

## Fijación externa en pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis tibial

External fixation in pediatric patients with tibial shaft fractures

Alejandro Alvarez López<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8169-2704>

Eric Urbina Santibañez<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0003-2754-3355>

<sup>1</sup> Hospital Pediátrico Provincial Dr. Eduardo Agramonte Piña. Camagüey. Cuba.

<sup>2</sup> Universidad de Santo Tomas. Santiago de Chile, Chile.

\*Autor para correspondencia: aal.cmw@infomed.sld.cu

### RESUMEN

**Introducción:** las fracturas de la diáfisis de la tibia en las edades pediátricas son tratadas, por lo general, de forma conservadora. Existen circunstancias que justifican el tratamiento quirúrgico, en especial la fijación externa.

**Objetivo:** actualizar sobre el uso de la fijación externa en pacientes pediátricos con fractura de la diáfisis de la tibia.

**Métodos:** la búsqueda y el análisis de la información se realizó en un período de 61 días (primero de noviembre al 31 de diciembre de 2023) y se emplearon las siguientes palabras: pediatric tibial shaft fracture AND external fixation, external fixation AND tibia, fractures AND tibia. A partir de la información obtenida se realizó una revisión bibliográfica de un total de 193 artículos publicados en las bases de datos PubMed, Hinari, SciELO y Medline mediante el gestor de búsqueda y el administrador de referencias EndNote. Se utilizaron 32 citas seleccionadas para realizar la revisión, 31 de los últimos cinco años.

**Desarrollo:** se hace referencia a los aspectos anatómicos más importantes. Se mencionan las indicaciones quirúrgicas generales y específicas en pacientes pediátricos con fractura de la diáfisis de la tibia. Se exponen las características propias de las fracturas abiertas en las edades pediátricas y las ventajas de este procedimiento y las complicaciones.

**Conclusiones:** la fijación externa en pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis de la tibia es una opción quirúrgica ventajosa en ciertas circunstancias como fracturas abiertas y

conminutivas. Se deben tener en cuenta precauciones para evitar las complicaciones relacionadas con este procedimiento.

**Palabras clave:** fractura de la diáfisis tibial; tratamiento quirúrgico; fracturas abiertas; fracturas conminutivas; fijación externa

## ABSTRACT

**Introduction:** fractures of the tibial shaft in pediatric ages are generally treated conservatively. However, there are circumstances that justify surgical treatment, especially external fixation.

**Objective:** Update on the use of external fixation in pediatric patients with fracture of the tibial shaft.

**Methods:** the search and analysis of the information was carried out over a period of 61 days (November 1 to December 31, 2023) and the following words were used: pediatric tibial shaft fracture AND external fixation, external fixation AND tibia, tibia AND fractures. Based on the information obtained, a bibliographic review of a total of 193 articles published in the PubMed, Hinari, SciELO and Medline databases was carried out using the search manager and reference manager EndNote. Of these, 32 selected quotes were used to carry out the review, 31 from the last five years.

**Development:** reference is made to the most important anatomical aspects. General and specific surgical indications are mentioned in pediatric patients with fracture of the tibial shaft. The characteristics of open fractures in pediatric ages are presented. The advantages of this procedure and the complications are reflected.

**Conclusions:** external fixation in pediatric patients with tibial shaft fractures is an advantageous surgical option in certain circumstances such as open and comminutive fractures. Precautions should be taken to avoid complications related to this procedure.

**Key words:** tibial shaft fracture; operative treatment; open fractures; comminuted fractures; external fixation

Recibido: 25/04/2024

Aprobado: 09/05/2024

## INTRODUCCIÓN

La fractura de la tibia en las edades pediátricas representa el tercer lugar entre las fracturas de huesos largos que afectan el sistema osteomioarticular, solo precedidas por las del fémur y del

antebrazo. Representan el 15% de todas las fracturas pediátricas, la edad promedio es a los ocho años, es más frecuente en niños que en niñas, con una razón de 2 a 1, el 39% de las fracturas de tibia en el niño ocurren en el tercio medio, el 30% se asocian a fracturas ipsilaterales del peroné y un 9% de ellas son fracturas abiertas.<sup>(1)</sup>

Los mecanismos de producción de esta enfermedad traumática son de tipo directo o indirecto, en el primero provocados por accidentes de tránsito con trazos de fracturas transversos o conminutos y en el segundo por torsión, que se manifiesta por la presencia de trazos de fractura espiroideos y oblicuos largos.<sup>(2,3)</sup>

