



Contents lists available at ScienceDirect

## Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología

journal homepage: [www.elsevier.es/rot](http://www.elsevier.es/rot)

Revisiones sistemáticas y metaanálisis

### Comparación de efectividad entre técnicas de fijación en fracturas de espinas tibiales en población pediátrica. Revisión sistemática

### *Effectiveness comparison of pediatric tibial spine fractures fixation techniques. A systematic review*

C. Velandia-Amaya <sup>a,\*</sup> y E. Vergara-Amador <sup>b,c</sup><sup>a</sup> Residente de Ortopedia y Traumatología, Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia<sup>b</sup> Profesor titular – Ortopedia y Traumatología, Cirujano de mano y microcirujano, Departamento de Cirugía, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia<sup>c</sup> Unidad de Ortopedia. Departamento de Cirugía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

#### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

##### Palabras clave:

Fracturas de la eminencia tibial  
Fracturas de rodilla  
Niños  
Adolescentes  
Fijación interna de fracturas

##### Keywords:

Tibial eminence fractures  
Knee fractures  
Child  
Adolescent  
Internal fracture fixation

#### RESUMEN

Las fracturas de espinas tibiales son lesiones raras, con pico de presentación de 8 a 14 años. Los tipos II a IV de Meyers y McKeever son susceptibles de manejo quirúrgico con múltiples técnicas y material de osteosíntesis dependiendo del tipo de fractura y de la experiencia del cirujano. El objetivo es analizar la evidencia actual para los desenlaces funcionales entre los distintos métodos de fijación utilizados. Se realizó una revisión sistemática utilizando términos MeSH, Emtree, DECS, términos libres y operadores booleanos en tres bases de datos. Se extrajo la información concerniente a características de la fractura, de la población y desenlaces para cada método de fijación evaluado, y se realizó un análisis descriptivo de lo obtenido. De 88 registros, se obtuvo un total de 14 artículos luego de aplicar criterios de elegibilidad y añadir 2 estudios manualmente de las referencias incluidas. El porcentaje de artrofibrosis encontrado para técnica abierta fue del 15,9%, y del 21% para técnicas asistidas por artroscopia. Se identificaron 6 métodos de fijación diferentes, con porcentajes de artrofibrosis, laxitud residual, no unión y limitación en arcos de movilidad inferiores al 10%. La funcionalidad para todos los métodos de fijación se calificó como buena a excelente según la escala de Lysholm. Los desenlaces principales entre los distintos métodos de fijación son favorables y no presentan diferencias significativas. Existe un mayor porcentaje de reintervención en métodos de fijación no absorbibles. Hacen falta estudios comparativos de mayor peso epidemiológico para recomendar un método de fijación sobre otro.

#### ABSTRACT

Tibial spine fractures are uncommon injuries, with a peak incidence between 8 and 14 years of age. Meyers and McKeever types II to IV are often managed surgically using a variety of techniques and fixation devices, depending on the fracture characteristics and the surgeon's expertise. The aim of this review is to analyze current evidence regarding functional outcomes across different surgical techniques. A systematic review was conducted using MeSH, Emtree, DeCS, Free Terms, and Boolean Operators across three databases. Data on trauma characteristics, patient demographics, and main outcomes for each fixation device were extracted and subjected to a descriptive analysis. From 88 records, 14 studies were included based on the eligibility criteria. Additionally, 2 studies were manually added from the references of included papers. The rate of arthrofibrosis was 15.9% for open surgery and 21% for arthroscopy-assisted techniques. A total of 6 different fixation methods were identified,

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [cavelandiaa@unal.edu.co](mailto:cavelandiaa@unal.edu.co) (C. Velandia-Amaya).<https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.08.003>

Recibido el 9 de diciembre de 2024; Aceptado el 10 de agosto de 2025

On-line xxx

1888-4415/© 2025 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Cómo citar este artículo: C. Velandia-Amaya and E. Vergara-Amador, Comparación de efectividad entre técnicas de fijación en fracturas de espinas tibiales en población pediátrica. Revisión sistemática, Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, <https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.08.003>

with arthrofibrosis, residual laxity, nonunion, and range of motion limitations all reported in less than 10% of cases. Functional outcomes for all fixation methods were rated as good to excellent according to the Lysholm score. The main outcomes across different fixation devices are favorable and do not show significant differences. However, non-absorbable fixation methods were associated with a higher rate of reintervention. Larger, more robust epidemiological studies are needed to definitively recommend one fixation method over another.

## Introducción

La fractura de espinas tibiales (FET) es una lesión relativamente infrecuente, compleja, intraarticular, con un pico de presentación en población escolar y adolescente (8-17 años), relacionada usualmente con la actividad deportiva<sup>1,2</sup>. En población pediátrica con esqueleto inmaduro la FET es la representación de una avulsión del ligamento cruzado anterior (LCA), en el cual bajo tensión la eminencia tibial con osificación incompleta falla primero que el ligamento, llevando a lesión subcondral<sup>1,3</sup>.

La incidencia de FET es baja, con un estimado anual de 3 casos por 100.000 y aproximadamente del 2 al 5% de las lesiones en rodilla en la edad pediátrica. El 80% se encuentran asociadas a baja energía por actividad deportiva, con nuevos mecanismos descritos recientemente por accidentes de tránsito y por la práctica de esquí<sup>1,4,5</sup>.

