



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

TRANSPORTE ÓSEO

*Carlos Eduardo Ugalde Ovares^{1,2}, Jessica González Fernández^{1, 2, 3},
Jorge Fallas González^{1,2,4}, Ricardo Barrantes Monge^{1,2},*

RESUMEN:

El transporte óseo consiste en la movilización de un segmento de hueso, en dirección longitudinal, bajo los principios de tensión-estrés, permitiendo la osteogénesis. Esta técnica es una opción para el tratamiento de grandes pérdidas de sustancia ósea, usualmente superiores a 4cm. La tasa óptima de distracción es de 1 mm/día. Las principales complicaciones son: retraso en la consolidación, refractura del hueso neoformado, consolidación prematura, deformidades angulares, e infección del trayecto del material de osteosíntesis (pin).

PALABRAS CLAVE:

Transporte óseo, defecto óseo, osteogénesis

ABSTRACT:

Bone transport refers to moving a free segment of bone, in longitudinal direction, through the principles of tension-stress, allowing osteogenesis. This technique is an option for the treatment of extensive loss of bone substance, usually greater than 4 cm. The optimal rate of distraction is 1 mm / day. The main complications are: delayed consolidation, refracture of new bone, premature consolidation, axial deviation, and pin track infection.

KEY WORDS:

Bone transport, Distraction osteogenesis, bone defect.

1 *Médico General.*

2 *Profesor de Grado de la Universidad de Costa Rica, Escuela de Medicina, Departamento de Anatomía.*

3 *Coordinadora de EBAIS de Guachipelín. Coopesana R.L.*

4 *Servicio de Cirugía General, Hospital San Juan de Dios.*

Para correspondencia: Dr. Carlos Eduardo Ugalde Ovares. Dirección electrónica: drcarlosugalde@gmail.com

Recibido para publicación: 14 de enero de 2012 Aceptado: 17 de febrero de 2012



INTRODUCCIÓN

La primera prolongación exitosa de una extremidad fue reportada por Codivilla, quien describe en 1905 una Osteotomía y la aplicación inmediata de una fuerza de tracción en un pin calcáneo. En 1908 Magnuson estudio el proceso de reparación ósea en perros, mediante alargamiento en el sitio de la osteotomía.⁽¹⁾

Posteriormente en 1916 se describen los principios de tracción – compresión esquelética y fue Putti quien en 1921 resalto la importancia de la elongación de los tejidos blandos en forma progresiva. En 1923 el ruso Ilizarov postuló las primeras ideas sobre osteogénesis por distracción para describir la formación de hueso entre dos superficies óseas que eran separadas gradualmente, utilizando un aro modular y clavillos trasfictivos unidos al aro.

De Bastiani introdujo el concepto de un mecanismo externo funcional y fácil de instalar para hacer alargamientos óseos, al emplear un fijador monolateral rígido con la capacidad de dinamización, mediante una técnica más sencilla, estable, con menor daño de tejidos blandos.^(1, 2, 3)

GENERALIDADES

En la actualidad los defectos óseos segmentarios generan un problema difícil de solventar y un reto en su manejo debido a un alto costo del tratamiento médico, y a un gran número de fracasos asociado al tratamiento reconstructivo. Por lo cual surge la necesidad opciones terapéuticas económicas, con alto porcentaje de éxito, y complicaciones mínimas.^(2, 4, 5)

El material ideal en la reconstrucción debería poseer afinidad biológica, resistencia a la infección, suficiente fuerza biomecánica y durabilidad.⁽⁶⁾

El transporte óseo consiste en la movilización progresiva de un segmento libre de hueso vivo, de forma longitudinal a través de la pérdida de sustancia ósea, mientras se va produciendo una osificación espontánea, progresiva, y de excelente calidad biológica en la zona de distracción.^(2, 5, 7)

Ante el déficit de tejido óseo mayor de 4 centímetros, la estrategia reconstructiva más favorable no es acortar la extremidad, sino mantener longitud de la extremidad y posteriormente llenar el espacio mediante el transporte óseo.

