

Abordaje posterior mini-open: una alternativa eficaz para la fijación de fracturas por avulsión del LCP

Cristian C. Fajardo Cantillo¹, Helberth A. González Rico¹, María P. Romero Correa², Daniel F. Peña Piñeros¹, Isabella Rodríguez Alonso²

1. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud - FUCS, Bogotá, Colombia

2. Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

RESUMEN

Introducción: las fracturas por avulsión del ligamento cruzado posterior (LCP) son lesiones infrecuentes asociadas a inestabilidad posterior y artrosis precoz, si no se tratan oportunamente.

Objetivos: describir los aspectos técnicos de una técnica *mini-open* posterior para la fijación de fracturas por avulsión tibial del LCP y reportar los resultados funcionales, clínicos y las complicaciones en 16 casos intervenidos con esta modalidad.

Materiales y métodos: se evaluaron 16 pacientes consecutivos operados mediante fijación con 2 tornillos canulados con arandela mediante abordaje posterior *mini-open*. Se implementó rehabilitación temprana y se evaluaron resultados funcionales y radiográficos de consolidación.

Resultados: la edad media fue de 29.2 años (21-50), con predominio masculino (94 %) y todos los casos fueron secundarios a accidentes de tránsito. Se logró reducción anatómica y consolidación ósea en el 100 %, sin desplazamientos secundarios. Lysholm promedio de 91.1 ± 8.8 ; IKDC de 71.9 ± 7.9 ; y Tegner 3.1 ± 1.6 . Todos alcanzaron marcha independiente y reintegro laboral/deportivo al tercer y sexto mes, respectivamente. No hubo complicaciones mayores; la rigidez leve/moderada y dolor residual leve fueron los eventos menores más frecuentes.

Conclusión: la fijación *mini-open* posterior permite una reducción anatómica estable, permite la rehabilitación temprana y ofrece resultados satisfactorios, con baja tasa de complicaciones en avulsiones del LCP.

Palabras clave: Fractura por avulsión; Ligamento cruzado posterior; Avulsión tibial; Inestabilidad posterior de rodilla; Abordaje mini-open; Rehabilitación

Nivel de evidencia: IV. Estudio de Cohorte Retrospectivo

Autor de correspondencia: Helberth A. González Rico, hagonzalez@fucsalud.edu.co

Recibido: 4/02/2026 Aceptado: 1/05/2026 Publicado: 1/08/2026

DOI: <https://doi.org/10.63403/re.v33i2.483>

Cómo citar: Fajardo Cantillo CC, González Rico HA, Romero Correa MP, Peña Piñeros DF, Rodríguez Alonso I. Abordaje posterior mini-open: una alternativa eficaz para la fijación de fracturas por avulsión del LCP. Relart 2026;33(2): 168-174.

Posterior Mini-Open Approach for Fixation of PCL Avulsion Fractures

ABSTRACT

Introduction: posterior cruciate ligament (PCL) avulsion fractures are uncommon injuries associated with posterior instability and early osteoarthritis if not treated promptly.

Objectives: describe the technical aspects of a mini-open posterior approach for the fixation of tibial PCL avulsion fractures and to report the functional and clinical outcomes, as well as complications, in 16 cases treated with this technique.

Methods: a total of 16 consecutive patients underwent fixation using two cannulated screws with washers through a mini-open posterior approach. Early rehabilitation was implemented, and functional and radiographic consolidation outcomes were evaluated.

Results: the mean age was 29.2 years (range 21–50), with a predominance of male patients (94%), and all injuries were secondary to traffic accidents. Anatomical reduction and bone union were achieved in 100% of cases, with no secondary displacement. The mean Lysholm score was 91.1 ± 8.8 , IKDC score 71.9 ± 7.9 , and Tegner score 3.1 ± 1.6 . All patients achieved independent ambulation and returned to work and sports activities by the third and sixth postoperative month, respectively. No major complications were observed; mild-to-moderate stiffness and mild residual pain were the most frequent minor complications.

