



Nota clínica

Fijación externa de tipo hexápodo para la corrección de un pie zambo neurológico

A. Vallés Buitrago¹, L. Fernández Gutiérrez¹, J. C. García de la Blanca², V. M. Teruel González¹, V. Andrés Sacristán¹, D. Alonso Néstar¹

¹ Hospital Universitario de Burgos

² Hospital Universitario 12 de Octubre. Madrid

Correspondencia:

Dra. Ana Vallés Buitrago

Correo electrónico: anavallesbuitrago@gmail.com

Recibido el 30 de octubre de 2025

Aceptado el 7 de noviembre de 2025

Disponible en Internet: diciembre de 2025

RESUMEN

El pie zambo es la deformidad congénita más frecuente de las extremidades inferiores, con una incidencia aproximada de 1 por cada 1.000 recién nacidos vivos. La variante neurológica suele ser la más grave, asociándose a mayor deterioro funcional y peores resultados terapéuticos. Aunque la corrección quirúrgica es compleja, las deformidades graves pueden tratarse mediante osteotomías, artrodesis o sistemas de fijación externa circular, como los fijadores de tipo hexápodo.

Se presenta el caso de una paciente de 34 años con pie zambo congénito neurológico derecho. Se realizó cirugía correctora mediante un fijador externo circular para abordar las deformidades multiplanares. Como resultado, se logró un pie plantigrado, con reducción de zonas de hiperapoyo y disminución del riesgo de úlceras e infecciones.

Este caso resalta la utilidad de la fijación externa circular en el manejo de deformidades complejas de pie zambo en adultos, especialmente en contextos de afectación neurológica.

Palabras clave: Pie zambo congénito. Deformidad neurológica. Fijación externa circular. Pie plantigrado. Cirugía ortopédica. Hexápodo.

ABSTRACT

Hexapod type external fixation for correction of a neurological clubfoot

Clubfoot is the most common congenital deformity of the lower limbs, with an incidence of approximately 1 in 1,000 live births. The neurological form is typically the most severe, often associated with significant functional impairment and poorer treatment outcomes. Although surgical correction is complex, severe deformities can be addressed through osteotomies, arthrodesis, or circular external fixation systems, such as hexapod frames. We present the case of a 34-year-old female with congenital right neurological clubfoot. A corrective surgical procedure was performed using a circular external fixator to address the multiplanar deformities. Postoperative outcomes included the achievement of a plantigrade foot, reduction in pressure points, and decreased risk of ulceration and infection. This case highlights the utility of circular external fixation in the management of complex clubfoot deformities in adults, particularly in neurologically compromised cases.

Key words: Congenital clubfoot. Neurological deformity. Circular external fixation. Plantigrade foot. Orthopedic surgery. Hexapod.



<https://doi.org/10.24129/j.rpt.3902.fs2510010>

© 2025 SEMCPT. Publicado por Imaidea Interactiva en FONDOSCIENCE® (www.fondoscience.com).

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND ([www.creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)).

Introducción

El pie zambo congénito (*talipes equinovarus*) es una deformidad congénita compleja del pie caracterizada por 4 alteraciones fundamentales: cavo en el mediopié, aducto en el antepié, varo en el retropié y equinismo en el talón⁽¹⁾. Esta condición afecta aproximadamente a 1-2 por cada 1.000 recién nacidos vivos, con una incidencia media de 1/1.000⁽²⁾.

El pie zambo neurológico es una variante secundaria del pie equinovaro y representa un importante desafío terapéutico en ortopedia pediátrica y de adultos. A diferencia del pie zambo idiopático, que es la forma más frecuente y aislada, el pie zambo neurológico se asocia con patologías del sistema nervioso central o periférico, lo que conlleva deformidades más graves, rigidez progresiva y mayor resistencia al tratamiento convencional⁽³⁾.

Por ello, en la mayoría de los casos se requiere intervención quirúrgica, incluyendo liberaciones articulares, osteotomías correctoras, artrodesis e incluso el uso de fijadores externos circulares de tipo Ilizarov o hexápodo para lograr una corrección progresiva y tridimensional^(4,5).

A continuación, se presenta un caso en el que el uso de un fijador externo circular de tipo hexápodo se probó con éxito como una técnica de corrección de un pie zambo neurológico.

Material y métodos

Se trata de una paciente de 34 años en seguimiento en consultas externas por pie zambo derecho congénito. Presenta un tobillo, mediopié



Figura 1. Pie zambo derecho con deformidad en equino, varo aducto y supinado.



