

ORIGINAL

Tratamiento del pie de Charcot complejo mediante cirugía en un solo tiempo con fijador circular estático. Serie de casos



J.M. Rios Ruh*, L. López Capdevila, A. Domínguez Sevilla, J. Roman Verdasco, A. Santamaría Fumas y J.M. Sales Pérez

Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología, Consorci Sanitari Integral, Barcelona, España

Recibido el 12 de enero de 2018; aceptado el 3 de mayo de 2018

Disponible en Internet el 3 de julio de 2018

PALABRAS CLAVE

Pie de Charcot;
Cirugía;
Fijador circular
estático;
Amputación;
Osteomielitis;
Úlcera

Resumen

Objetivo: Presentamos los resultados de una serie de casos de pie de Charcot tratados mediante cirugía en un solo tiempo con fijador circular estático.

Material y método: Revisión retrospectiva de 10 casos tratados con fijación externa circular estática desde 2016, con los siguientes criterios de inclusión: 1) deformidad asociada a alguno de los siguientes signos: úlcera cutánea, osteomielitis o inestabilidad articular; 2) neuropatía periférica, y 3) fallo del tratamiento ortopédico previo. Criterios de exclusión: 1) obstrucción vascular periférica sin revascularizar; 2) incapacidad para cumplir el tratamiento; 3) pacientes no deambulantes, y 4) contraindicación médica para la cirugía. De los 10 pacientes, 7 hombres y 3 mujeres, 6 tenían afectación del pie izquierdo y 4 del derecho. La edad promedio de nuestros pacientes era de 58 años (rango 39-71). Valoramos además estadio de Eichenholtz, clasificación de Brodsky, presencia de úlceras cutáneas, osteomielitis e inestabilidad. Todos los pacientes fueron tratados con fijación circular con un seguimiento medio de 17 meses (rango 11-24 meses). Postoperatoriamente, valoramos la conservación de la extremidad, curación de la úlcera cutánea, estabilidad e índice de reulceraciones.

Resultados: En todos los pacientes se consiguió un pie plantígrado funcional, curación de la úlcera cutánea sin recidiva de la misma. Cuatro casos presentaron infección cutánea en las agujas, resuelta con cuidados locales. Evidenciamos rotura de aguja en 2 casos, que no requirieron recambio. Todos los pacientes están satisfechos y optarían por la misma técnica, de ser necesario.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: tupieytobillo@gmail.com (J.M. Rios Ruh).

KEYWORDS

Charcot foot;
Surgery;
Static circular
fixation;
Amputation;
Osteomyelitis;
Ulcer

Conclusiones: En el pie de Charcot los objetivos son evitar la amputación y conseguir un pie plantigrado funcional, sin úlcera cutánea.

La cirugía en un solo tiempo con fijación externa circular estática es una técnica reproducible en nuestro medio, válida además para aquellos casos en que la fijación interna puede estar contraindicada.

© 2018 SECOT. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Treatment of complex Charcot foot by single stage surgery with static circular fixation. Case series report

Abstract

Objective: We present a case series report of patients with Charcot foot treated by single-stage surgery with static circular fixation.

Material and method: Retrospective review of 10 cases treated with static circular external fixation since 2016, with the following inclusion criteria: 1) Deformity with any of the following: ulcers, osteoporosis, osteomyelitis or instability 2) peripheral neuropathy, 3) failed orthopaedic treatment. Exclusion criteria: 1) peripheral vascular obstruction without revascularization, 2) inability to comply with treatment, 3) non-ambulatory patients, 4) medical contraindication for surgery. Of the 10 patients, 7 men and 3 women, 6 had involvement of the left foot and 4 of the right one. The average age of our patients was 58 years (range 39-71). We also evaluated Eichenholtz and Brodsky classification, presence of ulcers, osteomyelitis and instability. All were treated with circular external fixation with a medium follow up of 17 months (11-24 months). Postoperatively we evaluated limb salvation, ulcer healing, stability and re-ulcerations.

Results: In all patients a functional plantigrade foot was achieved, cutaneous ulcer healed without recurrence. Four cases presented superficial pin infection, solved with local wound care. We had wire ruptures in 2 cases, which did not require replacement. We had a traumatic tibial fracture after frame removal, orthopedically solved. All patients were satisfied and would opt for the same technique, if necessary.