Conclusion: the mini-open posterior fixation technique allows stable anatomical reduction, facilitates early rehabilitation, and provides satisfactory outcomes with a low complication rate in PCL avulsion fractures.

Keywords: Avulsion fracture; Posterior cruciate ligament; Tibial avulsion; Posterior knee instability; Mini-open surgical approach; Rehabilitation

Level of evidence: IV. Retrospective Cohort Study

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP) son poco frecuentes (3-38 % de las lesiones de la rodilla). Las fracturas por avulsión del LCP son una variante extremadamente rara de esta lesión, y se localizan, en su mayoría, en su inserción tibial.

El mecanismo más frecuente es el trauma de alta energía, especialmente accidentes de tránsito, donde el impacto sobre la tibia con la rodilla en flexión genera la avulsión; un segundo mecanismo descrito es la hiperextensión en contexto deportivo.¹ Su relevancia clínica radica en que, cuando no se diagnostican y tratan de forma oportuna, pueden generar inestabilidad posterior persistente, limitación funcional y cambios degenerativos precoces.^{1,2} Desde el punto de vista anatómico, parte de las fibras del LCP se insertan fuera de la cavidad articular, por lo que el fragmento óseo avulsionado puede quedar interpuesto entre cápsula y tejidos blandos. Esto dificulta la reducción cerrada y explica la frecuente indicación quirúrgica.

Entre las alternativas terapéuticas descriptas se encuentran la reducción abierta y fijación interna con tornillos u otros implantes, así como distintas técnicas artroscópicas con suturas, túneles tibiales y botones corticales.¹⁻⁵ La artroscopia ofrece ventajas potenciales, como el tratamiento simultáneo de lesiones intraarticulares asociadas y una menor agresión cutánea. Sin embargo, también implica una mayor complejidad técnica y, en estudios comparativos, no ha demostrado una superioridad funcional

consistente frente al abordaje abierto cuando se obtiene una reducción anatómica y una fijación estable.^{2,4-6} En este contexto, el abordaje posterior *mini-open* representa una alternativa de especial interés y con resultados clínicos satisfactorios en series recientes,^{5,7} ya que permite la visualización directa del foco de fractura, reducción anatómica y fijación estable, con menor disección de partes blandas en comparación con los abordajes posteriores extensos. No obstante, la evidencia disponible sigue siendo limitada y predominantemente retrospectiva, por lo que resulta pertinente comunicar nuevas series clínicas que permitan valorar la reproducibilidad y seguridad de esta técnica.^{5,6}

Con base en lo anterior, planteamos la hipótesis de que la fijación de las fracturas por avulsión tibial del LCP mediante un abordaje posterior *mini-open* permite obtener una reducción anatómica, consolidación ósea y resultados funcionales satisfactorios, con una baja tasa de complicaciones.

El objetivo de este trabajo fue describir los aspectos técnicos de una técnica quirúrgica *mini-open* posterior para el tratamiento de fracturas por avulsión tibial del LCP y evaluar sus resultados funcionales, radiológicos y complicaciones en una serie de casos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo. Se incluyeron 16 pacientes tratados entre 2023 y 2025 con diagnóstico confirmado de fractura por avulsión

del LCP mediante radiografía y/o tomografía, manejados mediante reducción abierta y fijación interna a través de una técnica *mini-open*, con una mediana de seguimiento clínico y radiográfico de 12.5 meses (rango, 3-23), con una media de 13.1 ± 4.4 meses. Se excluyeron pacientes con lesiones multiligamentarias complejas, aquellos tratados por artroscopia y casos con pérdida de seguimiento o datos incompletos. En cuanto al tratamiento, todos fueron intervenidos mediante reducción abierta y fijación interna por abordaje *mini-open*, utilizando como método de osteosíntesis la fijación con 2 tornillos canulados con arandela (15 casos, 94 %), mientras que en un caso se empleó la fijación con 3 tornillos.