La presentación clínica de pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis tibial esta en dependencia de la magnitud del mecanismo de producción y de su impacto, tanto desde el punto de vista local como en relación a las lesiones asociadas. Los exámenes imagenológicos son de gran ayuda para confirmar el diagnóstico y evaluar la intensidad de la enfermedad traumática.<sup>(4,5)</sup>

Aunque el tratamiento conservador es el más empleado, existen ciertas circunstancias en la que es necesaria la intervención quirúrgica mediante diferentes modalidades como el empleo de Kirschners y de clavos elásticos y rígidos, de placas submusculares y de la fijación externa (FE).<sup>(6,7)</sup>

La FE es un método de osteosíntesis que gana popularidad en la población pediátrica debido a las ventajas que ofrece este procedimiento en ciertas condiciones del enfermo al compararlo con otros métodos quirúrgicos.<sup>(8,9)</sup>

Debido a la importancia de este asunto en la traumatología infantil y a la escasa información disponible sobre esta temática en la literatura nacional se realizó una revisión sobre el empleo de la FE en pacientes con fracturas de la diáfisis tibial.

#### Métodos

La búsqueda y el análisis de la información se realizó en un período de 61 días (primero de noviembre al 31 de diciembre de 2023) y se emplearon las siguientes palabras: pediatric tibial shaft fracture AND external fixation, external fixation AND tibia, tibia AND fractures. Para centrar la búsqueda se utilizaron los operadores booleanos OR o AND según correspondía. A partir de la información obtenida se realizó una revisión bibliográfica de un total de 193 artículos publicados en las bases de datos PubMed [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>], Hinari [<https://www.who.int/hinari/es/>], SciELO [<https://scielo.org/es/>] y Medline [<https://medlineplus.gov/spanish/>] mediante el gestor de búsqueda y el administrador de referencias EndNote. Se utilizaron 32 citas seleccionadas para realizar la revisión, 31 de los últimos cinco años.

Se consideraron estudios de revisión, libros, presentaciones de casos y artículos originales. Se excluyeron investigaciones realizadas en Laboratorios de biomecánica y en animales.

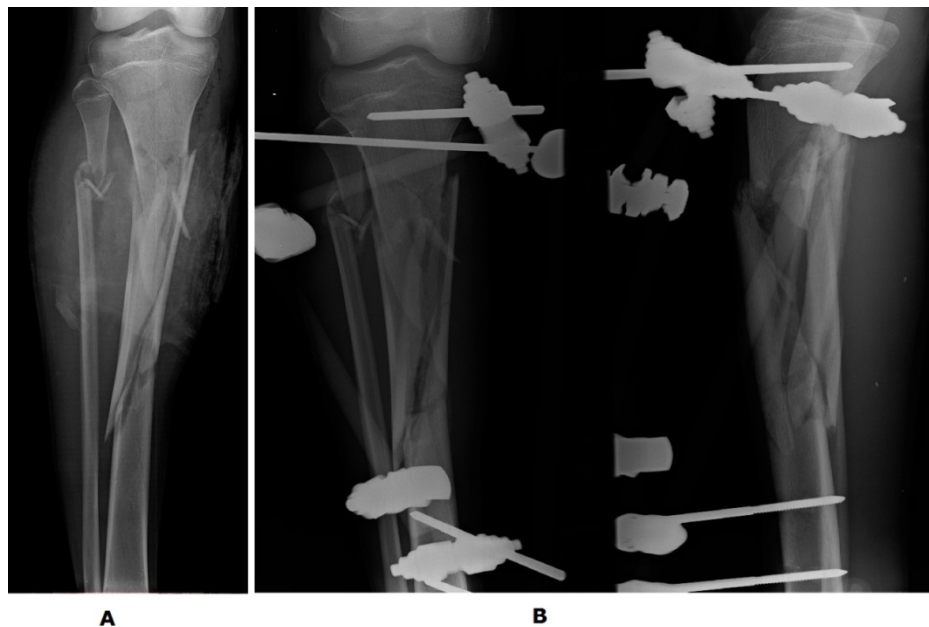
#### Desarrollo

Desde el punto de vista anatómico el peroné soporta del 6 al 17% del peso corporal y su función principal es la de dar puntos de inserción a la musculatura anterolateral de la pierna y otorgar estabilidad lateral al tobillo.(10) Por su parte, la tibia es la responsable principal del soporte de la carga de peso y en su tercio proximal da inserción a la musculatura anterolateral y posterior de la pierna.