El abordaje diagnóstico comienza con radiografía de rodilla en proyecciones anteroposterior (AP) y lateral que generalmente muestra la lesión ósea, lesiones fisarias o la presencia de subluxación articular<sup>1</sup>. La tomografía computarizada (TC) es útil en la caracterización del trazo de fractura y en definir el plan quirúrgico. Diversos estudios recientes sugieren un papel importante de la RM en la evaluación de lesiones asociadas, en particular en pacientes con traumas severos<sup>6</sup>.

La clasificación de la FET fue establecida inicialmente por Meyers y McKeever en tres categorías y posteriormente modificada por Zaricznyj, quien adicionó una cuarta categoría<sup>7,8</sup>. Las fracturas tipo I se caracterizan por no presentar desplazamiento significativo del margen anterior. Las fracturas tipo II presentan una elevación del borde anterior del fragmento con presencia de bisagra posterior. Las fracturas tipo III presentan un compromiso del borde anterior y posterior, y se subdividen en A y B: las primeras asociadas a desplazamiento en el plano sagital, y el subtipo B, a un desplazamiento rotacional. El tipo IV agrupa las fracturas con presencia de conminución<sup>9</sup>.

Las opciones de tratamiento incluyen la inmovilización, la reducción cerrada e inmovilización, la reducción abierta más fijación, y los métodos de reducción y fijación asistidos por artroscopia<sup>10</sup>.

Existe una variedad de técnicas quirúrgicas para los tipos II-IV de Meyers y McKeever descritas en la literatura; la realización de cada modalidad depende de múltiples factores, incluyendo la experiencia del cirujano, el tipo de fractura, la presencia de conminución y el tamaño del fragmento principal<sup>10</sup>. Independientemente de la técnica de fijación se han reportado la laxitud residual y el desarrollo de artrofibrosis como las complicaciones más frecuentes<sup>10,11</sup>. No existe en la literatura un consenso sobre el método de fijación óptimo en el manejo de la FET, por lo que el siguiente estudio tiene por objeto analizar la evidencia actual para los distintos métodos quirúrgicos comparando sus desenlaces más importantes.

## Métodos

Se desarrolló una revisión sistemática siguiendo la lista de verificación para revisiones sistemáticas y extensión de metaanálisis para revisiones de alcance (PRISMA-ScR).

### Criterios de elegibilidad

Los criterios de inclusión empleados fueron:

1. Estudios en pacientes pediátricos con fracturas de espinas tibiales como población.
2. Disponibilidad de texto completo.
3. Reporte de desenlaces de alguna estrategia quirúrgica.

Se tuvieron como criterios de exclusión:

1. Estudios en pacientes con lesiones adicionales a las fracturas de espinas tibiales.
2. Estudios que reporten desenlaces de reintervención.
3. Estrategias de manejo quirúrgico en pacientes con fallo en manejo conservador.

### Fuentes de información

Se realizó una revisión de la literatura mediante una búsqueda sistemática en las bases de datos MEDLINE (Pubmed), EMBASE (Elsevier) y LILACS (Biblioteca virtual en salud) con restricción de fecha de publicación dentro de los últimos 10 años debido al carácter actualizado de la revisión, sin restricción por tipo de idioma o estudio. La última búsqueda se ejecutó el día 13 de agosto de 2024 y se extendió a referencias de los estudios incluidos (Anexos 1 y 2).

### Estrategia de búsqueda

La búsqueda en las tres bases de datos se realizó mediante una pesquisa utilizando términos MeSH, Emtree, DECS, términos libres y operadores booleanos.

### Extracción de datos

Los autores examinaron de forma independiente los títulos y resúmenes de los estudios encontrados con el fin de evaluar los que podrían ser relevantes para la revisión. Se evaluaron criterios de inclusión y exclusión de título y abstract, y posteriormente de texto completo.

### Elementos de datos

Se definió como FET a las lesiones óseas presentes en la eminencia tibial diagnosticadas mediante radiografía o tomografía computarizada. No se tuvieron en cuenta registros con sospecha clínica o diagnóstico sin estudios imagenológicos. Las estrategias de manejo quirúrgico se definieron como todas aquellas que impliquen la reducción del fragmento avulsionado, bien sea por artrotomía o asistido por artroscopia, sin discriminar por el dispositivo de fijación utilizado. No se tuvieron en cuenta desenlaces en manejo no quirúrgico. Los desenlaces a tener en cuenta se definieron de la siguiente manera:

- Funcionalidad: mediante escalas avaladas IKDC, Lysholm, KOOS.
- Arcos de movilidad de la rodilla (*Range of motion* [ROM]): entendiendo como limitación el déficit > 5 grados de extensión o > 15 grados de flexión.
- Laxitud residual: mediante test de Lachman y *pivot shift* positivos o el uso de KT1000 con diferencia > 3 mm.
- Artrofibrosis: déficit en extensión mayor o igual a 10 grados.
- Consolidación: presencia de puentes óseos en estudio radiográfico.