Además, se realizó una revisión narrativa de la literatura, en la cual se consultaron las bases de datos PubMed, Cochrane y ScienceDirect. Se seleccionaron artículos publicados en inglés y en español durante los últimos 10 años, que incluyeran estudios relacionados con el tratamiento quirúrgico abierto de fracturas por avulsión del LCP, incluidos reportes y series de casos. Los estudios seleccionados fueron aquellos considerados más relevantes, y la información se organizó de acuerdo con los resultados funcionales y las complicaciones reportados, y la comparación entre los abordajes abiertos y artroscópicos. Se excluyeron aquellos trabajos centrados exclusivamente en técnicas artroscópicas.

Técnica quirúrgica

Se realizó un abordaje posterior *mini-open* (de 6 cm) de la rodilla, orientado ligeramente hacia la cara medial para disminuir el riesgo de lesión del paquete vasculonervioso poplíteo (Fig. 1A). La disección se efectuó cuidadosamente a través del plano intermuscular entre el gastrocnemio medial y el semimembranoso, separando la masa muscular y protegiendo en todo momento las estructuras neurovasculares profundas (Fig. 1B), con mínimo daño en tejidos blandos.

Una vez identificado el plano posterior de la rodilla, se expuso directamente el sitio de la fractura. Se practicó una capsulotomía posterior controlada y se drenó el hematoma para permitir una visualización adecuada del foco de fractura. La reducción anatómica del fragmento avulsionado se efectuó bajo visión directa, confirmando la correcta alineación con la superficie tibial (Fig. 1C).

Posteriormente, la fijación se realizó mediante 2 tornillos canulados con arandela, asegurando una compresión estable y una fijación firme del fragmento óseo (Fig. 1D). Durante el procedimiento, se verificó la correcta reducción de la espina tibial posterior y la adecuada orientación del material de osteosíntesis mediante intensificador de imágenes, confirmando la restitución anatómica de la superficie articular y la correcta posición del material. Esta configuración permitió una reducción estable que facilitó el inicio de un protocolo de rehabilitación temprana, minimizando el riesgo de desplazamiento secundario y promoviendo una recuperación funcional.

Evaluación clínica

Se realizaron controles postoperatorios a las 2, 6 y 12 semanas, y luego según evolución. Se registró dolor, estabilidad, rango de movilidad y marcha. La estabilidad posterior se evaluó de forma objetiva mediante la prueba de cajón posterior comparativa con la rodilla contralateral. La función final se cuantificó con Lysholm, IKDC subjetiva y Tegner, instrumentos ampliamente utilizados para la valoración clínica y funcional de pacientes con lesiones ligamentarias de rodilla.⁸⁻¹⁰

Evaluación radiológica

Se realizaron radiografías AP y lateral de rodilla en postoperatorio inmediato (Fig. 2), entre las cuarta y sexta semanas y al momento de consolidación; además, tomografía preoperatoria para caracterizar el fragmento. Se evaluó la consolidación definida por continuidad trabecular y ausencia de dolor a la carga. Se registraron la pérdida de reducción, falla de implante o pseudoartrosis.