Figura 2. Pie derecho con apoyo en M5 y dedos en ráfaga medial. Radiografía en carga.

y antepié rígidos, un pie equino, varo, aducto y supinado rígido (**Figura 1**), además de anestesia sensitiva (a consecuencia de lipomeningocele).

Sus dedos menores se encuentran en ráfaga media y presenta úlceras periódicas en la base de M5 por hiperapoyo (**Figura 2**). Además, la paciente nunca había tenido un pie plantigrado.

Cabe destacar que padeció una osteomielitis compleja en la base de M5 que requirió desbridamiento, tratamiento antifúngico y cobertura con colgajo de *gracilis*, por lo que su riesgo de infección era muy elevado.

Se le propone cirugía correctora de las deformidades con fijador externo de tipo hexápodo con el objetivo de conseguir un pie plantigrado, disminuir las zonas de hiperapoyo y disminuir el riesgo de úlceras e infección.

El fijador externo hexápodo es una evolución de los sistemas circulares de tipo Ilizarov⁽⁶⁾, con

capacidad multiplanar basada en la cinemática espacial descrita por Stewart⁽⁷⁾. Su diseño moderno aplica los principios mecánicos de la plataforma Stewart-Gough a la corrección tridimensional ósea⁽⁸⁾.

Para diseñar nuestro fijador debemos determinar donde se encuentra el CORA (*center of rotation of angulation*) o centro de la deformidad –en este caso, a nivel de la articulación de Chopart–, donde realizaremos la osteotomía, de manera percutánea⁽⁹⁾.

Un fijador hexápodo consta básicamente de 2 “cimientos” (por ejemplo, 2 anillos o semianillos) sólidamente fijados al hueso proximal y distal al nivel de la osteotomía. Entre los 2 anillos se conectan 6 barras ajustables (*struts*), que forman una plataforma paralela de 6 grados de libertad⁽⁸⁾.

La geometría se asemeja a la de una plataforma de Stewart o “hexápodo” mecánico: al modificar las longitudes de los 6 struts se puede variar la posición relativa del anillo distal respecto al proximal en traslación (x, y, z) y rotación (alrededor de los 3 ejes)⁽⁸⁾. Este principio mecánico permite la corrección de traslaciones, angulaciones, desplazamientos laterales, rotaciones, alargamiento, etc.

En términos de fijación ósea, el sistema transmite las cargas (axiales, de flexión, cizallamiento) entre la fijación externa, los pines al hueso y el hueso propio, mientras el hueso va cicatrizando o corrigiendo su geometría⁽¹⁰⁾.

En función del CORE o centro de la deformidad, se diseñó una fijación principal en forma de “T”, con un aro proximal en la tibia y 2 distales fijados con agujas para corregir el retrópié y el antepié,

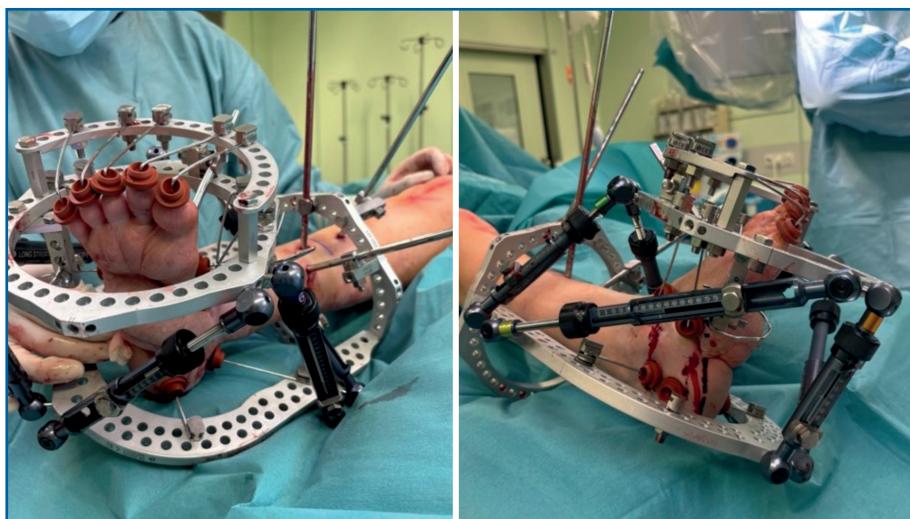


Figura 3. Montaje de fijador hexápodo.

siempre siguiendo los corredores seguros de Ilizarov (**Figura 3**)⁽⁶⁾.

Finalmente, colocamos los struts y medimos en el software los parámetros del montaje.