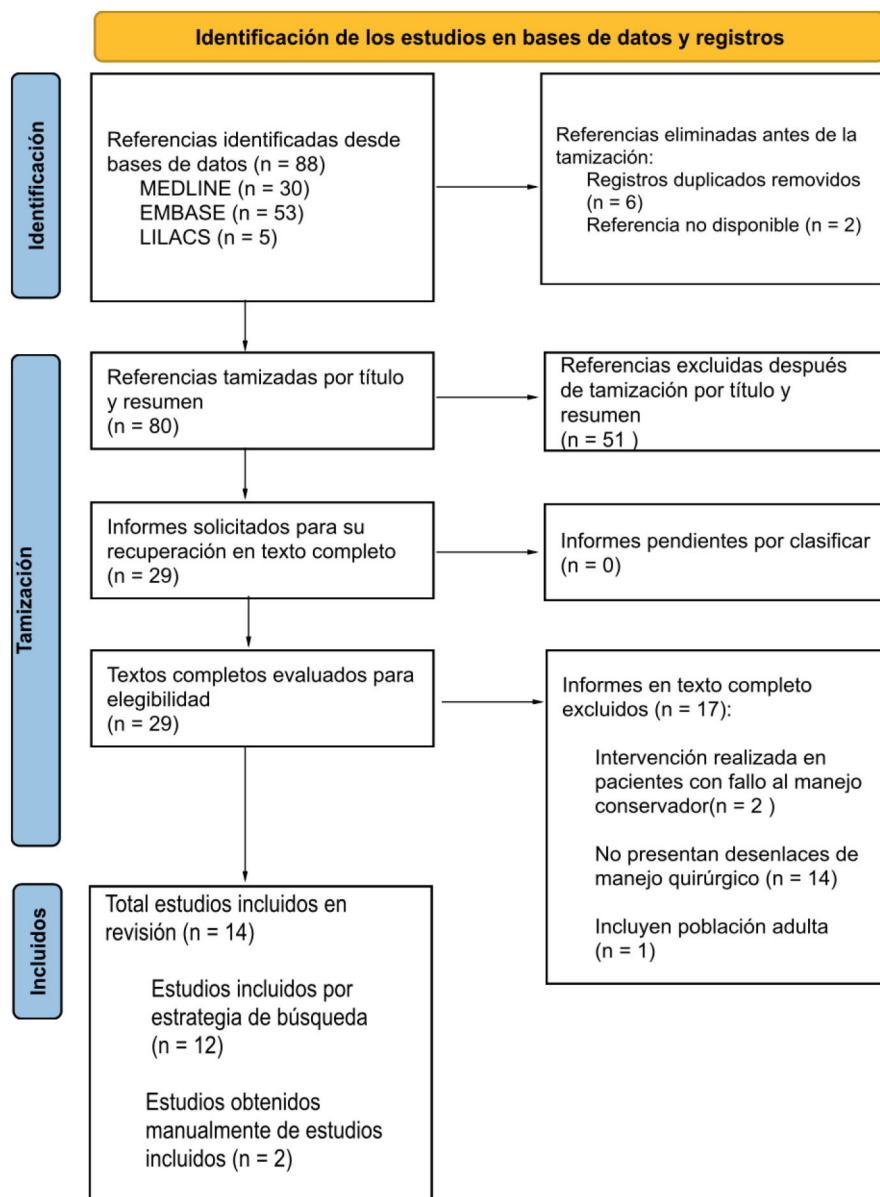


Figura 1. Diagrama de PRISMA de resultados de estrategia de búsqueda y selección de estudios por etapas.

- Reintervención: pacientes que requirieron segunda cirugía para retiro de material o manejo de complicaciones.

#### Síntesis de resultados

La información obtenida del análisis de los estudios incluidos se organizó en una tabla prediseñada en Excel substrayendo título, autor, tipo de estudio y desenlaces.

## Resultados

#### Selección de estudios

Se identificaron 30 artículos en MEDLINE, 53 estudios en EMBASE y 5 en la base de datos LILACS, para un total de 88 registros. Se removieron 6 referencias duplicadas y 2 referencias no disponibles en texto completo. Se aplicaron criterios de inclusión a títulos y resúmenes, obteniendo finalmente 12 estudios para ser incluidos en la revisión. Se

identificaron 2 referencias adicionales obtenidas manualmente de los estudios incluidos (fig. 1).

#### Características de los estudios

La información de tipo de estudio, título, autor y la información relevante en desenlaces de cirugía de los 14 registros se encuentra en la tabla 1. Se obtuvieron en total 8 series de casos retrospectivos, 4 cohortes retrospectivas, un estudio de casos y controles retrospectivo y una revisión sistemática y metaanálisis.

#### Características de la población y tratamiento

Se obtuvieron 754 casos de FET de los estudios primarios. En 12 de estos, los autores subclasificaron el patrón de lesión según la clasificación de Meyers y McKeever, siendo el más frecuente el tipo III en el 51,5% (n = 353), seguido del tipo II (45,2%; n = 310), el tipo I (2,0%; n = 14) y el tipo IV (1,1%; n = 8). La edad media de presentación fue de 11,9 años y el seguimiento en promedio fue de 26,6 meses (intervalo 12-

