

Reconstrucción de grandes defectos óseos mediante osteogénesis por distracción: Serie de casos y revisión de la literatura.

DOI: <http://dx.doi.org/10.37315/SOTOCV202329658129>

RICO-FERRÁNDEZ, M¹; SEGURA-LLÓPIS, F¹; TEJEDA-GÓMEZ, A¹; GUILLÉN-BOTAYA, E¹; SILVESTRE-MUÑOZ, A^{1,2}

1. HOSPITAL CLÍNICO UNIVERSITARIO-MALVARROSA (VALENCIA)

2. DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA. FACULTAD DE MEDICINA. UNIVERSIDAD DE VALENCIA

Resumen

La osteogénesis por distracción mediante el método de Ilizarov es una técnica de reconstrucción biológica utilizada para el manejo de grandes defectos óseos que consiste en regenerar dicho defecto mediante la traslación de un segmento de hueso bajo los principios de tensión-estrés (callotaxis), utilizando un tutor externo. Dos ejemplos de este método son el transporte óseo y el acortamiento-alargamiento. Se presenta el manejo inicial, tratamiento secuencial y resultado final de dos casos en los que se emplearon estas técnicas entre 2018 y 2023. Se trata, no obstante, de procedimientos complejos, no exentos de complicaciones y que requieren un abordaje multidisciplinar mediante cobertura cutánea en casos relacionados con fracturas abiertas o pseudoartrosis sépticas, y en ocasiones tratamientos antibióticos prolongados, por lo que se recomienda ser realizados en su totalidad en Hospitales de Tercer Nivel.

Palabras clave: osteogénesis, distracción ósea, transporte óseo, acortamiento-alargamiento, Ilizarov, defectos óseos.

Summary

Distraction osteogenesis using the Ilizarov method is a biological reconstruction technique used for the management of large bone defects that consists of regenerating the defect by shifting a segment of bone under the principles of tension-stress, using an external fixator. Two examples of this surgical procedure are bone transport and bone shortening-lengthening. The initial management, sequential treatment and final result of two cases in which these techniques were used between 2018 and 2023 are shown in this paper. However, these are complex procedures, not exempt from serious complications, which require a multidisciplinary approach for a proper skin coverage and sometimes prolonged antibiotic therapies. For these reasons they should be performed entirely at Referring Hospitals.

Keywords: osteogenesis, bone distraction, bone transport, bone shortening-lengthening, Ilizarov, bone defects.

Correspondencia:

Miranda Rico Ferrández

mirandacorico@gmail.com

Fecha de recepción: 7 de diciembre de 2023

Fecha de aceptación: 22 de diciembre de 2023

INTRODUCCIÓN

El manejo de los grandes defectos óseos, definidos como la pérdida de más del 50% de la circunferencia o de 2 cm de longitud de éste¹, supone todavía un gran reto para los cirujanos ortopédicos. El objetivo del tratamiento de estos defectos es restaurar la continuidad del segmento óseo con la longitud y la alineación adecuadas, con una correcta cobertura cutánea y en ausencia de infección; para lo que se requiere habitualmente un abordaje multidisciplinar, técnicas complejas y tratamientos prolongados.

Para su enfoque quirúrgico existen diferentes estrategias, desde la reconstrucción biológica, pasando a la no biológica o incluso a la amputación (Fig. 1). En la actualidad, según la bibliografía, no se ha demostrado que un procedimiento sea superior a otro, por lo que el tratamiento de elección dependerá de múltiples factores, como el tamaño del defecto, la afectación de partes blandas, la experiencia del equipo quirúrgico y las preferencias del paciente.

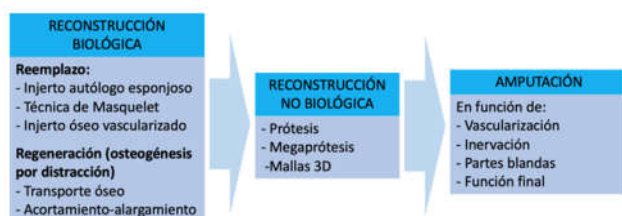


Figura 1. Esquema en el que se muestran opciones de tratamiento de grandes defectos óseos.