VENTAJAS

Las ventajas del transporte óseo sobre otros métodos de tratamiento convencionales incluyen la habilidad de reducir el tamaño del defecto de los tejidos blandos, mínima lesión de los mismos durante el procedimiento, permite realizar el transporte en ambas direcciones, en caso de requerir injerto adicional la cantidad es considerablemente menor con lo cual disminuye la morbilidad del área donante, permite restaurar la longitud exacta de la extremidad, y tener la regeneración ósea de ancho normal reduciendo potencialmente el problema de fracturas tardías por estrés.^(8, 9)

En balance el transporte óseo está recomendado para pacientes cuyo defecto óseo se encuentre entre 3 y 12 centímetros de longitud. Pérdidas óseas menores de 3 cm pueden ser tratadas exitosamente con injerto de hueso, mientras que los defectos mayores de 12 cm usualmente no permiten preservar la extremidad debido que asocia daño importante de tejidos blandos y un prolongado tiempo de tratamiento⁽⁸⁾. Aunque se reportan casos con transporte de hasta 25 cm de longitud.⁽¹⁰⁾

Tradicionalmente el transporte óseo se ha destinado para tratar defectos diafisiarios y para artrodesis, sin embargo se ha empleado exitosamente para defectos epifisiarios y metafisiarios por resecciones quirúrgicas en pacientes con muy buen pronóstico a largo plazo y en niños.^(8, 11, 12)

Este modelo de osteogénesis por distracción se ha utilizado en casos de pérdida ósea por trauma, infección, resección de tumores, fractura con consolidación viciosa, no uniones, pseudoartrosis, y deformidades angulares.^(2, 8, 13, 14)



PROCEDIMIENTO

Esta técnica consiste en los siguientes pasos:

1. Escisión del hueso necrótico y tejido avascular.⁽¹⁵⁾
2. Colocación y estabilización del fijador.
3. Preservar la integridad de los tejidos blandos.
4. Mantener la longitud de la extremidad.
5. Realizar una corticotomía proximal o distal al sitio de escisión, con interrupción mínima de la médula ósea.
6. Cobertura con tejidos blandos
7. Alargamiento a través del sitio de corticotomía.
8. Distracción a razón de ¼ de milímetro cada 6 horas, después de un periodo de latencia.
9. Transporte óseo en el sitio de escisión.
10. Mantenimiento de la fijación hasta la maduración del hueso neoformado.^(16, 17, 18, 19)

Ilizarov desarrollo una variedad de experimentos bajo el principio del efecto tensión – estrés. La osteotomía seguida de una tensión lenta controlada estimula la actividad proliferativa y metabólica de los tejidos. El colágeno producido se orienta a lo largo del plano de tensión aplicado; subsecuentemente se genera hueso, que consolida proximal y distal, en la zona más alejada al centro de regeneración ósea. Esta área contiene colágeno tipo 1 y osteoide producido por los osteoblastos (20). El principal modelo de osificación es intramembranosa, con pequeños e infrecuentes focos de osificación endocondral, sin embargo en el "docking site" la osificación endocondral juega un papel mayor. (21, 22)

El hueso nuevo se establece a lo largo de los haces de colágeno y consolida en columnas paralelas a la fuerza de distracción. Además el efecto de tensión – estrés promueve una intensa angiogénesis, con capilares entre las columnas de hueso. Este aumento de flujo persiste por más de cuatro meses posterior a que se realizó la corticotomía. La distracción también se traduce en el crecimiento de nuevo tejido muscular, fascia, nervios y piel.

La tasa y la frecuencia de la distracción debe ser tal que el efecto de la tensión - estrés se mantenga, sin causar daños a los tejidos por la tracción más agresiva, que puede resultar en función anormal del músculo, anomalía en la estructura y conducción nerviosa. Además, si se realiza demasiado rápido induce dolor significativo para el paciente.

Desde las investigaciones de Ilizarov se establece, que la tasa óptima de la distracción es 1 mm por día en cuatro incrementos iguales. Si se reduce la velocidad producirá consolidación ósea prematura, mientras que las tasas más rápidas se asocian con estructura anormal y producción de tejido fibroso en el sitio a regenerar^(20, 23, 24). Se requieren de 2 o 3 días de consolidación por cada día de distracción aproximadamente.⁽²⁵⁾

Existen muchos fijadores externos diseñados para lograr el objetivo quirúrgico de los defectos óseos mediante los principios de distracción, entre ellos fijadores circulares, monolaterales, además se realizar el uso concomitante de pines intramedulares.⁽²⁶⁾

El uso de la técnica de monorriel para el transporte óseo reduce la tasa de deformidades en las extremidades inferiores y el tiempo de fijación externa. Por otro lado, las tasas de curación, regreso a laborar, actividades deportivas y la calidad de vida son comparables después del transporte segmentario con el monocarril o técnica fijador externo.⁽⁹⁾

Recientes reportes han descrito que el alargamiento sobre un pin intramedular es un método que reduce el periodo de fijación externa hasta en 25-50%, con lo cual a su vez se disminuyen la tasa de complicaciones asociadas a la duración de la fijación externa, así como las deformidades angulares durante el proceso de distracción.^(27, 28)

A veces, los defectos están asociados con lesiones de tejidos blandos que hacen muy difícil la reconstrucción y limitan el resultado funcional. La restauración de los tejidos blandos es un paso muy importante para la correcta gestión de defecto óseo. Esto se puede lograr mediante



injerto de piel de espesor, colgajo miocutáneo local o distante.^(29, 30, 31)