**Tabla 1**  
Características de estudios incluidos

Autor	Título	Tipo de estudio	Técnica quirúrgica	Desenlaces
Brunner, Stefan	Absorbable and non-absorbable suture fixation results in similar outcomes for tibial eminence fractures in children and adolescents	Casos y controles retrospectivo	Asistida por artroscopia. Fijación con sutura absorbible y puente óseo (A) vs sutura no absorbible y tornillo cortical (B)	Funcionalidad no diferencia (IKDC grado A 70% vs 67%) (Lysholm 90,1 vs 94,1). ROM 12% limitación. Laxitud residual 0% (Lachman, <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 16% (3 subgrupo A, 1 subgrupo B, OR 2,25). Consolidación 0% no unión. Reintervención 44% (3 subgrupo A, 8 subgrupo B)
Memisoglu, Kaya	Arthroscopic fixation with intra-articular button for tibial intercondylar eminence fractures in skeletally immature patients	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con dispositivo Button y tornillo cortical	Funcionalidad IKDC 94,3. ROM 0% limitación. Laxitud residual 0% (Lachman y <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 0%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 18% (retiro de Button)
Çağlar, Ceyhun	Mid-term outcomes of arthroscopic suture fixation technique in tibial spine fractures in the pediatric population	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con supersuturas + tornillo cortical	Funcionalidad KOOS 95,7. ROM 4% limitación. Laxitud residual 4% (Lachman). Artrofibrosis 4%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 4% (artrofibrosis)
Zhang, Liang	Arthroscopic tri-pulley Technology reduction and internal fixation of pediatric Tibial Eminence fracture: A retrospective analysis	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con anclajes óseos (Smith & Nephew TWINFIX) con técnica de tres poleas	Funcionalidad IKDC 83, Lysholm 87. ROM 0% limitación. Laxitud residual 4,7% (Lachman, <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 0%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 0%
Momaya, Amit M	Outcomes after arthroscopic fixation of tibial eminence fractures with bioabsorbable nails in skeletally immature patients	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con clavos bioabsorbibles (Lactonail-Arthrotek)	Funcionalidad IKDC 97,3, Lysholm 95,6. ROM 0% limitación. Laxitud residual 0% (Lachman, <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 14%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 14% (artrofibrosis)
Watts, Chad D	Open versus arthroscopic reduction for tibial eminence fracture fixation in children	Cohorte retrospectiva	Reducción abierta (A) vs asistida por artroscopia (B). Fijación incluye sutura, tornillo, sutura más tornillo	Funcionalidad: no evaluada. ROM: no evaluado. Laxitud residual: no evaluada. Artrofibrosis 14,3% ORIF, 38,9% ARIF. Consolidación: no evaluada. Reintervención 38% (31% artrofibrosis, 3% retiro de material, 3% reconstrucción LCA)
Edmonds, EW	Results of displaced pediatric tibial spine fractures: A comparison between open, arthroscopic, and closed management	Cohorte retrospectiva	Reducción abierta (A) vs asistida por artroscopia (B)	Funcionalidad Lysholm sin diferencias (ORIF 97,4 ARIF 95). ROM: no evaluada. Laxitud residual: no evaluada. Artrofibrosis sin diferencias (12,5% ARIF, 11,1% ORIF). Consolidación: no evaluada. Reintervención: no evaluada
Honeycutt, MW	Pediatric tibial eminence fracture treatment: A case series using a bioabsorbable screw	Serie de casos retrospectiva	Reducción abierta. Fijación con tornillos bioabsorbibles sin cabeza de ácido poli-L láctico (PLLA) (Bio-compression screw, Arthrex)	Funcionalidad Lysholm 99,6. ROM 0% limitación. Laxitud residual 0% (Lachman, <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 20%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 0%
Shimberg, JL	A multicenter comparison of open versus arthroscopic fixation for pediatric tibial spine fractures	Cohorte multicéntrica retrospectiva	Reducción abierta vs asistida por artroscopia	Funcionalidad: no evaluada. ROM sin diferencias en limitación (ORIF 11,9%, ARIF 12,3%). Laxitud residual: no evaluada. Artrofibrosis sin diferencias (ORIF 7%, ARIF 6,9%). Consolidación sin diferencias no unión (ORIF 0%, ARIF 0,2%). Reintervención sin diferencias (ORIF 31,6%, ARIF 21,4%)

**Tabla 1**  
Continuación

Autor	Título	Tipo de estudio	Técnica quirúrgica	Desenlaces
D'Ambrosio, A	Anatomical fixation of tibial intercondylar eminence fractures in children using a threaded pin with an adjustable lock	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con sistema pin roscado con bloqueo ajustable (TPAL, Stryker)	Funcionalidad Lysholm 93,1, IKDC 93,8. ROM 4% limitación. Laxitud residual 0% (KT1000). Artrofibrosis 0%. Consolidación: no evaluada. Reintervención 100% (retiro de material)
Wiktor, Ł	Results of anterior cruciate ligament avulsion fracture by treatment using bioabsorbable nails in children and adolescents	Serie de casos retrospectiva	Reducción abierta o asistida por artroscopia. Fijación con clavos bioabsorbibles de copolímero poli-96L/4D láctico (SmartNails, ConMed)	Funcionalidad Lysholm 96,6, IKDC 84,6. ROM 0% limitación. Laxitud residual 5,8% ( <i>pivot shift</i> ). Artrofibrosis 5,8%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 0%
Tibial Spine Research Interest Group	Tibial spine fractures in the child and adolescent athlete: A systematic review and meta-analysis	Revisión sistemática y metaanálisis	Reducción abierta (A) vs asistida por artroscopia (B). Fijación con tornillos (C) vs suturas (D)	Funcionalidad sin diferencia Lysholm ORIF (97,4) y ARIF (93,6), tornillos (97) y sutura (92,2); IKDC ORIF (87,6) y ARIF (92). ROM no diferencia en limitación ORIF (27%) y ARIF (34%), tornillos (45,3%) y suturas (23,2%). Laxitud residual ORIF (47,1%) y ARIF (10,2%); tornillo (4,1%) y sutura (0%). Artrofibrosis sin diferencia ORIF (15,9%) y ARIF (21%), tornillos (45,3%) y suturas (27,5%). Consolidación no unión ORIF (0%) y ARIF (0,1%); tornillo (0%) y sutura (1,2%). Reintervención: no evaluada
Parikh, Shital N	Prevention of arthrofibrosis after arthroscopic screw fixation of tibial spine fracture in children and adolescents	Cohorte retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con tornillo epifisario (A) vs transfisario (B)	Funcionalidad: no evaluada ROM 0% limitación. Laxitud residual 29% (A: 42%; B: 22%) (Lachman). Artrofibrosis 0%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 62% (A: 33%; B: 100%) retiro de material
Wiegand, N	Arthroscopic treatment of tibial spine fracture in children with a cannulated Herbert screw	Serie de casos retrospectiva	Asistida por artroscopia. Fijación con tornillo Herbert canulado 3.0	Funcionalidad Lysholm 94. ROM 0% limitación. Laxitud residual 12% (Lachman). Artrofibrosis 0%. Consolidación 0% no unión. Reintervención 0%

