

# Tratamiento de defectos masivos de tibia. Técnica de transporte óseo con fijador AO\*\*

## Treatment of Massive Defects Tibia. Bone Transport Technique with Fixator AO

### Tratamento de defeitos maciços da tíbia. Técnica de transporte ósseo com fixador AO

Horacio Federico Laborda Olivera<sup>1\*</sup>, Felipe Alejandro Viacava Siazaro<sup>2</sup>

Alejandro Noria<sup>3</sup> y Rogelio Rey Nande<sup>4</sup>

#### Resumen:

*Introducción:* La transportación ósea se refiere al traslado de un fragmento de hueso a través de un defecto óseo, por distracción osteogénica.

*Objetivo:* Describir la técnica quirúrgica con fijador externo AO, y evaluar los resultados de este tratamiento en defectos óseos diafisarios de tibia mayores de 4 cm, secundarios a fracturas expuestas graves o pseudoartrosis infectadas.

*Material y método:* Se realizó un estudio descriptivo de tipo serie de casos, retrospectivo, de los 14 pacientes tratados entre abril del 2011 y abril del 2015, con las lesiones o secuelas mencionadas en diferentes centro de Montevideo.

*Resultados:* Todos los pacientes tenían secuelas a fracturas expuestas graves con defecto segmentario de tibia mayor a 4 cm. El seguimiento promedio fue de 13 meses (entre 6 y 27). La media de edad fue de 32 años (entre 15 y 53), la pérdida ósea promedio 6,7 cm (entre 4 y 11), la velocidad de distrac-

---

<sup>1</sup>Médico Traumatólogo. Instituto Nacional de Traumatología y Ortopedia de Adultos. Clínica de Traumatología y Ortopedia. Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

\*Contacto: drhoraciolaborda@gmail.com

<sup>2</sup>Ex Asistente de la Clínica Traumatología y Ortopedia de Adultos. Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>3</sup>Asistente del Departamento de Métodos Cuantitativos. Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

<sup>4</sup>Profesor Agregado de la Clínica de Traumatología y Ortopedia de Adultos. Facultad de Medicina, Universidad de la República, Uruguay.

\*\*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen

ción de 0,58 mm/día, el período de distracción promedio fue de 92 días (entre 35 y 172), y el tiempo medio de fijadores externos desde el inicio fue de 194 días.

Todos los pacientes requirieron algún procedimiento quirúrgico en el sitio de acoplamiento. Se logró la consolidación en 9 pacientes, hubo 2 pseudoartrosis, 2 pacientes abandonaron el tratamiento y uno decidió la amputación. No hubo ninguna recidiva de infección.

*Conclusión:* La técnica de transportación ósea mediante el uso de fijadores externos AO, es una alternativa válida para el tratamiento de las pérdidas óseas diafisarias de tibia con o sin infección.

### *Palabras clave:*

Transporte óseo tibial, fractura abierta, falta de unión infectada, fracturas expuestas, pseudoartrosis infectadas.

### *Abstract:*

*Introduction:* Bone transport is the slow transportation of the bone fragment along a bone defect, providing distraction osteogenesis.

*Objective:* To describe the surgical technique of bone transport using the AO external fixator and to present the result of this procedure in tibial diaphysis defects of more than 4 cm long, which were the result of severe open fractures or infected non unions.

*Material and Methods:* This is a retrospective, descriptive study of 14 patients treated in several centers in Montevideo from April 2011 to April 2015.

*Results:* The average age of the patients was 32 years (15-32), the average bone loss 6,7 cm (4-11), the distraction speed 0,58 mm/day, the mean distraction period 92 days (35-172) and the mean time external fixation was 194 days. The mean follow up was 13 months (6-27). All patients needed an additional surgical procedure in the docking site. Bone healing was accomplished in 9 patients and there were 2 non unions. There were 2 further patients who abandoned the treatment and another patient who requested amputation. At the latest follow up there was no recurrence of infection.

*Conclusion:* Bone transport using AO external fixator, is a valid alternative for the treatment of segmental bone loss of the diaphysis of the tibia with or without infection.