COMPLICACIONES

Dentro de las principales complicaciones se encuentra:

1. Retraso en la consolidación: asociado a factores técnicos como una corticotomía traumática, inestabilidad o una rápida distracción; y a factores relacionados con el paciente entre ellos infección, malnutrición y desordenes metabólicos.^(32, 33)
2. Refractura en el segmento de hueso neoformado.
3. Consolidación prematura en el segmento de hueso neoformado: la principal causa es una osteotomía incompleta, un largo periodo de latencia (retraso en la distracción) o tasas de elongación menores de 0,5mm al día. Una vez presentada esta complicación la distracción debe continuarse hasta romper la consolidación, usualmente es doloroso.⁽³³⁾
4. Deformidades angulares: secundario a la respuesta desigual de los grupos musculares, inestabilidad de los pines o fijación insuficiente. Las desviaciones pueden ser severas y llegar a requerir intervenciones quirúrgicas posteriores.
5. La no unión del segmento transportado: se asocia usualmente a infección, requiere una debridación extensa para acelerar la unión ósea y ayudar a erradicar la infección.^(28, 29, 32)
6. Infección del trayecto del pin: es la complicación más frecuente de todos los tipos de fijación externa. Avanza desde la superficie de la piel hacia el hueso. Infecciones profundas pueden aflojar el sistema y llevar a inestabilidad, factor predisponente para futuras complicaciones. Paley la subclasifica en 3 estadios: primer estadio inflamación de tejidos blandos, segundo estadio infección de tejidos blandos y tercer estadio infección en el hueso. Si el transporte óseo se realiza a más de 1mm

al día la piel se rompe y facilita infecciones posteriores. Infecciones severas requieren hospitalización, antibióticos parenterales y remover el pin. El organismo más frecuente es el *Staphylococcus aureus*.^(33, 34, 35, 36)

7. Inversión de la piel: la posibilidad aumenta si el defecto óseo es grande, dado que la cavidad creada por la resección de hueso se rellena con el colapso de los tejidos blandos^(6, 17, 32)

BIBLIOGRAFÍA:

1. Aronson, J. (1997). Current Concepts Review - Limb-Lengthening, Skeletal Reconstruction, and Bone Transport with the Ilizarov Method. *J Bone Joint Surg Am.* 79, 1243-58.
2. Orona, J. J. y M. Vázquez. (2005). Recuperación de pérdidas óseas de tibia mediante transporte óseo con fijadores externos. *Acta Ortopédica Mexicana.* 19(2), 42-48.
3. Satizábal, C., Calderón, O. y A. García. (2006). Avances en el manejo de heridas en combate en el Hospital Militar Central de Bogotá, Colombia. *Revista Med,* 14(01), 116-121.
4. Song, H. R. y S. H. Cho. (1998). Tibial bone defects treated by internal bone transport using the Ilizarov method. *International Orthopaedics (SICOT).* 22, 293-297.
5. Benedetti, J. M., Satizabal, C. y J. R. Araújo. (2010). Transporte óseo con método Ilizarov en el tratamiento de pseudoartrosis infectada de tibia. *Rev Col Or Tra.* 24(1), 26-31.
6. Vidyadhara, S. y S. K. Rao. (2007). A novel approach to juxta-articular aggressive and recurrent giant cell tumours: resection arthrodesis using bone transport over an intramedullary nail. *International Orthopaedics (SICOT).* 31, 179-184.
7. Carrasco, A. y M. Martínez. (1992). El transporte óseo: una alternativa en el tratamiento de los defectos óseos segmentarios masivos. *Rev Esp Cir Osteoart.* 27, 183-187.
8. Khaleel, A. y R. D. Pool. (2001). Bone transport. *Current Orthopaedics.* 15, 229-237.



