRI. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(8):2066-72.
15. Winkler PW, Wagala NN, Hughes JD, Lesniak BP, Musahl V. A high tibial slope, allograft use, and poor patient-reported outcome scores are associated with multiple ACL graft failures. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(1):139-48.
16. Shelbourne KD, Benner RW, Jones JA, Gray T. Posterior Tibial Slope in Patients Undergoing Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Patellar Tendon Autograft: Analysis of Subsequent ACL Graft Tear or Contralateral ACL Tear. *Am J Sports Med*. 2021;49(3):620-5.
17. Dejour D, Saffarini M, Demey G, Baverel L. Tibial slope correction combined with second revision ACL produces good knee stability and prevents graft rupture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23:2846-52.
18. Christensen JJ, Krych AJ, Engasser WM, Vanhees MK, Collins MS, Dahm DL. Lateral tibial posterior slope is increased in patients with early graft failure after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med*. 2015;43:2510-4.
19. Hohmann E, Bryant A, Reaburn P, Tetsworth K. Does posterior tibial slope influence knee functionality in the anterior cruciate



- ate ligament deficient and anterior cruciate ligament-reconstructed knee? *Arthroscopy*. 2010;26:1496-502.
20. Li Y, Hong L, Feng H, et al. Posterior tibial slope influences static anterior tibial translation in anterior cruciate ligament reconstruction: a minimum 2-year follow-up study. *Am J Sports Med*. 2014;42:927-33.
  21. Webb JM, Salmon LJ, Leclerc E, Pinczewski LA, Roe JP. Posterior tibial slope and further anterior cruciate ligament injuries in the anterior cruciate ligament-reconstructed patient. *Am J Sports Med*. 2013;41:2800-4.
  22. Arun GR, Kumaraswamy V, Rajan D, et al. Long-term follow up of single-stage anterior cruciate ligament reconstruction and high tibial osteotomy and its relation with posterior tibial slope. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2016;136:505-11.
  23. Grassi A, Signorelli C, Urrizola F, et al. Patients With Failed Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Have an Increased Posterior Lateral Tibial Plateau Slope: A Case-Controlled Study. *Arthroscopy*. 2019;35(4):1172-82.
  24. Ni QK, Song GY, Zhang ZJ, et al. Steep Posterior Tibial Slope and Excessive Anterior Tibial Translation Are Predictive Risk Factors of Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Failure: A Case-Control Study With Prospectively Collected Data. *Am J Sports Med*. 2020;48(12):2954-61.
  25. 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.
  26. Song GY, Ni QK, Zheng T, Zhang ZJ, Feng H, Zhang H. Slope-Reducing Tibial Osteotomy Combined With Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Produces Improved Knee Stability in Patients With Steep Posterior Tibial Slope, Excessive Anterior Tibial Subluxation in Extension, and Chronic Meniscal Posterior Horn Tears. *Am J Sports Med*. 2020;48(14):3486-94.
  27. Su AW, Bogunovic L, Smith MV, et al. Medial Tibial Slope Determined by Plain Radiography Is Not Associated with Primary or Recurrent Anterior Cruciate Ligament Tears. *J Knee Surg*. 2020;33(1):22-8.
  28. Imhoff AB, Feucht M, Achtnich A, Imhoff F, Herbst E, Diermeier T. Three-dimensional realignment and slope reducing osteotomy with anatomic ACL reconstruction in patients with revision anterior cruciate ligament deficiency. *Orthop J Sports Med*. 2020;8(9 suppl):2325967120S00524.
  29. Zaffagnini S, Bonanzinga T, Grassi A, et al. Combined ACL reconstruction and closing-wedge HTO for varus angulated ACL-deficient knees. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21:934-41.
  30. Won HH, Chang CB, Je MS, Chang MJ, Kim TK. Coronal limb alignment and indications for high tibial osteotomy in patients undergoing revision ACL reconstruction. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(11):3504-11.
  31. Schneider A, Gaillard R, Gunst S, et al. Combined ACL reconstruction and opening wedge high tibial osteotomy at 10-year follow-up: excellent laxity control but uncertain return to high level sport. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2020;28(3):960-8.
  32. Kim SJ, Moon HK, Chun YM, Chang WH, Kim SG. Is correctional osteotomy crucial in primary varus knees undergoing anterior cruciate ligament reconstruction? *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(5):1421-6.
  33. Jin C, Song EK, Jin QH, et al. Outcomes of simultaneous high tibial osteotomy and anterior cruciate ligament reconstruction in anterior cruciate ligament deficient knee with osteoarthritis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2018;19:228.
  34. Trojani C, Elhor H, Carles M, Boileau P. Anterior cruciate ligament reconstruction combined with valgus high tibial osteotomy allows return to sports. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2014;100:209-12.
  35. Schuster P, Schulz M, Richter J. Combined biplanar high tibial osteotomy, anterior cruciate ligament reconstruction, and abrasion/microfracture in severe medial osteoarthritis of unstable varus knees. *Arthroscopy*. 2016;32:283-92.