### *Keywords:*

Tibial Bone Transport, Open Fracture, Infected Nonunion, Infected Pseudoarthrosis.

### *Resumo:*

*Introdução:* O transporte ósseo é o transporte lento do fragmento ósseo ao longo de um defeito ósseo, que proporciona distração osteogênica.

*Objetivo:* Descrever a técnica cirúrgica de transporte de osso, utilizando o fixador externo AO e apresentar o resultado deste procedimento nos defeitos da diáfise da tibia de mais de 4 cm de comprimento, que foram um resultado de fracturas expostas graves ou ausência de juntas infectados.

*Material e métodos:* Trata-se de um estudo descritivo e retrospectivo de 14 pacientes atendidos em

diversos centros de Montevideo no período de abril de 2011 a abril de 2015.

*Resultados:* A idade média dos pacientes era de 32 años (15-32), a 6,7 cm perda ósea média (4-11), a taxa de distracção 0,58 milímetros/día, período médio de 92 días distracção (35-172) e o tempo médio de fixação externa foi de 194 días. O seguimento médio foi de 13 meses (6-27). Todos os pacientes precisaram de um procedimento cirúrgico adicional no local de encaixe. A cicatrização ósea foi realizada em 9 pacientes e não houve 2 articulações. Houve mais 2 pacientes que abandonaram o tratamento e outro paciente que solicitou a amputação. No último seguimento, não houve recidiva da infecção.

*Conclusão:* O transporte óseo utilizando o fixador externo AO é uma alternativa válida para o tratamento da perda ósea segmentar da diáfise da tibia com ou sem infecção.

### Palavras chave:

Transporte do osso lombar, fratura exposta, ausência de união infectada, fraturas expostas, pseudo-artrose infectada.

### Introducción

El manejo de graves lesiones óseas en la tibia, asociadas a infección y pérdida ósea es un gran reto para el cirujano, debido al gran número de fracasos y al costo sanitario que implican estos complejos procedimientos reconstructivos.

Los defectos óseos pueden ser resultado de reseciones o pérdidas óseas. Esto es así por traumatismos graves en los miembros que causan fracturas expuestas, lesiones por arma de fuego, desvitalización ósea por pseudoartrosis, infecciones o tumores<sup>(1)(2)</sup>.

Ilizarov en Siberia, en 1951<sup>(3)(4)</sup>, diseñó un sistema de fijación versátil, económico y con un gran número de aplicaciones en la resolución de patologías osteoarticulares traumáticas, infecciosas, congénitas y tumorales, el cual continúa vigente en la actualidad.

El método de transporte óseo se basa en un principio fundamental que es la inducción de la osteogénesis en distracción de fragmentos óseos, lo que busca la formación de tejido óseo de excelente calidad biológica, donde traslada un segmento

de hueso en dirección longitudinal, bajo los principios de tensión-estrés, permitiendo dicho procedimiento<sup>(1)(3)(4)(5)(6)(7)(8)</sup>.

Ilizarov demostró cómo la tracción gradual del callo estimula no solo la osteogénesis sino también el crecimiento y regeneración de los tejidos blandos circundantes tales como piel, músculos, nervios y vasos sanguíneos<sup>(3)(4)</sup>.

Las opciones terapéuticas de reconstrucción del miembro inferior en situaciones similares son el injerto de peroné vascularizado, membrana inducida, transporte óseo e injerto pretibial, los cuales tienen diferentes grados de recomendación<sup>(1)(5)</sup>.

La mayoría de estos pacientes presentan una larga evolución y un importante número de fracasos terapéuticos previos. Sufren gran estrés emocional, psicológico, laboral, en su vida personal y familiar, que coloca esta opción terapéutica como la última alternativa antes de la amputación definitiva del miembro afectado.

## Objetivo

Describir la técnica de distracción ósea utilizando fijadores externos AO y evaluar los resultados del tratamiento de los defectos de tibia secundarios a fracturas expuestas graves multioperadas y con diferentes tiempos de evolución.