Conclusions: of the study In Charcot foot, the objectives are to avoid amputation and achieve a functional plantigrade foot, without ulcer.

Single-stage surgery with static circular external fixation is reproducible in our country, and also a valid technique for those cases in which internal fixation may not be the best option.

© 2018 SECOT. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La diabetes mellitus tiene una alta prevalencia a nivel mundial, que oscila entre el 4 y el 6,5%¹. En España la prevalencia es del 13,8%². La Organización Mundial de la Salud la denomina la epidemia del siglo XXI² y sus complicaciones provocan un gran impacto sanitario³.

El pie de Charcot, consecuencia de la neuropatía diabética, es un proceso inflamatorio con diferentes grados de destrucción ósea y deformidad⁴. Su prevalencia ronda el 7,5% de todos los pacientes diabéticos⁵. Entre el 9 y el 35% de estos pacientes presentarán una lesión bilateral⁶.

Los pacientes con un pie de Charcot, con o sin infección ósea, suponen un alto gasto económico para los sistemas sanitarios⁷.

En el pie de Charcot, la pérdida de sensibilidad protectora y el alto recambio óseo local se acompañan de una carga repetida sobre las estructuras lesionadas⁸ durante la marcha normal. La suma de estos elementos provoca un pie frágil e insensible.

El diagnóstico del Charcot en fase activa suele ser clínico (neuropatía distal, aumento de volumen y enrojecimiento del pie), mientras que en la fase «no activa» destacan las deformidades características, como el pie en balancín (fig. 1) y las deformidades axiales del tobillo⁹.

En su análisis radiográfico, Wukich et al.¹⁰ establece un límite de 27 grados de alteración en la línea de Meary como predictor de la aparición de úlceras (fig. 2).

La clasificación de Eichenholtz¹¹ (tabla 1) define el estado clínico del pie de Charcot y la clasificación de Brodsky¹² (tabla 2) sitúa anatómicamente la lesión, siendo el mediopie la zona más comúnmente afectada. Recientemente, se propone simplemente dividir al pie de Charcot en activo o inactivo¹³.

La amputación es la complicación más importante a evitar en el pie de Charcot¹⁴. La mortalidad de un paciente diabético tras una amputación es superior a la de muchos tipos de cáncer¹⁵. Además, existe evidencia de que es más económico reconstruir quirúrgicamente a estos pacientes que amputarles¹⁶. Por esto, el objetivo del tratamiento es



Figura 1 Deformidad en balancín por colapso del mediopié.

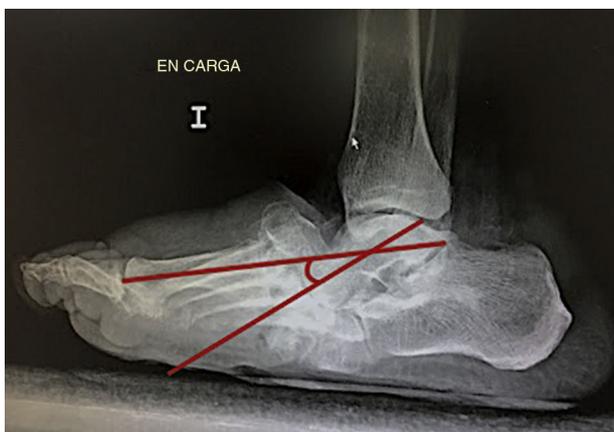


Figura 2 Alteración de la línea de Meary en la deformidad del mediopié.

conseguir un pie plantigrado y funcional, con estabilidad estructural¹⁷.

El tratamiento no quirúrgico de los pacientes con pie de Charcot es efectivo en un 60% de los casos¹⁷. El tratamiento quirúrgico se indicaba en raras ocasiones por sus resultados poco predecibles. En la actualidad, existe evidencia de que el tratamiento quirúrgico temprano puede tener mejores resultados con una corrección y estabilización de la deformidad¹⁸.