Tras la fijación estable, se indicó un protocolo de

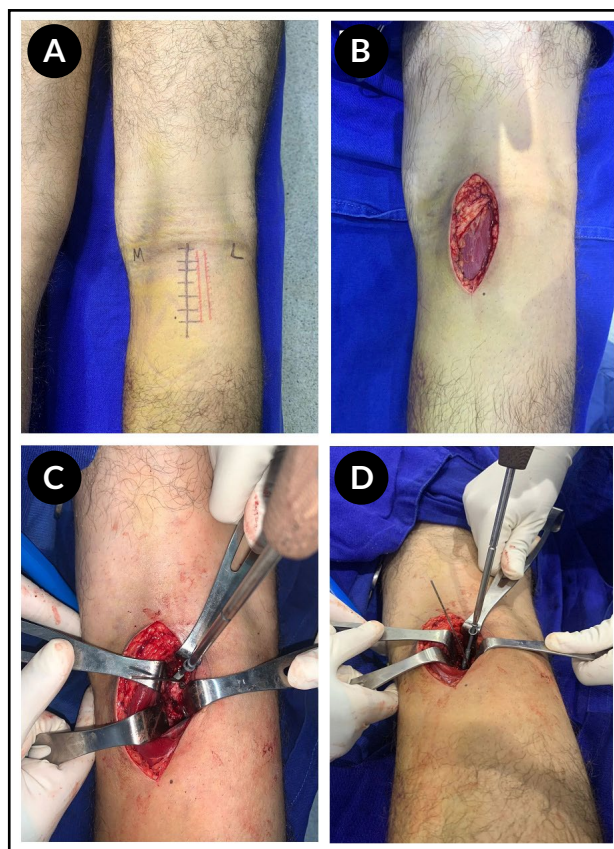


Figura 1. Abordaje posterior *mini-open* en fracturas por avulsión del LCP. A) Posicionamiento en prono y marcación. B) Abordaje posterior en plano intermuscular entre el gastrocnemio medial y el semimembranoso. C) Visualización directa de foco de fractura tras capsulotomía y drenaje de hematoma fracturario. D) Reducción directa y fijación de fractura con material de osteosíntesis.

rehabilitación postoperatoria orientado al control del dolor y el edema, la recuperación progresiva del rango de movilidad, la reeducación de la marcha y el fortalecimiento muscular escalonado. Se inició movilización temprana con ejercicios isométricos y elevación activa de la extremidad, junto con restricción de apoyo por las primeras 2 semanas, apoyo protegido o parcial según tolerancia durante las siguientes 4 semanas. La movilidad pasiva se progresó de forma gradual en las primeras semanas, seguida de movilidad activa progresiva. El apoyo completo se autorizó únicamente una vez evidenciada consolidación ósea y estabilidad de la fijación en los controles radiográficos. La progresión funcional se individualizó de acuerdo con la evolución clínica y radiográfica de cada paciente.^{7,11}

Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de la información. Las variables cuantitativas se expresaron como media, desviación estándar, mediana y rango, mientras que las variables cualitativas se resumieron mediante

frecuencias absolutas y porcentajes. Debido al diseño retrospectivo descriptivo del estudio y a la ausencia de un grupo comparativo, no se efectuaron análisis inferenciales.

RESULTADOS

La población estudiada presentó una edad media de 29.2 años (rango, 21-50), con predominio del sexo masculino (15 pacientes, 94 %) y un caso femenino (6 %). El mecanismo de trauma en todos los casos fue accidente de tránsito, presentados al servicio de urgencias con dolor, edema y limitación en movilidad, con distribución equitativa en cuanto al lado afectado (8 rodillas derechas y 8 izquierdas), con predominio de inestabilidad posterior en la exploración física. Nueve pacientes (56 %) presentaron lesiones asociadas, la más frecuente fue la fractura concomitante de platillo tibial medial o lateral en 5 casos (31 %).

Resultados clínicos y funcionales

Tras la cirugía, todos los pacientes mostraron mejoría progresiva de la estabilidad y movilidad en