## Materiales y métodos

Se diseñó un estudio descriptivo, retrospectivo, del tipo serie de casos, en pacientes con defectos óseos secundarios a fracturas expuestas graves de tibia, con defecto segmentario diafisario mayor a 4 cm resueltos con esta técnica ya descrita.

Se evaluaron los 14 pacientes tratados en el período entre el 1.º de abril 2011 y el 30 de abril 2015 en la ciudad de Montevideo, Uruguay, por el mismo equipo quirúrgico, con los diagnósticos y defectos óseos mencionados.

Solo se incluyeron los pacientes que aceptaron el método de tratamiento y mostraron colaboración con el mismo. Todos los pacientes recibieron el tratamiento completo por parte de un mismo equipo quirúrgico.

Se diseñó un formulario para la recolección de la información de cada caso clínico, incluyendo la medición de las siguientes variables de interés: nombre, edad, sexo, fecha del accidente de tránsito, centro asistencial, tipo de fractura expuesta, número de cirugías previas, número de cirugías durante el tratamiento, defecto óseo, período de distracción, velocidad de distracción día, tiempo de uso de fijadores externos, complicaciones durante el tratamiento del dolor, infección de Schanz, deformidades residuales, movilidad articular y resultado de tratamiento final con consolidación y erradicación de la infección.

Los datos de cada variable fueron ingresados en una máscara de captura de datos previamente

diseñada, a los efectos de facilitar su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para dicho análisis se utilizaron herramientas de estadística descriptiva del software PSPP para Windows.

Los resultados fueron valorados utilizando el sistema de Paley<sup>(9)(10)</sup>. Según los resultados, se catalogaron como:

- Excelente, cuando se encontró consolidación, sin infección, deformidad menor a 7°, y discrepancia final menor a 2,5 cm.
- Bueno, si hubo consolidación y 2 criterios iniciales.
- Malo, si no hubo consolidación, no se controló la infección, o con deformidad y discrepancia mayor.

La valoración funcional se basó en 5 criterios: cojera importante, deformidad en equino rígida de cuello de pie, distrofia de tejidos blandos (hipersensibilidad o insensibilidad) y dolor e incapacidad para realizar actividades diarias.

El estado funcional se catalogó como:

- Excelente, si el paciente es activo y no tiene ninguno de los criterios anteriores.
- Bueno, cuando hay actividad y uno o dos criterios.
- Regular, si hay actividad y tres o cuatro criterios.
- Malo, si el paciente no consigue realizar sus actividades cotidianas diarias.

Se registró la respuesta por parte del paciente del índice de satisfacción con el tratamiento y resultado final, siendo las opciones:

- Muy Satisfecho
- Satisfecho
- Insatisfecho

### Técnica quirúrgica:

Todos los pacientes fueron sometidos a la siguiente secuencia terapéutica quirúrgica:

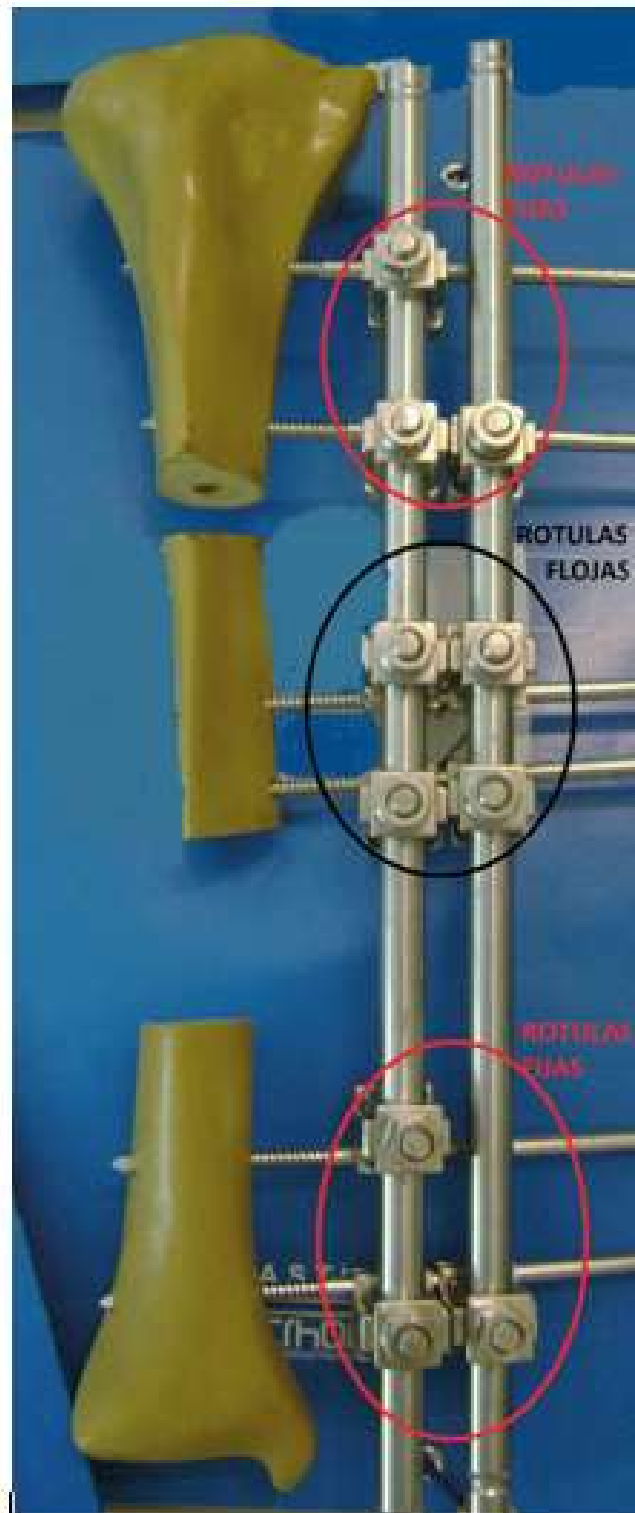
- 1) Selección correcta del paciente para transporte óseo.
- 2) Fistulectomía amplia y profunda, secuestrectomía, resección ósea amplia del foco de pseudoartrosis hasta quedar fragmentos sangrantes, regularización de fragmentos óseos, apertura de canal medular. Colocación de Schanz paralelo a la articulación en epífisis de tibia proximal y distal. Control con intensificador de imágenes, alineación de Schanz. Armado de montaje con fijadores externos (montaje monoplanar con doble tubo), solo 2 pacientes tenían en la evolución espaciador de cemento con antibióticos, nosotros realizamos todo el procedimiento en un solo tiempo.



**Figura 1.** Técnica: resección ósea amplia

Fuente: Horacio Laborda

- 3) Osteotomía proximal o distal de tibia metafisaria según localización del defecto óseo en diferente incisión quirúrgica, la misma se puede realizar con escoplo, sierra Gigli o con mecha. Osteotomía de peroné.



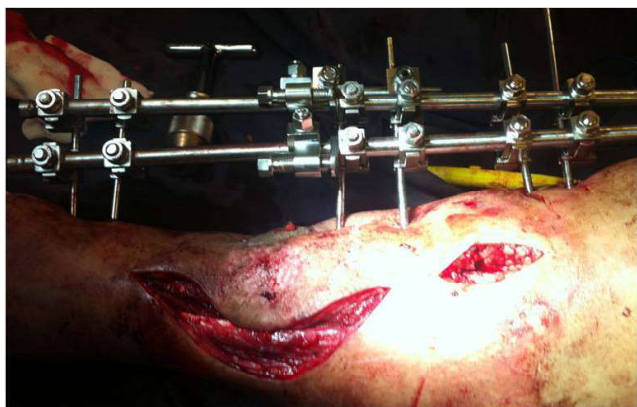
**Figura 2.** Técnica: montaje fijador en hueso plástico

Fuente: Horacio Laborda

- 4) Revisión del montaje y alineación del miembro, revisión de osteotomía.

- 5) Período de latencia de 10 días con compresión del foco de osteotomía.





**Figura 3.** Técnica: montaje final de fijadores externos, osteotomía tibial

Fuente: Horacio Laborda

6) Antibióticos por 6 semanas según el resultado del cultivo intraoperatorio.