El tratamiento quirúrgico con independencia del método a emplear está indicado en menos del 5% de los enfermos pediátricos que sufren de fractura de la diáfisis de la tibia, entre las indicaciones están: fracturas abiertas, imposibilidad para mantener la estabilidad por métodos conservadores, daño vascular y síndrome compartimental asociado a la fractura, presencia de conminución ósea y fractura de fémur asociada (rodilla flotante), pacientes con síndromes espásticos y politraumatizados.(11,12,13)

Se consideran fracturas inestables las que se presentan en niños menores de ocho años con más de 10 grados de angulación en varo, cinco grados en valgo, angulación sagital mayor de 10 grados, rotación por encima de los cinco grados y acortamiento mayor a 10 milímetros. En pacientes de ocho años o más se considera inestable cuando existen más de cinco grados en cualquier plano y acortamiento por encima de cinco milímetros.(14,15,16)

La FE per se está justificada en pacientes pediátricos que presentan facturas abiertas, o en fracturas cerradas de alta energía como las que se asocian a conminución, fracturas segmentarias y en todas las que comprometan la longitud de la extremidad, que no puede ser garantizada por otros métodos (Figura 1 A y B).(17,18,19)



**Fig. 1.** Paciente de 16 años con fractura abierta de tibia derecha grado 3 de Gustilo y Anderson. A- Radiografía inicial en la que se observa marcada conminución de la diáfisis tibial. B- Colocación de fijación externa tipo Hoffman® Imagen propia de los autores.

En las edades pediátricas las fracturas abiertas de la tibia difieren de las que se presentan en el adulto en varios aspectos: las lesiones de partes blandas curan mejor, en especial, en pacientes por debajo de los 11 años, el hueso descontaminado y desvitalizado puede ser cubierto con partes blandas e incorporarse al callo de fractura, la FE puede mantenerse hasta la consolidación, el periostio es capaz de regenerar hueso aún en caso de pérdidas de fragmentos óseos y algunas fracturas de grado 1 de la clasificación de Gustilo y Anderson(20) pueden cerrarse de forma primaria con poco peligro de infección.<sup>(21,22)</sup>

La FE puede ser empleada de forma transitoria o definitiva y la configuración de los dispositivos pueden ser monopolar y multipolar. Las principales ventajas de este método radican en que su colocación es fácil, brinda estabilidad, permite el control rotacional y angular y la longitud de la extremidad, a través de la tracción por los alambres del fijador se puede realizar la reducción de la fractura, disminuye el daño sobre las partes blandas, no necesita en todos los casos de una segunda re-intervención para retirar el implante, se puede combinar con otros medios de osteosíntesis, es útil en pacientes politraumatizados con otras lesiones asociadas y en que favorece la rehabilitación temprana de las articulaciones vecinas a la fractura (Figura 2 A y B).<sup>(23,24,25)</sup>



**Fig. 2.** Paciente operado de cuatro semanas de evolución. A- Posición en flexión de la rodilla. B- Extensión de la rodilla Imagen propia de los autores.

Aunque la técnica quirúrgica más empleada en la actualidad es la fijación con clavos elásticos, esta modalidad presenta limitaciones en caso de pacientes que presentan conminución ósea extensa y peso corporal mayor a 55 kilogramos.<sup>(26,27)</sup>

Existen ventajas de la FE sobre el empleo de clavos intramedulares flexibles en pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis de la tibia (Tabla 1).<sup>(28,29,30)</sup>

**Tabla 1.** Diferencias entre la fijación externa y el clavo intramedular flexible en pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis de la tibia

Factores	Fijación externa	Enclavijado intramedular
<b>Control rotacional</b>	Posible	Limitado
<b>Control de la longitud</b>	Posible	Limitado
<b>Presencia de conminución ósea</b>	Muy útil	Utilidad limitada
<b>Uso de inmovilización enyesada posoperatoria</b>	No necesaria o poco tiempo después de retirar la fijación.	Necesaria
<b>Empleo según peso</b>	No tiene relación	Tiene límites con el peso corporal (pacientes con menos de 55 kgs)
<b>Posibilidad de síndrome compartimental</b>	Menor	Más alta
<b>Complicación más frecuente</b>	Infección en el trayecto de los alambres.	Molestias al material en su sitio de entrada al hueso.