La reconstrucción biológica consiste en reemplazar o regenerar el defecto con hueso autólogo. Para tratar el déficit estructural óseo se puede emplear el injerto corticoesponjoso, injerto vascularizado o técnica de Masquelet; mientras que para conseguir un auténtico regenerado biológico se emplea la osteogénesis por distracción².

La osteogénesis por distracción, o callotaxis, está recomendada en defectos a partir de los 5 cm, y a nivel teórico no existe un tamaño máximo de defecto para poder emplearla. No obstante, es importante destacar que el riesgo de refractura, cifrado entre el 2% y el 4%, se triplica cuando el defecto es mayor de 8 centímetros³. Esta técnica está basada en el método descrito por Ilizarov, que consiste en inducir la formación de hueso por distracción de los fragmentos óseos mediante el traslado de un segmento de hueso bajo los principios de tensión-estrés empleando un fijador externo.

Existen dos opciones terapéuticas basadas en esta premisa: el transporte óseo y el acortamiento-alargamiento. El transporte óseo se basa en eliminar un defecto por

traslación de un segmento óseo previamente osteotomizado hasta contactar con el fragmento distal, momento conocido como “punto de atraque”. Por otro lado, la técnica de acortamiento- alargamiento consiste en eliminar el defecto óseo mediante la compresión del foco, realizando al mismo tiempo un alargamiento a distancia del defecto para recuperar la longitud ósea deseada (Fig. 2). El empleo de esta técnica se limita a defectos no superiores a 4 cm, ya que un acortamiento superior se asocia a torsión arterial y, por tanto, a un potencial compromiso vascular. La ventaja principal es la ausencia del punto de atraque y sus problemas derivados, como el retraso de consolidación y la refractura.

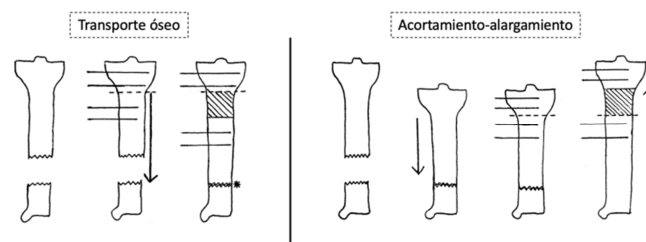


Figura 2. Esquema explicativo del transporte óseo (izquierda) y acortamiento- alargamiento (derecha). Se aprecia la zona de corticotomía (línea discontinua), el regenerado óseo (área rayada) y el punto de atraque (asterisco).

El objetivo del presente trabajo es presentar el manejo y resultado final de dos pacientes de 45 y 66 años con grandes defectos óseos como consecuencia de una fractura de pilón tibial abierta Gustilo IIIB y de una pseudoartrosis séptica de tibia, respectivamente, en los que se emplearon técnicas de osteogénesis por distracción. Para el uso científico y divulgativo de todos los datos personales y las imágenes se obtuvo el correspondiente consentimiento informado de los pacientes.

CASO CLÍNICO 1:

Paciente varón de 45 años que sufrió una fractura abierta de tibia y peroné derechos en el contexto de un politraumatismo (accidente de motocicleta). En la valoración primaria presentaba buen estado neurovascular distal, pero se apreciaba un defecto cutáneo de unos 8 cm a nivel anterolateral en tercio distal de tibia con afectación muscular y elongación del tendón del tibial posterior, siendo catalogada como fractura grado IIIB de Gustilo.

Tras el desbridamiento en quirófano de urgencias se implantó un fijador externo monoaxial (Orthofix®) con las fichas puenteando el defecto y el tobillo, determinándose en el control postquirúrgico la existencia de un defecto óseo de tibia distal de aproximadamente 4 cm (Fig. 3).



Figura 3. Radiografías tras desbridamiento y colocación del fijador externo en la que se aprecia el defecto óseo.