72 meses). La totalidad de estudios primarios reportaron la estrategia de manejo utilizada, 8 de estos evaluaron desenlaces en técnicas de fijación asistidas por artroscopia (ARIF), un estudio utilizó reducción abierta y fijación interna (ORIF) y 5 estudios analizaron ambas técnicas, 4 de ellos comparando los desenlaces entre una u otra técnica y un estudio que no establece diferencias. En cuanto a los métodos de fijación, 12 estudios reportaron el dispositivo utilizado, algunos de ellos teniendo en cuenta más de un elemento de fijación (sutura 4; sutura y tornillo 3; tornillo 5; pin roscado con bloqueo autoajustable 1; clavos bioabsorbibles 2; Button 1). Por último 4 estudios analizaron material bioabsorbible (clavos 2; sutura 1; tornillo 1)<sup>5,10,12-23</sup>.

#### Funcionalidad

Un estudio de cohorte retrospectiva y una revisión sistemática con metaanálisis que compararon ORIF y ARIF reportaron desenlaces en funcionalidad mediante escalas Lysholm e IKDC. La evaluación funcional para ambas se ubicó en rango excelente para Lysholm y normal para IKDC, sin existir diferencias estadísticamente significativas<sup>10,23</sup>.

En cuanto a los métodos de fijación, 10 estudios reportaron información de funcionalidad mediante escalas de evaluación, la mayoría de ellos con calificación buena (Lysholm 84-94) y excelente (Lysholm

95-100). En la variable suturas se encontró un estudio con desenlaces funcionales buenos (Lysholm 92,2) y un estudio con uso de tres suturas de anclaje y técnica de tres poleas con desenlaces casi normal y bueno (IKDC 83, Lysholm 87). Para el uso de tornillos se encontró un desenlace excelente en material absorbible (Lysholm 99,6) y bueno en técnica con tornillos tipo Herbert (Lysholm 94). Solo un estudio evaluó de forma independiente los desenlaces funcionales de las técnicas combinadas con sutura más tornillo, encontrando un resultado excelente según la escala KOOS (95,7)<sup>5,14,15,22,23</sup>.

Para otros métodos de fijación se encontró un desenlace funcional excelente en el uso de clavos bioabsorbibles en dos estudios (Lysholm 95,6 y 96,6), bueno en el uso de pin roscado con bloqueo autoajustable en un estudio (Lysholm 93,1) y casi normal para el sistema Button más tornillo cortical tibial proximal (IKDC 94,3)<sup>13,16,19,20</sup>.

Un estudio de casos y controles retrospectivo comparó los desenlaces funcionales entre el uso de solo suturas absorbibles y fijación distal con técnica de puente óseo frente al uso de sutura y fijación distal con tornillo cortical, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas (Lysholm 90,1 vs 94,1, respectivamente) y una revisión sistemática con metaanálisis comparó el uso de tornillos frente a suturas sin encontrar diferencias (Lysholm 97 vs 92,2, respectivamente)<sup>12,23</sup>.



### Limitación en arco de movilidad (ROM)

Se interpretó el desenlace limitación en ROM como el déficit mayor a 5 grados en extensión o mayor a 15 grados en flexión. Dos estudios compararon este desenlace entre ORIF y ARIF sin encontrar diferencias estadísticamente significativas, independientemente del tipo de fijación utilizada (Shimberg et al. ORIF 11,9%, ARIF 12,3%; Tibial Research Interest Group ORIF 27% y ARIF 34%).

Entre las distintas técnicas de fijación ningún estudio encontró limitación en ROM superior al 15% en su población. Para la fijación con suturas, 3 estudios evaluaron este desenlace, y 2 de ellos encontraron limitación en el 12% y el 4% de la población objeto<sup>12,14</sup>. D'Ambrosio et al. reportaron la presencia de limitación en ROM en el 4% de sus pacientes tratados con pin roscado con bloqueo ajustable. Finalmente, 6 estudios evaluaron otro tipo de fijación (3 tornillos, 2 clavos bioabsorbibles, un sistema Button ajustable), y ninguno de ellos presentó limitación en ROM postoperatoria<sup>5,13,16,20-22</sup>.

### Laxitud residual

Junto con la artrofibrosis, es la complicación más frecuente encontrada en los estudios analizados. La mayoría de los estudios analizados reportan su evaluación mediante pruebas clínicas (test de Lachman, *pivot shift*) y un estudio mediante el uso de KT1000. En la evaluación de laxitud residual en ORIF vs ARIF solo el estudio adelantado por Tibial Spine Research Interest Group evaluó este desenlace, reportando su presencia en el 47,1% de pacientes tratados con ORIF y el 10,2% de pacientes tratados con ARIF, sin obtener datos suficientes para realizar el metaanálisis<sup>23</sup>.