Fuente: expediente clínico

La consolidación de las fracturas de la tibia en pacientes pediátricos habitualmente no presenta problemas y suele ocurrir entre ocho y 12 semanas. La pseudoartrosis es muy infrecuente, no así el retardo en la consolidación debido al daño de las partes blandas, menor perfusión e inestabilidad del foco de fractura.<sup>(5,31)</sup>

En relación a las complicaciones, se encuentran las relacionadas directamente con la fractura y otras con la FE. En este último grupo aparecen la infección en el trayecto de los alambres, la re-fractura y las afecciones a la placa de crecimiento.<sup>(3,5,7)</sup>

La incidencia de infección en el trayecto de los alambres puede ser disminuida al aplicar técnicas quirúrgicas meticulosas como realizar las incisiones de piel mediante bisturí y no con el propio

alambre, el barreno del hueso debe ser llevado a cabo con dispositivos a baja velocidad o manuales para evitar la necrosis térmica, a la hora de colocar el alambre se deben de utilizar valvas de deslizamiento para evitar el contacto con la piel. Desde el punto de vista postoperatorio, es recomendable el aseo sistemático de los alambres y evitar las exposiciones al calor.<sup>(17,18)</sup>

Por su parte, la re-fractura no es una complicación relacionada solo con la FE, pero su incidencia es similar a la de otros procedimientos quirúrgicos en caso de pacientes en edades pediátricas; en un estudio de 45 pacientes solo dos casos presentaron esta complicación, uno a los tres meses de retirado el fijador externo y el otro a los dos años.<sup>(32)</sup> En la mayoría de los pacientes es aconsejable colocar una inmovilización enyesada por un tiempo después de retirar el fijador externo.

Para evitar la lesión de la placa de crecimiento los alambres del fijador externo deben ser colocados a más de un centímetro de estas estructuras anatómicas y a más de dos centímetros del foco de fractura, además de colocar dos alambres por cada fragmento óseo.<sup>(5,17)</sup>

#### Conclusiones

La fijación externa en pacientes pediátricos con fracturas de la diáfisis de la tibia es una opción quirúrgica ventajosa en ciertas circunstancias como fracturas abiertas y conminutivas. Se deben tener en cuenta precauciones para evitar las complicaciones relacionadas con este procedimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.Egol KA, Koval KJ, Zuckerman J. Handbook of Fractures. 6 th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2020. p.678-681.
- 2.Frick SL, Miyanji FF. Pediatric Thoracolumbar Spine and Lower Extremity Fractures. En: Weinstein SL, Flynn JM, Crawford HA. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. 8 th ed. Philadelphia: Wolter Kluwer; 2021 [aprox. 13p.]. Disponible en: <https://lcn.loc.gov/2019057696>
- 3.Ho CA, Mooney JF. Fractures of the Shaft of the Tibia and Fibula. En: Waters PM, Skaggs DL, Flynn JM. Rockwood and Wilkins' Fractures in Children. 9 th ed. Philadelphia: Wolter Kluwer; 2020 [aprox. 3p.]. Disponible en: <https://lcn.loc.gov/1018056468>
- 4.Egger A, Murphy J, Johnson M, Hosseinzadeh P, Louer C. Elastic stable intramedullary nailing of pediatric tibial fractures. JBJS Essent Surg Tech [Internet]. 2020 [citado 20 /01/2024]; 10(4):e19.00063. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8154391/>  
<https://doi.org/10.2106/JBJS.ST.19.00063>
- 5.Ramo B, Ellis HB. Lower extremity injuries. En: Herring JA. Tachdjian's Pediatric Orthopaedics. 6 th ed. Philadelphia: Elsevier; 2021. 18p.
- 6.Murphy D, Raza M, Monsell F, Gelfer Y. Modern management of paediatric tibial shaft fractures: an evidence-based update. Eur J Orthop Surg Traumatol [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024];

31(5): [aprox. 5p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33978864/>  
<https://doi.org/10.1007/s00590-021-02988-0>.