Al presentar buena evolución postquirúrgica, a las dos semanas se realizó injerto del defecto cutáneo por parte de Cirugía Plástica. Tres semanas después de la segunda intervención; es decir, cinco semanas después del traumatismo, se llevó a cabo la osteosíntesis de la plataforma tibial distal con tornillos canulados de 4 mm y rosca parcial, y se inició la técnica de acortamiento-alargamiento.

En primer lugar, se realizó la osteotomía del peroné y el acortamiento de la tibia distal; seguidamente se colocó un fijador externo circular de 4 aros y se realizó la corticotomía de la tibia a nivel proximal; por último, se comprimió el foco de fractura acortado con el fijador externo y se injertó con cresta iliaca autóloga (Figs. 4 y 5).



Figura 4. Imágenes intraoperatorias donde se aprecia el defecto óseo y su desaparición al realizar el acortamiento.



Figura 5. Radiografías intraoperatorias en las que se observa el acortamiento y la osteosíntesis tibial (izquierda), la corticotomía tibial (centro) y el aspecto tras la compresión y la colocación del fijador (derecha).

El paciente inició el alargamiento una semana tras la osteotomía, a razón de 1 mm/día. Seis semanas después se autorizó la carga asistida (Fig. 6).

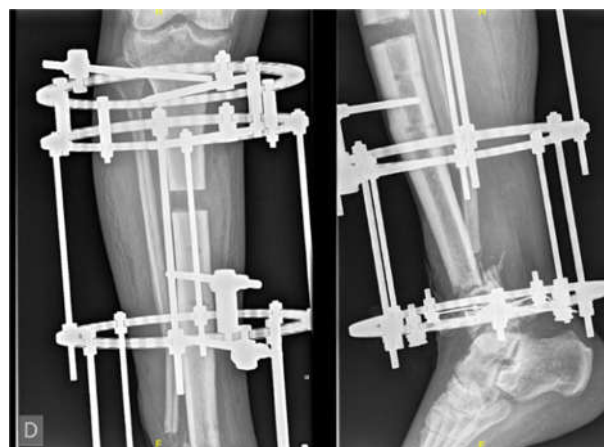


Figura 6. Aspecto radiográfico a la sexta semana desde la corticotomía.

La consolidación ósea de la fractura distal se produjo a los seis meses de la cirugía definitiva, mientras que el regenerado óseo conseguido corticalizó a los ocho meses (Fig. 7), momento en el que se retiró el fijador y se colocó una polaina protectora.



Figura 7. Radiografías a los 8 meses en las que se observa la consolidación de la fractura distal y el regenerado óseo corticalizado.

Tres meses más tarde se confirmó en la radiografía consolidación completa de la fractura y regenerado corticalizado (Fig. 8), por lo que se retiró la ortesis protectora.

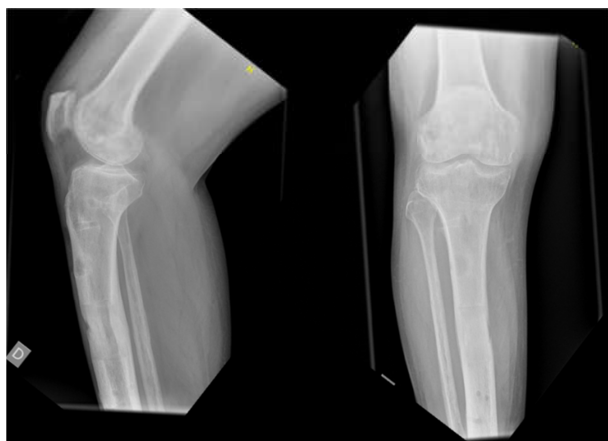


Figura 8. Radiografías a los 12 meses en las que se observa el regenerado óseo corticalizado completo.

Como complicación el paciente presentó infección de la entrada de los pines por *staphylococcus aureus* tratada con trimetoprima/sulfametoxazol (Septrim®) oral 6 semanas, con buena evolución. Tras la retirada del fijador el paciente persistía con cierta rigidez de tobillo (flexión plantar 25°, flexión dorsal -5°) y molestias en el tendón de Aquiles. Se amplió el estudio con TAC, observándose una articulación tibioastragalina congruente y bien alineada. Asimismo, se descartó la existencia de tope óseo anterior que limitara la flexión dorsal, por lo que se realizó un alargamiento del tendón de Aquiles y capsulotomía tibioastragalina posterior, consiguiendo en quirófano un alargamiento de 4 cm y flexión dorsal de 5°.