9. Liodakis, E., Kenaway, M., Krettek, C., Wiebking, U. y S. Hankemeier. (2010). Comparison of 39 post-traumatic tibia bone transports performed with and without the use of an intramedullary rod: the long-term outcomes. *International Orthopaedics (SICOT)*. DOI 10.1007/s00264-010-1094-5.
10. Ozaki, T., Nakatsuka, Y., Kunisada, T., Kawai, A., Dan'ura, T. y N. Naito, et al. (1998). High complication rate of reconstruction using Ilizarov bone transport method in patients with bone sarcomas. *Arch Orthop Trauma Surg*. 118, 136–139.
11. Tsuchiya, H., Tomita, K., Minematsu, K., Mori, Y., Asada, N. y S. Gitano. (1997). Limb salvage using distraction osteogenesis, a classification of the technique. *J Bone Joint Surg [Br]*. 79(B), 403-11.
12. Charalambous, C. P., Akimau, P. y R. A. Wilkes. (2009). Hybrid monolateral-ring fixator for bone transport in post-traumatic femoral segmental defect: a technical note. *Arch Orthop Trauma Surg*. 129, 225–226.
13. Gitelis, S. y P. Piasecki. (1991). Allograft prosthetic composite arthroplasty for osteosarcoma and other aggressive bone tumours. *Clin Orthop*. 270, 197–201.
14. Takahashi, M., Kawasaki, Y., Matsui, Y. y N. Yasui (2010). Fragmental bone transport in conjunction with acute shortening followed by gradual lengthening for a failed infected nonunion of the tibia. *J Orthop Sci*. 15, 420–424.
15. Fabry, K., Lammens, J., Delhey, P., Stuyck, J. y U. Z. Pellenberg. (2006). Ilizarov's method: a solution for infected bone loss. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 16, 103–109.
16. Browner, B. D., Levine, A., Jupiter, J., Peter, G., y C. Trafton. (2008). *Skeletal Trauma*. (4^o ed.). Philadelphia, USA: Saunders.
17. Canale, S. T. y J. H. Beaty (2007). *Campbell's Operative Orthopaedics*. (11^o ed). MOSBY.
18. Marti, J. C. y F. López. (1992). Transporte óseo. *Rev Esp Cir Osteoart*. 27, 277-282.
19. Clohisy, D. R. y H. J. Mankin. (1994). Osteoarticular allografts for reconstruction after resection of a musculoskeletal tumor in the proximal end of the tibia. *J Bone Joint Surg [Am]*. 76-A, 549–554.
20. Shortt, N. y G. F. Keenan. (2006). Ilizarov and trauma reconstruction. *Current Orthopaedics*. 20, 59–71.
21. García, F. L., Picado, C. y S. B. García. (2009). Histology of the regenerate and docking site in bone transport. *Arch Orthop Trauma Surg*. 129, 549–558.
22. DeCoster, T. A., Gehlert, R. J., Mikola, E. A. y M. A. Pirela. (2004). Management of posttraumatic segmental bone defects. *J Am Acad Orthop Surg*. 12, 28–38.
23. Ilizarov, G. A. (1989). 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*. 238, 249–281.
24. Ilizarov, G. A. (1989). The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part II: the influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop Relat Res*. 239, 263–285.
25. DeCoster, T. A., Gehlert, R. J., Mikola, E. A. y M. A. P. (2004). Management of Posttraumatic Segmental Bone Defects. *J Am Acad Orthop Surg*. 12, 28-38.
26. Iacobellis, C., Berizzi, A. y R. Aldegheri. (2010). Bone transport using the Ilizarov method: a review of complications in 100 consecutive cases. *Strat Traum Limb Recon*. 5, 17–22.
27. Oh, Ch. W., Song, H. R., Roh, J. Y., Oh, J. K., Min, W. K., Kyung, H. S. et al (2008). Bone transport over an intramedullary nail for reconstruction of long bone defects in tibia. *Arch Orthop Trauma Surg*. 128, 801–808.
28. Mekhail, A. O., Abraham, E., Gruber, B. y M. González. (2004). Bone transport in the management of posttraumatic bone defects in the lower extremity. *J Trauma*. 56, 368–378.
29. Paley, D. y D. C. Maar. (2000). Ilizarov bone transport for tibial defects. *J Orthop Trauma*. 14, 76–85.
30. Yazar, S., Lin, C. H. y F. C. Wei. (2004). One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities. *Plast Reconstr Surg*. 114(6), 1457–1466.
31. El-Alfy, B., El-Mowafi, H. y N. El-Moghazy (2010). Distraction osteogenesis in



- management of composite bone and soft tissue defects. *International Orthopaedics (SICOT)*. 34, 115–118.
32. Cirpar, M., Cetik, O., Uslu, M. y F. Eksioglu. (2006). Common complications of segmental bone transport with Ilizarov technique in defective tibia pseudoarthrosis: a review. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 16, 380–385.
 33. Paley, D. (1990). Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res*. 250, 81–104.
 34. Dendrinis, G. K., Montos, S. y E. Lyritis. (1995). Use of the Ilizarov technique for treatment of nonunion of the tibia associated with infection. *J Bone Joint Surg* 77-A(6), 835–846.
 35. Marsh, D. R., Shah, S., Elliott, J. y N. Kurdy. (1997). The Ilizarov method in nonunion, malunion and infection of fractures. *J Bone Joint Surg (Br)*. 79(2), 273–279.
 36. Rose, R. (2002). The Ilizarov technique in the treatment of tibial bone defects. *West Indian Med J*. 51(4), 263–267.