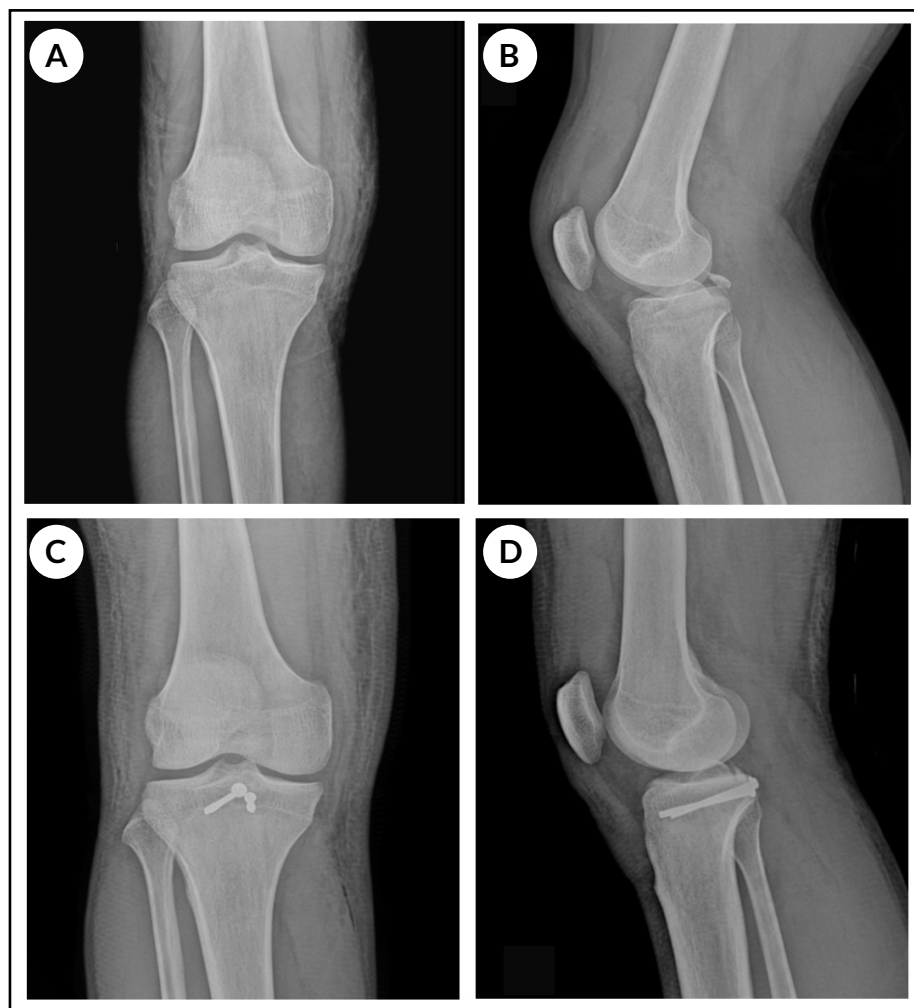


Figura 2. Radiografías de rodilla. A-B) Preoperatorias. C-D) Postoperatorias.

el seguimiento. A los 3 meses alcanzaron marcha independiente sin ayudas externas y a los 6 meses lograron reincorporación a actividades cotidianas. En la evaluación funcional, la escala de Lysholm presentó un puntaje promedio de 91.1 ± 8.8 (rango, 62-100), lo que representa un resultado bueno a excelente. La escala IKDC subjetiva mostró un promedio de 71.9 ± 7.9 (rango, 56-81), reflejando una recuperación funcional satisfactoria. La escala de Tegner alcanzó un promedio de 3.1 ± 1.6 (rango, 1-6), que evidencia un retorno adecuado a actividades recreativas y deportivas de baja a moderada intensidad. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado en la literatura.

Diversos estudios indican que la fijación de las fracturas por avulsión del LCP, tanto mediante técnicas abiertas como artroscópicas, conducen a una recuperación satisfactoria de la función, con rangos de movilidad postoperatoria entre 120° y 140° de flexión y extensión completa en la mayoría de los casos. Guo *et al.* reportaron un Lysholm promedio de 94 y un IKDC de 92 en pacientes tratados con técnica mínimamente invasiva.⁷ Un metaanálisis reciente de Gopinath *et al.* encontró un Lysholm promedio de 92.4 e IKDC de 87.3, con buenos resultados tanto para la técnica abierta como artroscópica.⁶ En general, los estudios no muestran diferencias significativas en la recuperación funcional cuando la reducción es anatómica y estable.