CASO CLÍNICO 2:

Paciente varón de 66 años que en la juventud presentó una fractura abierta de tibia y peroné consolidada con deformidad en valgo. Para la deformidad residual se le realizó en otro Centro una osteotomía varizante y fijación con placa en la diáfisis tibial, presentando una evolución tórpida de la herida quirúrgica y ausencia de consolidación, por lo que se derivó a nuestro centro para ser valorado por Cirugía Plástica.

A la exploración física, existía un defecto cutáneo de 5 x 8 cm con exposición ósea, y se tomaron cultivos de la herida que resultaron positivos para *Pseudomonas aeruginosa*, por lo que se contactó con el servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología para manejo multidisciplinar de la pseudoartrosis séptica (Fig. 9).



Figura 9. Aspecto clínico y radiológico del paciente cuando se contacta con el Servicio de Traumatología.

En un primer tiempo, se realizó la extracción del material de osteosíntesis y se realizó un desbridamiento pseudotumoral de la zona de pseudoartrosis, observándose la existencia de un defecto óseo de aproximadamente 5.5 cm. En el mismo acto se implantó un fijador externo monolateral anteromedial Orthofix LRS® (Fig. 10).



Figura 10. Radiografías y aspecto clínico tras resección de foco de pseudoartrosis y colocación de fijador externo.

Ante la buena evolución de las partes blandas, dos semanas después se realizó la corticotomía proximal al defecto, y una semana después se inició el transporte a razón de 1 mm/día. A las seis semanas de la corticotomía el paciente inició la carga asistida y a los cinco meses el fragmento osteotomizado alcanzó el punto de atraque o contacto óseo (Fig. 11).



Figura 11. Radiografías a los cinco meses de transporte en las que se observa la llegada al punto de atraque.

En ese momento, se decidió realizar una decorticación de la zona de atraque, microperforaciones y aporte de autoinjerto de cresta para disminuir el riesgo de no consolidación de la zona. La formación ósea definitiva se observó radiológicamente a los doce meses del inicio del transporte (Fig. 12), momento en el que se retiró el fijador externo y se colocó una polaina protectora.



Figura 12. Radiografías a los doce meses en las que se observa regenerado óseo definitivo.

Como complicaciones, a lo largo del proceso de transporte óseo presentó dos episodios de celulitis pretibial por streptococcus pyogenes que se trataron con linezolid® y levofloxacino® intravenoso y oral de larga duración, con buena evolución. Estuvo además con tratamiento profiláctico con trimetoprima/sulfametazol (Septrim®) durante 9 meses.

Actualmente el paciente deambula sin apoyos, presenta movilidad completa de rodilla derecha sin dolor (Fig. 13) aunque refiere gonalgia izquierda por gonartrosis establecida.



Figura 13. Radiografía 5 años después del inicio del tratamiento en la que se observa consolidación ósea completa e imagen clínica en la que se aprecia movilidad completa de rodilla.

DISCUSIÓN

El manejo de los grandes defectos óseos exige una gran implicación tanto del paciente como del equipo quirúrgico, ya que el tratamiento se prolonga habitualmente en el tiempo y existe una elevada posibilidad de reintervenciones y complicaciones tardías.

El principal objetivo de las técnicas de osteogénesis por distracción, como son el transporte óseo o el acortamiento-alargamiento, es restaurar la anatomía ósea, conservando la longitud y recuperando la función de la extremidad. Para llevar a cabo estos métodos se deben valorar diferentes aspectos técnicos. Por un lado, al realizar el transporte óseo para defectos tibiales grandes, el lugar de realización de la corticotomía, proximal o distal al defecto, ha sido objeto de debate. En este sentido, la literatura apoya la corticotomía proximal al conferir mejor función del tobillo, un regenerado óseo de mejor calidad y menos tasa de complicaciones (infección profunda del trayecto del pin, pérdida transitoria del movimiento del tobillo y caída del pie por contractura de partes blandas)⁴.