La pobre calidad ósea en los diabéticos parece ser un factor determinante en el fracaso de la fijación interna¹⁹. Por esto Sammarco et al.²⁰ propusieron las superconstrucciones, que recientemente se realizan con placas específicas¹⁹. La presencia de procesos infecciosos óseos y de partes blandas, y el precario estado cutáneo también pueden contraindicar la osteosíntesis interna¹⁹.

Tabla 1 Clasificación modificada de Eichenholtz. Neuroartropatía de Charcot

Etapa	Hallazgos clínicos	Hallazgos Radiológicos
0	Pérdida de sensibilidad, edema, eritema, inestabilidad clínica	Normal
I	Edema, eritema, calor, aumento de laxitud ligamentaria	Osteopenia, fragmentación periarticular, fractura, subluxación
II	Disminución de calor e inflamación local	Absorción de las partículas de Debris, fusión temprana y esclerosis
III	Ausencia de inflamación, pie estable	Artrosis, osteofitos, esclerosis

Tabla 2 Clasificación anatómica de Brodsky

Tipo	Localización anatómica
1	Mediopié
2	Retropié
3a	Tobillo
3b	Fractura por avulsión del calcáneo
4	Varias localizaciones
5	Antepié



Figura 3 Fijador circular estático utilizado para el mantenimiento de la reducción obtenida en quirófano.

Varios autores^{19,21-23} describen el tratamiento mediante fijación circular estática (fig. 3), consiguiendo evitar la amputación con excelentes resultados. Por lo que en esta serie intentamos comprobar la reproducibilidad de esta técnica en nuestro medio.

Material y métodos

Revisión retrospectiva de 10 pacientes con pie de Charcot tratados en un solo tiempo quirúrgico con fijador externo circular estático, por el mismo cirujano de la unidad de pie y tobillo de nuestro centro, desde el 2016.

Los criterios de inclusión tomados en cuenta fueron: 1) deformidad asociada a alguno de los siguientes signos: úlcera cutánea, osteomielitis e inestabilidad; 2) neuropatía periférica, y 3) tratamiento ortopédico previo fallido. Este último consistió en yeso de contacto total, botas de descarga y plantillas específicas.

Los criterios de exclusión incluían: 1) pacientes con obstrucción vascular periférica sin revascularizar; 2) pacientes con incapacidad para cumplir el tratamiento; 3) pacientes no deambulantes, y 4) contraindicación médica para la cirugía.

De los 10 pacientes, 7 hombres y 3 mujeres, 6 tenían afectación del pie izquierdo y 4 del derecho. La edad promedio de nuestros pacientes era de 58 años (rango 39-71).

Con respecto a la clasificación de Brodsky, 6 casos presentaban afectación radiológica en el mediopié, 3 en el tobillo y uno en la subastragalina. Todos los pacientes estaban en un estadio III de Eichenholtz. Ocho casos presentaban úlcera cutánea (6 plantar lateral, 2 en maléolo lateral) con sospecha clínica de osteomielitis (exposición ósea, contacto óseo, cambios radiográficos, historial de osteomielitis) en el momento de la cirugía, y 2 casos estaban afectados de una deformidad inestable con alto riesgo de ulceración.

El tratamiento quirúrgico se hizo en una sola etapa utilizando un sistema de fijación externa circular estática, con un seguimiento medio de 17 meses (rango 11-24 meses), siguiendo las indicaciones recomendadas por Pinzur²⁴, como se describe a continuación.

Técnica quirúrgica

Tras raquianestesia o bloqueo regional, se coloca un manguito neumático a nivel del muslo para realizar isquemia, solo durante la fase de osteotomías. Se coloca al paciente en decúbito supino.

Corrección del equinismo del retropié

Se realiza una tenotomía percutánea del tendón de Aquiles mediante 3 incisiones paraaquíleas, con unos 3 cm de distancia entre cada una.

Osteotomía modelante y exéresis del foco de osteomielitis

En el mediopié se realiza un abordaje medial y otro lateral. Si la deformidad afecta al retropié, el abordaje se adecua a la articulación afectada. Se procede a la disección hasta un plano subperióstico, creando un espacio de trabajo que respete los elementos tendinosos y neurovasculares.