Resultados radiológicos

En la evaluación radiológica postoperatoria temprana realizada en los 16 pacientes (100 %), se confirmó una reducción anatómica adecuada del fragmento avulsionado de la espina tibial posterior, con correcta restitución del contorno articular y sin evidencia de desplazamiento residual. La verificación intraoperatoria se efectuó mediante fluoroscopia. Posteriormente, todos los pacientes contaron con radiografías de rodilla dentro de las primeras 4 semanas postoperatorias (ver Fig. 2 C-D), en las cuales se evaluó la reducción, la estabilidad de la fijación y la ausencia de aflojamiento o complicaciones mecánicas. La consolidación clínica fue consistente en la totalidad de los casos, lo que correlaciona con la evolución funcional. Estos hallazgos son concordantes con lo reportado en la literatura,^{1,2,6} con tasas de consolidación superiores al 95-99 % tras fijación estable de las fracturas por avulsión del LCP, con baja incidencia de desplazamiento secundario o falla del implante.

Complicaciones

No se registraron complicaciones mayores. La más frecuente fue rigidez articular leve a moderada, principalmente en pacientes con baja adherencia al protocolo de rehabilitación. Algunos presentaron dolor residual leve transitorio. No se registraron infecciones, pseudoartrosis ni necesidad de reintervención quirúrgica. Katsman *et al.* reportan tasas de artrofibrosis de hasta 36 % en abordaje artroscópico y hasta

25 % en abierto.¹ Gopinath *et al.* señalan que el dolor residual rara vez limita la función.⁶ En nuestra serie, las complicaciones no comprometieron la evolución funcional global.

DISCUSIÓN

Las lesiones del LCP son poco comunes, y las fracturas por su avulsión representan una entidad aún más infrecuente, con una incidencia desconocida.² Estas pueden ocasionar inestabilidad articular y cambios degenerativos tempranos si no se tratan adecuadamente.¹ El mecanismo de lesión más habitual corresponde a accidentes de tránsito, seguido por el trauma deportivo de alta energía.

El manejo óptimo de estas fracturas continúa siendo motivo de debate. Aunque se han detallado resultados favorables con el tratamiento conservador en casos seleccionados, la mayoría de los estudios reportan resultados insatisfactorios y una mayor tasa de pseudoartrosis con esta modalidad.⁶ En consecuencia, el tratamiento quirúrgico se considera la opción más adecuada para lograr la estabilidad y la reducción anatómica. Si bien la artroscopia ofrece menor invasión y posibilidad de tratar lesiones intraarticulares asociadas, no ha demostrado superioridad funcional significativa sobre el abordaje abierto cuando la reducción es anatómica y estable.^{2,6}

En el presente estudio se incluyeron 16 pacientes con diagnóstico confirmado de fractura por avulsión del LCP tratados mediante reducción abierta y fijación interna a través de una técnica *mini-open*, con resultados funcionales satisfactorios. Todos los pacientes alcanzaron la marcha independiente y el retorno a sus actividades cotidianas al tercer y sexto mes, respectivamente.

En la evaluación funcional, la escala de Lysholm presentó un promedio de 91.1 ± 8.8 clasificando la mayoría de los resultados como buenos o excelentes; la escala IKDC subjetiva arrojó un promedio de 71.9 ± 7.9 y la escala de Tegner, 3.1 ± 1.6 , lo que evidencia un retorno satisfactorio a las actividades recreativas. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Juneja *et al.*,¹² quienes, en una serie de 27 pacientes, reportaron consolidación a las 12 semanas promedio y resultados funcionales favorables tras la fijación abierta.

Respecto a las complicaciones, la rigidez articular y la artrofibrosis se han señalado como las más comunes tras la fijación de fracturas por avulsión del LCP, tanto en abordajes abiertos como artroscópicos; sin embargo, es en estos últimos donde se han reportado con mayor frecuencia, tal como lo muestra Hooper *et al.*² quienes informaron tasas de artrofibrosis de hasta 36 % en los abordajes artroscópicos frente a un máximo de 25 % en los abiertos.

En el presente estudio, la evolución fue satisfactoria en la mayoría de los casos. La complicación más frecuente observada fue la rigidez articular leve a moderada, especialmente en pacientes con baja adherencia al protocolo de rehabilitación, junto con dolor

residual leve, ambos resueltos mediante fisioterapia dirigida. No se manifestaron casos de infección, pseudoartrosis ni aflojamiento del material. Estos hallazgos refuerzan que la técnica *mini-open* empleada en nuestra serie es segura y efectiva, con baja morbilidad y complicaciones mínimas.