Un total de 10 estudios evaluaron la laxitud residual postoperatoria. En el grupo de fijación con suturas uno de los estudios no encontró laxitud, mientras que otra publicación con técnica de tres poleas la encontró en un 4,7% (n = 1)<sup>15</sup>. La serie de casos realizada por Çağlar et al. es el único estudio que evalúa la laxitud residual en pacientes tratados con sutura más tornillo cortical, encontrando la presencia del desenlace en el 4% de los pacientes mediante test de Lachman (n = 1). El uso de tornillos no absorbibles se asoció a laxitud residual en un 12% (n = 1) con tornillos tipo Herbert y en un 29% con tornillos transisarios y epifisarios (n = 8), según dos estudios<sup>21,22</sup>. Dos estudios evaluaron la presencia de laxitud residual con el uso de clavos bioabsorbibles, y solo uno de ellos encontró la presencia del desenlace en un 5,8% (n = 1) mediante *pivot shift*<sup>20</sup>.

### Artrofibrosis

Definida como el déficit en extensión mayor o igual a 10 grados, es la principal complicación evidenciada en los estudios analizados y la que con mayor frecuencia lleva a reintervención. El análisis del desenlace entre ORIF y ARIF fue realizado en 4 estudios, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. Watts et al. adicionalmente encontraron el periodo de tiempo a cirugía > 7 días y el tiempo quirúrgico > 120 min como factores de riesgo de artrofibrosis (HR 4,7 y 8,9, respectivamente) independientes del abordaje quirúrgico.

Respecto a los métodos de fijación, 2 estudios evaluaron pacientes que recibieron manejo quirúrgico con suturas, encontrando en un estudio 3 casos y en el otro un caso. Tres estudios de fijación con tornillos evaluaron la presencia de artrofibrosis, 2 de ellos con material no absorbible, sin encontrar esta complicación, y uno de ellos con tornillos bioabsorbibles sin cabeza de ácido poli-L láctico (PLLA), encontrando el desenlace en un solo caso. Para los clavos bioabsorbibles, los dos estudios que evaluaron desenlaces para este tipo de fijación reportaron la variable artrofibrosis en un 14% (n = 1) y un 5,8% (n = 1) de sus pacientes. Otros métodos de fijación, como el sistema Button y el pin roscado con bloqueo ajustable, no tuvieron casos de artrofibrosis durante su seguimiento<sup>5,13-16,19-22</sup>.

El estudio de casos y controles retrospectivo de Brunner et al. comparando manejo con sutura absorbible y fijación distal en puente óseo frente a sutura no absorbible y fijación distal con tornillo cortical encontró 3 casos de artrofibrosis para el primer grupo y uno en el segundo, obteniendo un OR 2,25, que no es estadísticamente significativo.

### Consolidación

La evaluación de la no unión no fue realizada en la totalidad de los estudios revisados. Para el caso de ORIF vs ARIF, 2 estudios encontraron < 1% de presencia de la condición en ARIF frente a ningún caso en ORIF, sin representar una diferencia estadísticamente significativa<sup>18,23</sup>.

Nueve estudios evaluaron la no unión en distintos tipos de fijación, incluyendo el uso de suturas, tornillos absorbibles y no absorbibles, sutura más tornillo cortical, clavos bioabsorbibles y sistema Button, todos ellos sin encontrar casos de no consolidación, evaluados mediante radiografía de control postoperatoria. No se encontró evaluación de consolidación como desenlace en el grupo de fijación con pin roscado con bloqueo ajustable<sup>5,12-16,20-22</sup>.

### Reintervención

Dos estudios evaluaron la reintervención en ORIF vs ARIF, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas (ORIF 31,6%, ARIF 21,4%)<sup>18</sup>. Las principales causas de reintervención en ambos grupos fueron evaluadas por Watts et al., siendo el 31% por artrofibrosis, el 3% para retiro de material por sintomatología asociada a este, y el 3% requirieron reconstrucción del LCA posterior a procedimiento.

Para los métodos de fijación, los porcentajes más altos de reintervención estuvieron asociados al retiro de material, bien sea por protocolo en la técnica quirúrgica, como es el caso del pin roscado con bloqueo ajustable de Stryker (100%; n = 27) y los tornillos transisarios (100%; n = 9), o por sintomatología asociada al material, como en el caso de los pacientes tratados con sutura y tornillo de cortical con dolor asociado a este último en un 80% (n = 8) y los pacientes tratados con sistema Button que requirieron el retiro del dispositivo en un 18% (n = 2)<sup>12,13,19,21</sup>.

Las reintervenciones por artrofibrosis reportadas en los estudios consistieron en la movilidad articular bajo anestesia y una nueva artroscopia para realización de condroplastia y desbridamiento; un estudio reportó este tipo de reintervenciones en un 4% (n = 1) en pacientes tratados con sutura más fijación distal con tornillo cortical, y un estudio reportó la realización en un 14% (n = 1) en pacientes tratados mediante clavos bioabsorbibles<sup>14,16</sup>.

Para el caso de fijación con sutura mediante técnica de tres poleas, uso de tornillo bioabsorbible y tornillo tipo Herbert, no se reportaron reintervenciones<sup>5,15,22</sup>.