Se realiza una osteotomía en cuña para conseguir el objetivo final: un pie plantigrado y correctamente alineado. Se envían muestras óseas a microbiología y anatomía patológica. Posteriormente, se fija la reducción con 2 agujas de Steinman de 3,2 mm de diámetro introducidas a través del dorso del mediopié (fig. 4). El control con intensificador de imágenes verifica la obtención de un pie plantigrado.



Figura 4 Fijación temporal de la artrodesis con Steinmann desde el dorso del pie.

Exéresis de la úlcera plantar y desbridamiento

Si existe una úlcera cutánea, esta se reseca y se remite para estudio microbiológico. Cualquier colección en la zona es drenada. El cierre parcial de la úlcera plantar se realiza con puntos separados de material no absorbible. Si no es posible el cierre cutáneo sin tensión, se recomienda un cierre por segunda intención o asistido con sistema de presión negativa.

Colocación del fijador circular

Empleamos el fijador externo circular estático Distraction Osteogenesis Ring System® (DePuy Synthes Johnson & Johnson) con un montaje clásico de 2 anillas en tibia y una base para el pie.

Se utilizan agujas transfixiantes olivadas de 1,8 mm para conectar el pie con el fijador circular. Colocamos las 2 primeras agujas en el retropié con 30 grados de angulación entre ambas.

En el Charcot del mediopié, la aguja distal a la zona de las osteotomías se utiliza para realizar compresión en el foco (fig. 5). Posteriormente, se posicionan 2 agujas en cada una de las 2 anillas tibiales con 30 grados de angulación entre ambas.

Es fundamental conocer con precisión la disposición anatómica de los elementos neurovasculares en cada nivel de colocación de las agujas transfixiantes, y evitar zonas de conflicto entre la piel y los diferentes elementos del fijador.

Postoperatorio

Se enviaron muestras de hueso y úlcera a microbiología y anatomía patológica en todos los casos, con resultado positivo para osteomielitis en el 70% de ellos (7 casos). Dichos resultados (tabla 3) fueron valorados por el servicio de

Tabla 3 Serie de casos tratados con cirugía en un solo tiempo con fijación circular

Px	Edad (años)	Sexo	Lado	Eichenholtz	Brodsky	Úlcera	Sospecha de osteomielitis	Estabilidad	Meses de seguimiento	Resultado de la biopsia ósea intraoperatoria	Tiempo de fijación externa	Curación úlcera	Pie plantigrado y estable	Clínica o imagen de osteomielitis en el postoperatorio	Complicación	Amputación	Reulceración en el seguimiento
1	64	M	I	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	No	24	Escherichia coli Staphylococcus aureus	8 semanas	Sí	Sí	No	Infección superficial pin/rotura pin	No	-
2	71	F	D	III	Tobillo	Maléolo lateral	Sí	No	24	S. agalactiae/S. aureus MR	12 semanas	Sí	Sí	No	-	No	-
3	39	M	I	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	Sí	21	Staphylococcus lugdunensis Streptococcus pyogenes Streptococcus agalactiae	11 semanas	Sí	Sí	No	-	No	-
4	71	F	D	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	Sí	17	Staphylococcus epidermidis	13 semanas	Sí	Sí	No	Infección superficial pin/rotura pin	No	-
5	56	M	D	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	No	15	Proteus mirabilis	10 semanas	Sí	Sí	No	-	No	-
6	63	M	I	III	Tobillo	No	No	No	15	Negativo	13 semanas	-	Sí	No	Infección superficial pin/Fx tibia	No	-
7	55	F	I	III	Retropié	Maléolo lateral	Sí	No	15	Pseudomonas aeruginosa	13 semanas	Sí	Sí	No	-	No	-
8	66	M	D	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	No	15	Negativo	13 semanas	Sí	Sí	No	Infección superficial pin	No	-
9	40	M	I	III	Mediopié	Plantar lateral	Sí	Sí	12	Proteus mirabilis Arthrobacter cummingsii Corynebacterium striatum	13 semanas	Sí	Sí	No	-	No	-
10	59	M	I	III	Tobillo	No	No	No	11	Negativo	12 semanas	-	Sí	No	-	No	-