El propósito de este estudio fue evaluar los resultados obtenidos con la técnica *mini-open* como alternativa eficaz para el tratamiento de estas fracturas. Aunque la artroscopia ofrece ventajas teóricas como una menor agresión cutánea, la posibilidad de tratar lesiones intraarticulares asociadas y una visualización amplia del entorno articular, estas no necesariamente se traducen en una superioridad funcional consistente. Sundararajan *et al.*, en un ensayo clínico aleatorizado que comparó reducción abierta y fijación interna con reducción y fijación artroscópica, encontraron resultados funcionales y radiológicos comparables entre ambos grupos al seguimiento final, aunque el abordaje abierto presentó menor tiempo quirúrgico y costos, mientras que el grupo artroscópico mostró complicaciones, como pseudoartrosis y una lesión vascular iatrogénica.⁴ En la misma línea, estudios comparativos recientes han expuesto que diferentes técnicas –incluidas la fijación artroscópica con suturas, suspensión con Endobutton® y fijación abierta con tornillos– pueden alcanzar buenos resultados clínicos y radiológicos, sin diferencias funcionales marcadas cuando la reducción y la fijación son adecuadas.⁵

En este contexto, el abordaje posterior *mini-open* representa una alternativa especialmente atractiva en fracturas desplazadas o con fragmentos óseos de tamaño suficiente para fijación con tornillos, ya que combina exposición directa del foco, reducción anatómica y fijación estable con una disección de partes blandas limitada. Además, permite una curva de aprendizaje más accesible que algunas técnicas artroscópicas y puede resultar más reproducible en centros donde la disponibilidad de instrumental o experiencia artroscópica avanzada es menor. Series previas con abordajes abiertos mínimamente invasivos han reportado resultados funcionales favorables, bajo índice de complicaciones y adecuada consolidación, lo que respalda la utilidad de esta estrategia quirúrgica.^{7,11}

Entre las fortalezas del estudio destacan la homogeneidad en la técnica quirúrgica empleada, la evaluación funcional mediante escalas reconocidas y la consolidación radiográfica obtenida en toda la cohorte. No obstante, este trabajo presenta limitaciones importantes. En primer lugar, su diseño retrospectivo implica un riesgo inherente de sesgo de selección y de información. En segundo lugar, el tamaño muestral es reducido, lo que limita la precisión de las estimaciones y la posibilidad de generalizar los resultados. En tercer lugar, la ausencia de un grupo comparativo impide establecer conclusiones definitivas sobre superioridad frente a otras técnicas, particularmente las artroscópicas. Adicionalmente, aunque el seguimiento fue suficiente para valorar consolidación y evolu-

ción funcional temprana, su duración y variabilidad entre pacientes limitan la evaluación de desenlaces a más largo plazo, como laxitud residual o degeneración articular. Finalmente, la revisión incluida en el manuscrito fue narrativa y no sistemática, por lo que su propósito fue contextualizar los hallazgos más que establecer comparaciones cuantitativas formales.

CONCLUSIÓN

La fijación abierta *mini-open* posterior para fracturas por avulsión tibial del LCP es una técnica segura, anatómicamente precisa y con bajo índice de complicaciones. Permite fijación estable que favorece la rehabilitación temprana y recuperación funcional. La experiencia en 16 casos demuestra que constituye una alternativa efectiva a la artroscopia, especialmente en fracturas desplazadas o con fragmentos grandes en ausencia de otras lesiones intraarticulares, con los beneficios de una técnica mínimamente invasiva. No obstante, debido al diseño retrospectivo del estudio y a la ausencia de un grupo comparativo, se requieren trabajos prospectivos y comparativos con mayor tamaño muestral para definir con mayor precisión su indicación frente a otras técnicas quirúrgicas.