Por otro lado, con el objetivo de favorecer la creación de un hematoma y la llegada de células osteogénicas a la zona de corticotomía, es recomendable establecer un periodo de latencia hasta iniciar la distracción de entre 3 y 10 días, pudiendo aumentarse hasta las dos semanas si existen comorbilidades como algún tipo de inmunosupresión o de infección concomitante⁵. En ambos casos clínicos expuestos previamente el tiempo de latencia desde la corticotomía hasta el inicio del transporte fue de 7 días.

Por lo que se refiere a la velocidad de distracción, la más ampliamente aceptada, y la realizada en ambos casos clínicos expuestos es la de un incremento de 1mm por día, en 4 aumentos de 0'25 mm. No obstante, si la calidad del regenerado óseo es pobre se recomienda disminuir la velocidad de distracción o incluso detenerla temporalmente⁶.

Con respecto al momento de la retirada del fijador, se recomienda demorarla hasta visualización un regenerado óseo tricortical en dos proyecciones (anteroposterior y perfil), así como una unión evidente del punto de atraque. El tiempo hasta lograr la consolidación en ambos puntos depende del tamaño del defecto previo; en nuestros casos a estudio fue de 8 y 12 meses, respectivamente. De esta forma, el transporte óseo implica la utilización de un fijador externo de forma ambulatoria durante un tiempo prolongado, en ocasiones más de un año. Con el objetivo de disminuir el tiempo de transporte, se ha desarrollado la técnica de transporte trifocal, indicada sobre todo para defectos mayores de 8 cm. Sin embargo, este método implica una osteotomía adicional y por tanto dos zonas de regenerado, así como un ensamblaje más complejo del fijador.

Por otro lado, es importante destacar que frecuentemente son necesarios gestos adicionales para conseguir la consolidación en el punto de atraque, como el aporte de injerto óseo, el refrescado de los bordes óseos o la osteosíntesis con placa o clavo endomedular. Una alternativa reciente, no sólo para favorecer la consolidación del punto de atraque sino también de la corticotomía, es el empleo de BMP-7 que ofrece tasas de consolidación similares que el autoinjerto y evita la morbilidad de la zona donante⁷.

Las técnicas de osteogénesis por distracción plantean una serie de ventajas. Por un lado, se realiza de forma percutánea, minimizando el daño de partes blandas. Además, presenta tasas de consolidación superiores al 90%, y el nuevo callo óseo formado durante el proceso es similar al hueso original tanto en estructura como función y grosor. Y, por último, permite una carga precoz.

No obstante, son métodos no exentos de riesgos e inconvenientes. Por un lado, requieren un tiempo prolongado hasta la consolidación ósea, y el empleo del fijador externo puede suponer una carga psicológica para el paciente.

Centrándonos en aspectos puramente clínicos, la complicación más frecuente de estas técnicas es la infección superficial a nivel de los pines, cuya incidencia alcanza el 46.6%⁸. Se ha apreciado que las corticotomías proximales tienen menos tasa de infección profunda de los pines que las distales, hecho que puede explicarse porque

la tibia proximal está más recubierta por tejidos blandos y posee mejor vascularización que la tibia distal, lo que favorece la llegada de antibióticos y nutrientes a la zona, mejorando la capacidad anti-infecciosa. En los dos casos a estudio se requirió manejo antibiótico por dicho motivo, resolviéndose de forma favorable.

Otra complicación muy relevante es la contractura de las partes blandas del pie y tobillo, que alcanza el 55% según la literatura⁹. Esta situación es causa habitual de malos resultados funcionales y comprende un espectro de manifestaciones clínicas que abarcan desde el acortamiento del tendón de Aquiles, la rigidez de tobillo o los dedos en garra. Para minimizar la incidencia de estas complicaciones, la literatura actual sugiere la incorporación del pie en la fijación para alargamientos de más del 10% de la longitud tibial total y se recomienda que los pins atraviesen planos musculares y no tendinosos, ya que los planos musculares no influyen en el movimiento articular, mientras que si se atraviesan planos tendinosos se provocará una inhibición álgica del movimiento¹⁰.