7) A los 10 días distracción a una frecuencia de 1/6 rosca cada 4 horas.

8) Revisión del sitio de acoplamiento: al completar el transporte óseo, se realizó desbridamiento de tejido interpuesto, aplicación de injerto óseo autólogo a todos los pacientes. En algunos casos compresión interfragmentaria y en los pacientes que necesitaron realineación o el sitio de acoplamiento era defectuoso entre los fragmentos, se realizó colocación de placa bloqueada previo retiro de montaje de fijadores.



**Figura 4.** Técnica: fase de compresión en docking site

Fuente: Horacio Laborda

El retiro del fijador por cualquier razón previa a la consolidación de la fractura fue considerado un fracaso del procedimiento

## Resultados

Del total de pacientes, 4 eran mujeres y 10 eran hombres. La media de edad fue 32,2 años (15-53). Los centros asistenciales de procedencia de los pacientes fueron: INOT (Instituto Nacional de Ortopedia y Traumatología) 9 pacientes, SMI (Servicio Medico Integral) 3 pacientes, CASMU (Centro de Asistencia del Sindicato Médico del Uruguay) y Hospital Policial 1 paciente cada uno.

La lesión inicial en los 14 pacientes fue la fractura expuesta: Gustilo tipo IIIb con 10 pacientes, seguido de la IIIa con 2 pacientes, 1 paciente con fractura tipo II, y 1 paciente con tipo IIIc.

El tiempo promedio de evolución fue de  $14 \pm 10,1$  meses (entre 2 y 36 meses).

El número de cirugías previas promedio fue de 8 (entre 3 y 15).

El seguimiento promedio fue de 13 meses (entre 6 y 27 meses).

Las cirugías totales requeridas por el tratamiento de transporte óseo fueron de 1 para 2 pacientes, 2 para 8 pacientes, 3 para 3 pacientes y 4 para 1 paciente, las mismas correspondieron a colocación de montaje y osteotomía, revisión del sitio, acoplamiento e injerto autólogo, a veces colocación de placa bloqueada y osteotomía de realineación.

Doce pacientes (86%) tuvieron como patología de ingreso al protocolo pseudoartrosis infectada y en 2 pacientes (14%) fractura expuesta IIIB. Los gérmenes encontrados fueron *Staphylococcus Aureus* Meticilino Sensible y Meticilino Resistente, *Pseudomona Aeruginosa*, *Acinetobacter*, *E. Coli* y Flora Polimicrobiana a predominio Gram-

**Tabla 1.** Datos demográficos

Nº de caso	Sexo	Edad (años)	Institución	Tipo de fractura expuesta	Tiempo de evolución (meses)	Cirugías previas	Total de cirugías del tratamiento
1	m	51	INOT	II	18	11	2
2	f	39	INOT	IIIb	12	8	4
3	m	22	INOT	IIIc	17	4	2
4	m	26	INOT	IIIb	14	10	2
5	f	53	INOT	IIIb	14	12	3
6	m	35	INOT	IIIb	4	8	2
7	f	26	INOT	IIIa	34	10	2
8	m	39	INOT	IIIb	11	3	1
9	m	24	INOT	IIIa	5	4	1
10	m	23	SMI	IIIb	12	4	3
11	m	25	SMI	IIIb	12	6	2
12	m	29	SMI	IIIb	5	10	3
13	f	15	CASMU	IIIb	2	15	2
14	m	44	H.POLICIAL	IIIb	36	7	2

Fuente: elaboración propia

La pérdida ósea mostró una media de  $6,7 \pm 2,0$  centímetros (mínimo 4 y máximo 11 centímetros).

El período de distracción promedio fue de  $92 \pm 35$  días (entre 35 y 172 días). La velocidad de distracción media fue de  $0,58 \pm 0,26$  mm/día (entre 0,24 y 1,23).

El tiempo promedio de uso de los fijadores fue de  $194 \pm 70$  días desde el inicio de este procedimiento (entre 96 y 358 días).