7. Weber B, Kalbitz M, Baur M, Braun CK, Zwingmann J, Pressmar J. Lower leg fractures in children and adolescents-comparison of conservative vs. ECMES treatment. *Front Pediatr* [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024];9:597870. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33748039/>  
<https://doi.org/10.3389/fped.2021.597870>

8. Bayrak A, Polat Ö, Ursavaş HT, Gözügül K, Öztürk V, Duramaz A. Which external fixation method is better for the treatment of tibial shaft fractures due to gunshot injury? *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];108(5):[aprox. 1p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33930584/> <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.102948>.

9. Dai J, Wang X, Zhang F, Zhu L, Zhen Y. Treatment of distal metaphyseal tibia fractures using an external fixator in children. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2019 [citado 20 /01/2024];98(36):e17068. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6738966/>  
<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000017068>.

10. Guzmán H, Ramírez C. Fractura de la diáfisis de tibia. En: Sepúlveda-Oviedo M. *Traumatología Pediátrica*. Santiago de Chile: Universidad Austral de Chile, Hospital Base Valdivia; 2023.

11. Aktaş E, Ömeroğlu H. Treatment preferences of orthopedic surgeons for closed, isolated middle-third diaphyseal long bone fractures without neurovascular injury in children: A cross-sectional survey. *Acta Orthop Traumatol Turc* [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];56(3): [aprox. 10p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35703507/>  
<https://doi.org/10.5152/j.aott.2022.21322>

12. Gothefors M, Wolf O, Hailer YD. Epidemiology and treatment of pediatric tibial fractures in Sweden: a nationwide population-based study on 5828 fractures from the Swedish Fracture Register. *Eur J Trauma Emerg Surg* [Internet]. 2023 Apr [citado 20 Ene 2024];49(2): [aprox. 9p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36334101/> <https://doi.org/10.1007/s00068-022-02157-w>.

13. Martus JE. Operative fixation versus cast immobilization: tibial shaft fractures in adolescents. *J Pediatr Orthop* [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024];41(Suppl 1):S33-S38. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34096535/> <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001806>

14. Civan O, Alimoğlu B, İçen M, Taşkın S, Cavit A, Söyüncü Y, et al. Pediatric tibial shaft and distal metaphyseal fractures. *Jt Dis Relat Surg* [Internet]. 2020 [citado 20 /01/2024];31(3): [aprox. 8p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7607940/>  
<https://doi.org/10.5606/ehc.2020.75764>

15. Raducha JE, Swarup I, Schachne JM, Cruz AI Jr, Fabricant PD. Tibial shaft fractures in children and adolescents. *JBJS Rev* [Internet]. 2019 [citado 20/01/2024];7(2):e4. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16148360/> <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.18.00047>



- 16.Chakraborty S, Salama K, Lee LH. Tibia fractures in children: a single-centre 11-year retrospective study for evaluating the management and outcomes in an acute general orthopaedic hospital. *Cureus* [Internet]. 2023 [citado 20/01/2024]; 15(3):e36462. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37090408/> <https://doi.org/10.7759/cureus.36462>.
- 17.Keita D, de l'Escalopier N, Lamah L, Diakite S, Fodé, Ibrahima Kourala K, et al. Tibia fracture management in low-resource settings using the External Fixation and Traction Device of the Guinean Military Health Service. *Orthop Traumatol Surg Res* [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024]; 108(7):[aprox. 1p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35907623/> <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2022.103377>
- 18.Korobeinikov A, Popkov D. Use of external fixation for juxta-articular fractures in children. *Injury* [Internet]. 2019 [citado 20/01/2024]; 50(Suppl 1):S87-S94. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30955875/> <https://doi.org/10.1016/j.injury.2019.03.043>
- 19.Neal KM, Shirley ED. Tibial shaft fracture treated with a circular external fixator. En: Iobst CA, Frick SL. *Pediatric Orthopaedic Trauma Cases Atlas*. Switzerland: Springer Cham; 2020 [aprox. 3p.]. Disponible en: [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-29980-8\\_126](https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-319-29980-8_126) [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29980-8\\_126](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29980-8_126)
- 20.Patel KH, Logan K, Krkovic M. Strategies and outcomes in severe open tibial shaft fractures at a major trauma center: a large retrospective case-series. *World J Orthop* [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024]; 12(7):[aprox. 9p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34354937/> <https://doi.org/10.5312/wjo.v12.i7.495>.
- 21.Bisaccia M, Rinonapoli G, Di Giacinto S, Schiavone A, Lazzeri S, Gomez-Garrido D, et al. Tibial diaphyseal fractures in children: indications and limitations of the treatment with monolateral and hybrid external fixator. *Med Glas (Zenica)* [Internet]. 2020 [citado 20 /01/2024]; 17(2):[aprox. 15p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34354937/> <https://doi.org/10.17392/1159-20>
- 22.Mita M, Nozaka K, Miyakoshi N, Shimada Y. Open tibial shaft fracture in a boy with autism spectrum disorder treated using a ring external fixator: a case report. *Trauma Case Rep* [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024]; 34:[aprox. 2p.]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8237605/> <https://doi.org/10.1016/j.tcr.2021.100502>.
- 23.Almansour H, Jacoby J, Baumgartner H, Reumann MK, Nikolaou K, Springer F. Injury of the tibial nutrient artery canal during external fixation for lower extremity fractures: a computed tomography study. *J Clin Med* [Internet]. 2020 [citado 20/01/2024]; 9(7):[aprox. 2p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32674451/> <https://doi.org/10.3390/jcm9072235>
- 24.Rogers GP, Tan HB, Foster P, Harwood P. Complex tibial shaft fractures in children involving the distal physis managed with the Ilizarov method. *Strategies Trauma Limb Reconstr* [Internet].