### Discusión

La FET en población pediátrica, aunque infrecuente, constituye un reto terapéutico para el cirujano ortopédico. El objetivo del tratamiento es obtener una reducción anatómica que evite la rigidez y la laxitud residual como principales complicaciones, y para ello existen cada vez más estrategias de abordaje y de fijación disponibles<sup>3,24</sup>. Es fundamental, por tanto, conocer las características de los distintos métodos disponibles, con los desenlaces reportados para cada uno en la literatura actual con el fin de realizar un planeamiento quirúrgico apropiado. En este sentido, el presente estudio muestra diferentes métodos de fijación comparando desenlaces importantes en el manejo de estas lesiones. Se identificaron 6 métodos de fijación distintos, en su mayoría asistidos por artroscopia, con desenlaces comunes evaluados en la mayoría de ellos.

Las principales complicaciones encontradas fueron la artrofibrosis y la laxitud residual, como también lo sugieren otros estudios<sup>23</sup>. El riesgo de artrofibrosis ha sido vinculado por varios autores con el compromiso fisario durante la fijación; no obstante, en esta revisión se encontraron porcentajes similares de artrofibrosis en los distintos tipos de

fijación evaluados, independientemente del compromiso fisario. Series de casos, como la de Parikh et al., que compararon la fijación epifisaria (respetando la fisis) y la transfisaria de fracturas de espinas tibiales en menores de 18 años, describen resultados similares al no encontrar diferencias estadísticamente significativas en tiempo de retorno a actividad deportiva o arco de movimiento final<sup>21</sup>. De igual forma se encontraron porcentajes similares en el desarrollo de este desenlace en pacientes tratados con reducción abierta y aquellos que recibieron fijación asistida por artroscopia.

La laxitud residual, si bien es la segunda complicación más frecuente, presentó buenos resultados en todos los métodos de fijación evaluados en esta revisión, con porcentajes inferiores al 15%, sin ningún caso de inestabilidad. Para el caso de pacientes tratados con técnica abierta frente a asistida por artroscopia, el análisis descriptivo realizado por Tibial Spine Research Interest Group encontró laxitud residual en un 47,1% frente a un 10,2%, respectivamente, sin obtener datos suficientes para realizar el metaanálisis sin especificar el método de fijación<sup>23</sup>.

La funcionalidad evaluada en los distintos métodos de fijación encontró valores correspondientes a buenos y excelentes resultados en la escala Lysholm (84-100) y casi normal a normal para IKDC (85-100), lo que sugiere que en general, independientemente del método de fijación, la satisfacción y la calidad de vida postoperatoria en este tipo de lesiones tiene buenos resultados. Estos hallazgos son similares a los reportados en la literatura<sup>3,10</sup>.

La no unión evaluada mediante estudios radiográficos es una complicación infrecuente, y en nuestra revisión solo se identificó un caso reportado en el estudio realizado por Tibial Spine Research Interest Group para reducción abierta, sin especificar el método de fijación. En los estudios primarios evaluados no se identificaron casos de no unión para los 6 distintos métodos de fijación, similar a los hallazgos reportados por Coyle et al.<sup>3</sup>.

La reintervención encontrada en nuestra revisión se relacionó principalmente con el retiro del material y con la necesidad de movilidad articular bajo anestesia o artroscopia por artrofibrosis. El retiro de material constituye una de las principales preocupaciones en el manejo con implantes metálicos (tornillos y pin roscado con bloqueo autoajustable), lo que significa un trauma adicional a la rodilla<sup>25</sup>. En este sentido, tres métodos de fijación evaluados en nuestra revisión requirieron un porcentaje alto de reintervención para retiro de material: el pin roscado con bloqueo autoajustable (100%), los tornillos transfisarios (100%) y los tornillos corticales tibiales proximales en caso de su uso combinado con sutura (80%). Este alto porcentaje de retiro de material en estos métodos de fijación también se ha reportado en varias series de casos en la literatura<sup>16,20</sup>. Para evitar una segunda intervención, el desarrollo de métodos de fijación se ha encaminado a la aplicación de implantes bioabsorbibles bajo artroscopia, que en esta y otras revisiones ha demostrado un rendimiento similar en los demás desenlaces<sup>3</sup>.

### Limitaciones

La principal limitación de esta revisión es la ausencia de estudios con nivel de evidencia alto. La mayoría de los estudios son series de casos, lo que confiere un nivel de evidencia relativamente bajo (III-IV), lo que pone en evidencia la necesidad de estudios comparativos de mayor peso epidemiológico. Debido a que la mayoría de los desenlaces de métodos de fijación se reportaban en series de casos, se imposibilitó la realización de metaanálisis.

### Conclusiones

Este estudio constituye una revisión de la mayor cantidad de métodos de fijación empleados en la actualidad, incluyendo material bioabsorbible en el manejo de FET en población pediátrica. Los desenlaces evaluados entre la técnica abierta y la asistida por artroscopia sugieren que no existen diferencias entre los principales desenlaces. A pesar

del aumento en material de osteosíntesis disponible para el manejo de este tipo de lesiones, la presente revisión sugiere que los principales desenlaces (artrofibrosis, laxitud residual y funcionalidad) son buenos y similares para todos los métodos de fijación, incluyendo las primeras técnicas basadas en el uso de tornillos y pin roscado con bloqueo autoajustable. Existe un porcentaje mayor de reintervención en todas las técnicas de fijación que utilizan material no absorbible, particularmente por retiro de material, lo que supone un acto quirúrgico adicional sobre un esqueleto inmaduro. Lo anterior impulsa a la aplicación de técnicas cada vez menos invasivas y que utilicen material bioabsorbible. Por último, hacen falta estudios comparativos de mayor peso epidemiológico para recomendar un método de fijación por encima de otros.

### Nivel de evidencia

Nivel de evidencia III.

### Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

### Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores

### Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.recot.2025.08.003](https://doi.org/10.1016/j.recot.2025.08.003).

### Bibliografía

- Shin YW, Uppstrom TJ, Haskel JD, Green DW. The tibial eminence fracture in skeletally immature patients. *Curr Opin Pediatr*. 2015;27:50-57.
- Harouna AD, Cherrabi H, Atarraf K, Chater L, Afifi AM. [Tibial spine fractures in children]. *Pan Afr Med J*. 2017;28:244.
- Coyle C, Jagernauth S, Ramachandran M. Tibial eminence fractures in the paediatric population: A systematic review. *J Child Orthop*. 2014;8:149-159.
- Mahmood T, Ali Khan W, Iqbal J, Mehdi SK, Talat H, O'Grady P. Management of sports-related and recreational knee injuries in children: Surgical aspects. *Pak J Med Health Sci*. 2021;15:2460-2467. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2015750541&from=export>.
- Honeycutt MW, Rambo AJ, Zieman DP, Nimityongskul P. Pediatric tibial eminence fracture treatment: A case series using a bioabsorbable screw. *J Clin Orthop Trauma*. 2020;11:S675-S680. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2004846031&from=export>.
- Mitchell JJ, Sjostrom R, Mansour AA, et al. Incidence of meniscal injury and chondral pathology in anterior tibial spine fractures of children. *J Pediatr Orthop*. 2015;35:130-135.
- Zaricznyj B. Avulsion fracture of the tibial eminence: treatment by open reduction and pinning. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59:1111-1114.
- Estes AR, Oladeji LO. Arthroscopic treatment of tibial spine malunion with resorbable screws. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*. 2015;44:E160-E164.
- Jackson TJ, Storey EP, Ganley TJ. The surgical management of tibial spine fractures in children: A survey of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA). *J Pediatr Orthop*. 2019;39:e572-e577. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L629059604&from=export>.
- Edmonds EW, Fornari ED, Dashe J, Roocroft JH, King MM, Pennock AT. Results of displaced pediatric tibial spine fractures: A comparison between open, arthroscopic, and closed management. *J Pediatr Orthop*. 2015;35:651-656. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L600599378&from=export>.
- Vander Have KL, Ganley TJ, Kocher MS, Price CT, Herrera-Soto JA. Arthrofibrosis after surgical fixation of tibial eminence fractures in children and adolescents. *Am J Sports Med*. 2010;38:298-301.
- Brunner S, Vavken P, Kilger R, et al. Absorbable and non-absorbable suture fixation results in similar outcomes for tibial eminence fractures in children and adolescents. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24:723-729.
- Memisoglu K, Muezzinoglu US, Atmaca H, Sarman H, Kesemenli CC. Arthroscopic fixation with intra-articular button for tibial intercondylar eminence fractures in skeletally immature patients. *J Pediatr Orthop B*. 2016;25:31-36.

14. Çağlar C, Yağar H, Emre F, Uğurlu M. Mid-term outcomes of arthroscopic suture fixation technique in tibial spine fractures in the pediatric population. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2021;27:571–576.
15. Zhang L, Zhang L, Zheng J, et al. Arthroscopic tri-pulley Technology reduction and internal fixation of pediatric Tibial Eminence fracture: A retrospective analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21:408.
16. Momaya AM, Read C, Steirer M, Estes R. Outcomes after arthroscopic fixation of tibial eminence fractures with bioabsorbable nails in skeletally immature patients. *J Pediatr Orthop B.* 2018;27:8–12.
17. Watts CD, Larson AN, Milbrandt TA. Open versus arthroscopic reduction for tibial eminence fracture fixation in children. *J Pediatr Orthop.* 2016;36:437–439.
18. Shimberg JL, Leska TM, Cruz AI, et al. A multicenter comparison of open versus arthroscopic fixation for pediatric tibial spine fractures. *J Pediatr Orthop.* 2022;42:195–200. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2016749802&from=export>.
19. D'Ambrosio A, Schneider L, Bund L, Gicquel P. Anatomical fixation of tibial intercondylar eminence fractures in children using a threaded pin with an adjustable lock. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022;108:103021. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2013967755&from=export>.
20. Wiktor Ł, Tomaszewski R. Results of anterior cruciate ligament avulsion fracture by treatment using bioabsorbable nails in children and adolescents. *Children (Basel).* 2022;9:1897. Disponible en: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2020731905&from=export>.
21. Parikh SN, Myer D, Eismann EA. Prevention of arthrofibrosis after arthroscopic screw fixation of tibial spine fracture in children and adolescents. *Orthopedics.* 2014;37:e58–e65.
22. Wiegand N, Naumov I, Vámbhidy L, Nöt LG. Arthroscopic treatment of tibial spine fracture in children with a cannulated Herbert screw. *Knee.* 2014;21:481–485.
23. Orellana KJ, Houlihan NV, Carter MV, et al., Tibial Spine Research Interest Group. Tibial spine fractures in the child and adolescent athlete: A systematic review and meta-analysis. *Am J Sports Med.* 2024;52:1357–1366.
24. McGurty SA, Ganley TJ, Kushare I, et al. Anterior displacement of tibial spine fractures: Does anatomic reduction matter? *Orthop J Sports Med.* 2023;11. Available from: <https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L2025172876&from=export>.
25. Hirschmann MT, Mayer RR, Kentsch A, Friederich NF. Physeal sparing arthroscopic fixation of displaced tibial eminence fractures: A new surgical technique. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2009;17:741–747.