El tratamiento final consistió en 7 osteosíntesis con placa bloqueada más injerto óseo, 5 compresión más injerto óseo terminando con tratamiento funcional, 1 paciente abandonó el tratamiento luego de la osteotomía y 1 amputado.

Consolidaron 69,2% (9 de 14 pacientes), 5 de los 7 con osteosíntesis con placa bloqueada y 4 de los 5 con tratamiento funcional; en 2 pacientes no se logró la consolidación del sitio de acoplamiento resultando una pseudoartrosis aséptica, uno para osteosíntesis con placa y otro para tra-

tamiento funcional; 1 paciente con osteosíntesis con placa abandonó el tratamiento luego de la cirugía.

Referente a la tasa de infección no hubo ninguna recidiva de la misma, ni infección del sitio de osteotomía.

Los resultados óseos según la clasificación de Paley fueron: 6 excelentes, 3 buenos, y 2 malos; en tanto para la valoración funcional fueron 5 excelentes, 4 buenos y 2 malos, 3 abandonaron el tratamiento.

La evaluación de satisfacción de los pacientes para el tratamiento y el resultado final mostró un nivel de muy satisfecho en 6 pacientes, 3 satisfecho, en tanto 2 pacientes se manifestaron insatisfechos dado que no se logró la consolidación del sitio de acoplamiento.

Las complicaciones fueron: una fractura del hueso neoformado que se trató ortopédicamente con buena consolidación, y desaxación del fragmento de bala que requirió luego una osteotomía

**Tabla 2.** Características evolutivas del tratamiento

Nº de caso	Pérdida ósea inicial (cm)	Período de distracción (días)	Velocidad de distracción (mm/día)	Tiempo de fijador (días)	Tratamiento final	Resultado Tratamiento final
1	8	124	0,56	249	Tto Funcional	consolidado
2	9	172	0,24	358	osteosíntesis con placa	consolidado
3	5	96	0,40	209	Tto Funcional	consolidado
4	4	101	0,40	269	Tto Funcional	consolidado
5	8	103	0,78	209	osteosíntesis con placa	consolidado
6	7	96	0,60	169	osteosíntesis con placa	pseudoartrosis
7	4	56	0,68	132	Tto Funcional	pseudoartrosis
8	6	75	0,33	159	amputado	amputado
9	11	124	0,48	139	osteosíntesis con placa	Abandona tratamiento
10	5	20	0,5	45	Abandona tratamiento	Abandona tratamiento
11	7	35	1,23	138	Tto Funcional	consolidado
12	7	74	0,41	96	osteosíntesis con placa	consolidado
13	7	69	0,83	171	osteosíntesis con placa	consolidado
14	5	72	0,63	222	osteosíntesis con placa	consolidado

Fuente: elaboración propia

de realineación en 3 pacientes, al no poder manejar el varo-valgo y retro-antecurvatum con estos fijadores y el resultado final en estos casos fue excelente. Un paciente presentó rotura del implante (placa DCP), se reintervino y se colocó placa bloqueada más injerto autólogo logrando la consolidación. Se presentaron 4 casos de infección superficial de los Schanz, que se resolvieron con antibióticos vía oral.

Sólo un paciente requirió internación por dolor a la distracción, que mejoró al disminuir el transporte a razón de 3 veces por día 1/6 de rosca.

Tres pacientes cumplieron con los requisitos de ingreso pero:

- Uno llegó a transportar 2,5 cm y decidió no continuar con tratamiento, optando por la amputación.
- Otro comenzó el tratamiento pero lo detuvo a la mitad de su defecto total por lo que no completo dicho tratamiento.
- Al último se le realizó la osteotomía, pero el paciente no comenzó la distracción en tiempo y forma, se lo reintervino y el paciente volvió a realizar lo mismo, por lo que se consideran fallas del tratamiento.



## Discusión

Existe una alta evidencia acerca de las cualidades terapéuticas del uso de la fijación externa en el tratamiento de las graves lesiones de los miembros inferiores con pérdidas óseas o asociadas a infección en huesos largos y en especial en tibia<sup>(10)(11)</sup>.