Este nos proporciona los parámetros de deformidad, el objetivo final y el ritmo de corrección, que facilitamos al paciente.

La fijación se mantuvo durante 2 meses para una corrección progresiva, con una posterior inmovilización con yeso suropédico 2 meses más.

Tras la retirada del fijador y la inmovilización, se autorizó la carga. La paciente presenta un pie plantigrado e indoloro sin complicaciones asociadas (**Figura 4**).

Además, se observa una normalización del ángulo de Meary y el de Costa-Bartani (**Figura 5**).

El valor normal del ángulo de Meary sería menor de 10° y nos sirve para evaluar la alineación



Figura 4. Pie corregido.



Figura 5. Radiografías en carga que muestran la normalización de los ángulos de Meary y Costa-Bartani.

del arco longitudinal medial del pie y cuantificar deformidades sagitales⁽¹¹⁾.

El valor normal del Costa-Bartani es entre 120 y 130°, y evalúa la altura y la estabilidad del arco medial, y el equilibrio estructural del pie⁽¹²⁾.

Al año de la cirugía, la paciente se encuentra deambulando de manera autónoma y sin ayudas, con un buen resultado global a nivel clínico y radiológico.

Discusión

La fijación externa circular con hexápodo es una técnica suficientemente probada y con buenos resultados para la corrección de grandes deformidades del pie que, en este caso, nos ha permitido corregir un pie zambo neurológico.

En comparación con los sistemas monoplanares o con el Ilizarov clásico, el hexápodo ofrece ventajas notables en la precisión de la corrección, la planificación multiplanar asistida por software y la posibilidad de ajustes progresivos no invasivos durante el seguimiento.

Estas características reducen la necesidad de reintervenciones quirúrgicas, minimizan la tasa de infección y permiten realizar correcciones complejas sin desmontar el sistema.

No obstante, su correcta aplicación exige una comprensión avanzada de la geometría espacial y una planificación preoperatoria rigurosa; errores mínimos en la calibración o montaje pueden traducirse en desviaciones significativas en la alineación final.

En cuanto a la práctica clínica, múltiples series han evidenciado altas tasas de consolidación y corrección anatómica, con menor tiempo de hos-

pitalización y mejores resultados funcionales en comparación con métodos tradicionales. Sin embargo, persisten limitaciones, como el mayor costo del sistema, la necesidad de formación específica del equipo tratante y la incomodidad inherente al uso prolongado del fijador externo.

Por ello, es necesario individualizar y seleccionar de manera adecuada a los pacientes que se beneficiarían de esta técnica.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Financiación. Los autores declaran que este trabajo no ha sido financiado.

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

Bibliografía

1. Dimeglio A, Canavese F. Pie zambo: revisión de los tratamientos actuales. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2006;50(2):156-63.
2. Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA). Clubfoot Overview and Guidelines.
3. Dobbs MB, Gurnett CA. Update on clubfoot: etiology and treatment. Clin Orthop Relat Res. 2009;467(5):1146-53.
4. Hosseinzadeh P, Kelly DM, Zions LE. Management of the Relapsed Clubfoot Following Treatment Using the Ponseti Method. J Am Acad Orthop Surg. 2017;25(3):195-203.

5. Grill F, Franke J. The Ilizarov distractor for the correction of relapsed or neglected clubfoot. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69(4):593-7.
6. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(238):249-81.
7. Stewart D. A platform with six degrees of freedom. *Proc Instn Mech Engrs.* 1965;180:371-86.
8. Lobst C, Ferreira N, Kold S. A Review and Comparison of Hexapod External Fixators. *J Pediatr Soc North Am.* 2024;5(1):627.
9. García de la Blanca JC, Abarquero Diezhandino A. Corrección de deformidades complejas. *Fijación externa circular tipo hexápodo.* En: Grupo Científico COT. Tratado COT de pie y tobillo. Madrid: Marbán; 2022. pp. 460-76.
10. Takata M, Vilensky VA, Tsuchiya H, Solomin LN. Foot deformity correction with hexapod external fixator, the Ortho-SUV Frame™. *J Foot Ankle Surg.* 2013;52(3):324-30.
11. Pavone V, Testa G, Vescio A, Wirth T, Andreacchio A, Accadbled F, Canavese F. Diagnosis and treatment of flexible flatfoot: results of 2019 flexible flatfoot survey from the European Paediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop B.* 2021;30(5):450-7.
12. PeekMed Clinical Guide: Moreau-Costa-Bartani internal angle – how to perform. 2023.