2019 [citado 20/01/2024];14(1):[aprox. 4p.]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7001592/> <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10080-1421>

25.Wang X, Wang B, Hou X, Cheng X, Zhang T. Unilateral external fixator combined with lateral auxiliary frame for ultimate treatment of tibia and fibula shaft fractures with poor soft tissue conditions. Biomed Res Int [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];2022:9990744;[aprox. 2p.].

Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36033556/> <https://doi.org/10.1155/2022/9990744>

26.Bhanushali A, Kovoov JG, Stretton B, Kieu JT, Bright RA, Hewitt JN, et al. Outcomes of early versus delayed weight-bearing with intramedullary nailing of tibial shaft fractures: a systematic review and meta-analysis. Eur J Trauma Emerg Surg [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];

48(5):[aprox. 6p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35238986/>

<https://doi.org/10.1007/s00068-022-01919-w>

27.Kisitu DK, O'Hara NN, Slobogean GP, Howe AL, Blachut PA, O'Brien PJ, et al. Unreamed intramedullary nailing versus external fixation for the treatment of open tibial shaft fractures in Uganda: a randomized clinical trial. J Orthop Trauma [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];

36(9):[aprox. 9p.]. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35234730/>

<https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000002362>

28.Hong P, Rai S, Tang X, Liu R, Li J. External fixation versus elastic stable intramedullary nailing in the treatment of open tibial shaft fractures in children. J Orthop Surg Res [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024];16(1):[aprox. 2p.]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35234730/> <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02679-w>

29.Pogorelić Z, Vegan V, Jukić M, Llorente Muñoz CM, Furlan D. Elastic stable intramedullary nailing for treatment of pediatric tibial fractures: a 20-year single center experience of 132 cases. Children (Basel) [Internet]. 2022 [citado 20/01/2024];9(6):[aprox. 2p.]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9221784/>

<https://doi.org/10.3390/children9060845>

30.Wang X, Zhang Z, Hou X, Wang B, Li Y, Zhang T. Application of unilateral external fixation by the "joystick technique" in the treatment of pediatric tibia shaft fractures: technical note. J Orthop Surg Res [Internet]. 2021 [citado 20/01/2024];16(1):[aprox. 2p.]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34384451/> <https://doi.org/10.1186/s13018-021-02625-w>

31.Gonser CE, Bahrs C, Hemmann P, Körner D. Substantial decrease in paediatric lower extremity fracture rates in German hospitals in 2017 compared with 2002: an epidemiological study. BMC Musculoskelet Disord [Internet]. 2020 [citado 20/01/2024];21(1):[aprox. 2p.]. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7282178/> <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03393-0>

32.Simon AL, Apostolou N, Vidal C, Ferrero E, Mazda K, Ilharreborde B. Paedriatic tibial shaft fracture treated by open reduction and stabilization with monolateral external fixation. J Pediatric Orthop [Internet]. 2018 [citado 20 01/2024]; 12(1):[aprox. 4p.]. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29456750/>  
<https://doi.org/10.1302/1863-2548.12.170056>

### **Conflictos de intereses**

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

### **Contribución de autoría**

AAL, EUS: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, administración del proyecto, software, redacción borrador inicial, redacción final del manuscrito

AAL: Metodología, supervisión

EUS: Visualización