Los principios de Ilizarov en las indicaciones y aplicaciones técnicas, brindan seguridad y garantías en la resolución de las patologías osteoarticulares más complejas constituyéndose en un método con excelentes resultados<sup>(12)(13)(14)(15)(16)</sup>.

La mayoría de las lesiones se debieron a accidentes de tránsito, clasificadas como fracturas expuestas Gustilo IIIB, como expresa la literatura internacional<sup>(1)</sup>. Es muy importante el manejo previo de las partes blandas y la correcta resección de fragmentos óseos desvitalizados, antes de armar el montaje.

La transportación se inició entre los 10 y 15 días posteriores a la osteotomía, ya que si se inicia en forma previa el hueso neoformado no es de calidad adecuada y se fractura; después de los 15 días la osteotomía consolida y es difícil iniciar la distracción<sup>(3)(4)(8)(13)(17)(18)</sup>.

El promedio de distracción por día fue de 0,58 mm siendo, la recomendada entre 0,5 a 1,5 mm/día<sup>(3)(4)(8)(18)</sup>.

El problema en esta serie de pacientes resultó ser el sitio de acoplamiento. A diferencia de otros trabajos todos requirieron cirugía, ya sea aporte de injerto óseo autólogo de cresta ilíaca al momento del acoplamiento para estimular la consolidación del mismo o asociación de injerto mas osteosíntesis con placa<sup>(19)(20)(21)</sup>. Obtuvimos 2 casos de pseudoartrosis asépticas, una para cada tipo de tratamiento.

La consolidación fue de 9 de los 14 pacientes, similar a los resultados de otros estudios con fijadores del tipo Ilizarov u Orthofix<sup>(22) (23)(24)</sup>.

Es importante destacar que logramos erradicar la infección en 100% de los casos y no hubo recidivas. Este tipo de tratamiento se puede realizar con o sin espaciador, en nuestro caso lo realizamos en un solo tiempo en doce pacientes y a dos se le había realizado un espaciador de cemento con antibióticos en cirugía previa.

Una diferencia muy importante con el tratamiento de Ilizarov, es que el paciente puede apoyar en forma inmediata; y en nuestros pacientes no, hasta el período de compresión posterior a la colocación de injerto o con signos de consolidación radiológico con placa.

Este es un tratamiento de salvataje del miembro inferior por lo cual es imprescindible contar con un paciente que entienda desde el primer momento que tipo de tratamiento se va a realizar, la duración del mismo, cómo realizar la distracción, curación de los Schanz y lo principal, controlar la ansiedad del paciente. Debe tenerse en cuenta que menos la cirugía, todo el período de tratamiento lo realiza el propio paciente. Tres pacientes de este trabajo no comprendieron el proceso de recuperación y por ende no fue exitoso el resultado<sup>(25)</sup>.

## Consideraciones éticas

Toda la información en este estudio es confidencial y fue manejada según las normas éticas para estudios de investigación epidemiológica. La identidad de los pacientes fue manejada únicamente por los médicos intervinientes en el proceso asistencial. Una base de datos informatizada fue creada con el solo fin de procesar la información recabada, manteniendo en la misma, la información de los pacientes de forma no identificada, a través de un código asignado a cada paciente, únicamente conocido por parte de los investigadores del estudio.

## Conclusión

La técnica de transporte óseo con fijadores externos AO, mediante el principio de osteogénesis por distracción es una buena alternativa para el tratamiento de las pérdidas óseas diafisarias de la tibia mayores a 4 cm con o sin infección.

Debemos seleccionar correctamente el tipo de paciente para aplicar este tratamiento y minimizar complicaciones y/o abandono. El desbridamiento radical es el paso clave para controlar la infección ósea. Adicionalmente, es necesario lograr un contacto precoz de los pacientes con equipos entrenados y así evitar múltiples cirugías sin un resultado adecuado.