En el primer caso clínico se dejó libre la articulación del tobillo con el objetivo de incentivar la movilidad activa y pasiva. Sin embargo, pese a las indicaciones médicas el paciente no llevó a cabo la rehabilitación, presentando rigidez de tobillo que requirió alargamiento del tendón de Aquiles.

Por último, conviene recalcar que estas técnicas de osteogénesis por distracción son procedimientos complejos que requieren habitualmente un abordaje multidisciplinar, no sólo mediante cobertura cutánea por Cirugía Plástica sino también en ocasiones mediante el empleo de terapias antibióticas prolongadas. Por este motivo, el tratamiento de estos pacientes ha de ser llevado a cabo en Hospitales Terciarios y se recomienda la derivación a estos centros de forma precoz para poder establecer un plan de acción sin existencia de cirugías previas que pudieran condicionar la actitud quirúrgica.

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión, la osteogénesis por distracción como tratamiento de grandes defectos óseos es un método fiable con tasas de consolidación muy elevadas, pero no está exenta de complicaciones, por lo que requiere un abordaje multidisciplinar y un equipo quirúrgico experto para minimizar su efecto.

AGRADECIMIENTOS:

A todos los que han colaborado en el desarrollo de este trabajo. A los pacientes por la cesión de la información privada.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Nauth A, McKee MD, Einhorn TA, Watson JT, Li R, Schemitsch EH.** Managing bone defects. *J Orthop Trauma* 2011; 25(8):462-6.
2. **Ferrando Meseguer E, Segura Llopis F, Almeida Herrero FL, Tejeda Gómez A, Mifsut Miedes D.** Pseudoartrosis séptica de tibia por pseudomona aeruginosa. Tratamiento mediante transporte óseo. *Rev Esp Cir Osteoart* 2020; 284 (55):131-5.
3. **Papakostidis C, Bhandari M, Giannoudis PV:** Distraction osteogenesis in the treatment of long bone defects of the lower limbs: Effectiveness, complications and clinical results. A systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J* 2013; 95-B(12):1673-80.
4. **Lu Y, Wang Q, Ren C, Li M, Li Z, Zhang K, Huang Q, Ma T.** Proximal versus distal bone transport for the management of large segmental tibial defect: a clinical case series. *Sci Rep* 2023 Mar 8; 13(1):3883.
5. **Laborda Olivera H, Viacava Siazaro F, Noria A, Rey Nande R.** Tratamiento de defectos masivos de tibia. Técnica de transporte óseo con fijador AO. *Anales de la Facultad de Medicina* 2018; 5(2):130-40.
6. **Yin P, Zhang L, Li T, Zhang L, Wang G, Li J, Liu J, Zhou J, Zhang Q, Tang P.** Infected nonunion of tibia and femur treated by bone transport. *J Orthop Surg Res* 2015;10:49.
7. **Luna González F, Delgado Rufino B, Queipo de Llano Temboury A, Santos De La Fuente J, Quirante Sánchez V.** Uso de BMP-7 en el tratamiento de los defectos óseos segmentarios en tibia por osteogénesis a distracción mediante transporte óseo. Estudio prospectivo aleatorizado comparativo entre la BMP-7 y el injerto autólogo. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* 2010; 54:19-23.
8. **Aktuglu K, Erol K, Vahabi A.** Ilizarov bone transport and treatment of critical-sized tibial bone defects: a narrative review. *J Orthop Traumatol* 2019; 20(1):22.
9. **Megas P, Saridis A, Kouzelis A, Kallivokas A, Mylonas S, Tyllianakis M.** The treatment of infected nonunion of the tibia following intramedullary nailing by the Ilizarov method. *Injury* 2010 Mar; 41(3):294-9.
10. **Sala F, Thabet AM, Castelli F, Miller AN, Capitani D, Lovisetti G, Talamonti T, Singh S.** Bone transport for postinfectious segmental tibial bone defects with a combined ilizarov/taylor spatial frame technique. *J Orthop Trauma* 2011 Mar; 25(3):162-8.