Contribuciones de autoría: Conceptualización (CCFC, HAGR). Análisis formal, Visualización (CCFC, HAGR, MPRC). Captación de fondos (CCFC). Investigación y metodología (CCFC, HAGR, MPRC, DFPP, IRA). Administración del proyecto, Supervisión y Validación, Redacción - revisión y edición (CCFC, HAGR). Redacción - borrador original (MPRC, DFPP, IRA).

Conflictos de intereses: los autores declaran no tener conflictos de interés relacionados con este estudio.

Financiamiento: los autores declaran que no hubo financiamiento externo para la realización de este estudio.

REFERENCIAS

1. Katsman A, Strauss EJ, Campbell KA, Alaia MJ. Posterior cruciate ligament avulsion fractures. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2018;11(3):503-509. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s12178-018-9491-2>.
2. Hooper PO 3rd, Silko C, Malcolm TL, Farrow LD. Management of posterior cruciate ligament tibial avulsion injuries: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2018;46(3):734-742. doi: <https://www.doi.org/10.1177/0363546517701911>.
3. Qi H, Lu Y, Li M, Ren C, Xu Y, Ma T, et al. Open reduction and internal fixation of the tibial avulsion fracture of the posterior cruciate ligament: which is better, a hollow lag screw combined with a gasket or a homemade hook plate? *BMC Musculoskelet Disord.* 2022;23(1):143. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s12891-022-05096-0>.
4. Sundararajan SR, Joseph JB, Ramakanth R, Jha AK, Rajasekaran S. Arthroscopic reduction and internal fixation

(ARIF) versus open reduction internal fixation (ORIF) to elucidate the difference for tibial side PCL avulsion fixation: a randomized controlled trial (RCT). *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021;29(4):1251-1257. doi: <https://www.doi.org/10.1007/s00167-020-06144-9>.

5. Wen G, Chen C, Wang S, Jiang Z, Feng S, Zheng W. Comparison of three surgical methods for displaced posterior cruciate ligament tibial insertion avulsion fractures: a retrospective study. *J Orthop Surg Res.* 2025;20(1):333. doi: <https://www.doi.org/10.1186/s13018-025-05703-5>.

6. Gopinath V, Mameri ES, Casanova FJ, Khan ZA, Jackson GR, McCormick JR, et al. Systematic review and meta-analysis of clinical outcomes after management of posterior cruciate ligament tibial avulsion fractures. *Orthop J Sports Med.* 2023;11(9):23259671231188383. doi: <https://www.doi.org/10.1177/23259671231188383>.

7. Guo H, Zhao Y, Gao L, Wang C, Shang X, Fan H, et al. Treatment of avulsion fracture of posterior cruciate ligament tibial insertion by minimally invasive approach in posterior medial knee. *Front Surg.* 2023;9:885669. doi: <https://www.doi.org/10.3389/fsurg.2022.885669>.

8. Lysholm J, Gillquist J. Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale. *Am J Sports Med.* 1982;10(3):150-154. doi: <https://www.doi.org/10.1177/036354658201000306>.

9. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(198):43-49.

10. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, Harner CD, Kurosaka M, Neyret P, et al. Development and validation of the international knee documentation committee subjective knee form. *Am J Sports Med.* 2001;29(5):600-613. doi: <https://www.doi.org/10.1177/03635465010290051301>.

11. Abdallah AA, Arafa MS. Treatment of posterior cruciate ligament tibial avulsion by a minimally-invasive open posterior approach. *Injury.* 2017;48(7):1644-1649. doi: <https://www.doi.org/10.1016/j.injury.2017.05.032>.

12. Juneja J, Asiger M, Kumar D, Sharma A, Jain MP, Talesra A, et al. Clinical and functional outcome of isolated posterior cruciate ligament avulsion fractures treated by open reduction and internal fixation. *Int J Res Orthop.* 2022;8(3):325-330. doi: <https://www.doi.org/10.18203/issn.2455-4510.IntJResOrthop20221120>.