## Referencias

1. Keating JF, Simpson AH, Robinson CM. The management of fractures with bone loss. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(2):142-150.
2. Begue T, Auregan JC. Acute Management of Traumatic Bone Defects in the lower limbs. En: Bentley G, ed. *European Instructional Lectures, 15th EFORT Congress.* Springer, 2014;14. DOI 10.1007/978-3-642-54030-1\_7.
3. 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.
4. Ilizarov GA. 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.* 1989;(239):263-85
5. Murray JH, Fitch RD. Distraction Histogenesis: principles and indications. *J Am Acad Orthop Surg.* 1996;4(6):317-327.
6. Molina CS, Stinner DJ, Obremsky WT. Treatment of Traumatic Segmental Long-Bone Defects. A Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2014;2(4)
7. Tsuchiya H, Tomita K. Distraction osteogenesis for treatment of bone loss in the lower extremity 2003. *J Orthop Sci.* 2003;8(1):882-884.
8. Aronson J. Limb-lengthening, skeletal reconstruction, and bone transport with the Ilizarov method. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79(8):1243-1258
9. Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R. Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(241):146-65

10. Paley D, Maar DC. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects. *J Orthop Trauma*. 2000;14(2):76-85.
11. DeCoster TA, Gehlert RJ, Mikola EA, Pirella-Cruz MA. Management of posttraumatic segmental bone defects. *J AM Acad Orthop Surg*. 2004;12(1):28-38
12. Marsh JL, Prokuski L, Biermann JS. Chronic infected tibial nonunions with bone loss. Conventional techniques versus bone transport. *Orthopedic Clinics of North America*. 1994;(301):139-46
13. Tuffi G, Bongiovanni JC, Mestriner L. Tratamiento das Pseudoartroses Infectadas da Tibia Falhas Osseas pelo Metodo de Ilizarov, utilizando o Transporte Osseo. *Rev Bras Ortop*. 2001; 36(8):292-300.
14. Peng Yin, Qun Zhang, Zhi Mao, Tongtong Li , Lihai Zhang, Peifu Tang. The treatment of infected tibial nonunion by bone transport using the Ilizarov external fixator: a systematic review of infected tibial nonunion treated by Ilizarov methods. *Acta Orthop Belg*. 2014;80(3):426-35
15. 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. *J Bone Joint Surg*. 2013;95-B(12):1673-1680.
16. Alonso JE, Regazzoni P. The use of the Ilizarov concept with the AO/ASIF tubular fixator in the treatment of segmental defects. *Ort Clin N Am*. 1990;21(4):655-65.
17. White SH, Kenwright J. The timing of an osteotomy. *J Bone Joint Surg Br*. 1990;72(3):356-61
18. Gil J, De Pablos J. Técnicas de Elongación ósea. *Revista Española Cirugía Osteoarticular*. 1992;27:243-249
19. Cañadell J, Forriol F. Elongación ósea: aspectos clínicos y experimentales *Rev Esp Cir OrtopTraumatol*. 2003;47(4):283-294
20. Giotakis J.N, Narayan B, Nayagam S. Distraction Osteogenesis and nonunion of the docking site: Is there an ideal treatment option? *Injury*. 2007;38(S1):S100- S107
21. Girard PJ, Kuhn KM, Bailey JR, Lynott JA, Mazurek MT. Bone transport combined with locking bridge plate fixation for the treatment of tibial segmental defects: A report of 2 Cases. *J Orthop Trauma*. 2013;27(9):220-226
22. Chaddha M, Gulati D, Singh AP, Singh AP, Maini L. Management of massive posttraumatic bone defects in the lower limb with the Ilizarov technique. *Acta Orthop Belg*. 2010;76(6):811-20.
23. Lioudakis E, Kenawey M, Krettek C, Wiebking U, Hankemeier S. Comparison of 39 posttraumatic tibia bone transports performed with and without the use of an intramedullary rod: the long-term outcomes. *International Orthopaedics*. 2011;35(9):1397-1402.
24. Kumar R Harshwal, Singh Sankhala D, Jalan D. Management of nonunion of lower-extremity long bones using mono-lateral external fixator:report of 37 cases. *Injury*.2014;45(3):560-567.
25. Dendrinis GK, Kontos S, Lyritsis E. Use of the Ilizarov technique for treatment of the non-union of the tibia associated with infection. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(6):835-846.

Recibido: 20180319

Aceptado: 20180902