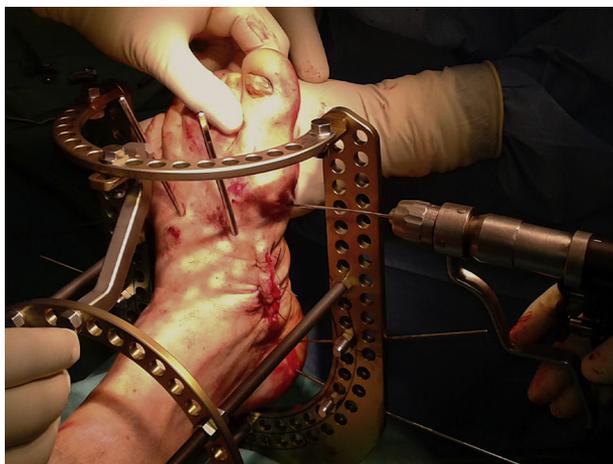


Figura 5 Colocación de aguja distal a la artrodesis para realizar compresión de la misma.

infecciosas, pautándose antibioterapia específica durante un mínimo de 6 semanas, mientras que en los casos negativos para osteomielitis (3 casos) se suspendió la antibioterapia 5 días después de la cirugía.

El fijador externo fue retirado en un promedio de tiempo de 12 semanas (8-13).

Los pacientes iniciaron carga parcial con ayuda de 2 bastones ingleses, de aproximadamente el 50% de su peso, a las 48-72 h (fig. 6). La retirada del fijador se realiza entre las 8-14 semanas según valoración clínica y radiográfica. Los criterios para su retirada son clínicos (disminución del edema y curación de las úlceras) y radiográficos (signos de inicio de consolidación o imagen indicativa de unión fibrosa).

Posteriormente, utilizamos una botina de yeso de contacto total durante 4 semanas, seguido de bota tipo walker, para acabar con calzado adaptado para pacientes diabéticos cuando el edema ha remitido.

Se realizaron controles ambulatorios mensuales, durante los primeros 6 meses. Posteriormente, cada 6 semanas hasta cumplir el año de seguimiento, momento en el que pasan a ser controlados por personal sanitario entrenado en pie diabético (enfermería, podología, etc.).

Debido a las características propias de estos pacientes, las escalas funcionales clásicas no brindan una información relevante, los pacientes fueron interrogados sobre su satisfacción con el resultado y si estarían dispuestos a operarse con la misma técnica en el pie contralateral de ser necesario.

Resultados

En el 100% de los pacientes se ha conseguido la preservación de la extremidad, un pie plantígrado funcional, con curación de la úlcera cutánea y de la osteomielitis, la corrección de la deformidad y recuperando la deambulación sin recidiva de la úlcera.

Todos los pacientes optarían por la misma opción de tratamiento y la recomendarían a un amigo.

En 4 casos se presentaron complicaciones leves por infección superficial en la entrada cutánea de las agujas,



Figura 6 Apoyo en el postoperatorio inmediato.

solucionada con cuidados locales, y rotura de una aguja en 2 pacientes que no requirió de reemplazo.

Un paciente presentó una fractura de tibia tras retirarse el mismo el yeso de contacto total en su domicilio y realizar carga completa con posterior caída casual y traumatismo en la pierna. La fractura se produjo a nivel de uno de los trayectos de las agujas del fijador. La fractura fue resuelta mediante tratamiento ortopédico.

Discusión

El pie de Charcot es una enfermedad compleja por la combinación de lesión ósea y de partes blandas, pero también por los cambios fisiopatológicos propios del paciente diabético. Los objetivos del tratamiento son evitar la amputación y conseguir un miembro funcional sin úlcera ni osteomielitis.

Pinzur et al.²¹ describieron su serie de 178 pacientes en quienes aplicaron la cirugía en un solo tiempo con fijación circular con un seguimiento de 78 meses, consiguiendo un índice de salvación de la extremidad del 95,7% y la deambulación en calzado comercial de estos pacientes, con tan solo 3 amputaciones²¹.

En el 2009, Dalla Paola et al.²³ presentaron los resultados de su serie de 45 pacientes con pie de Charcot asociado a

osteomielitis tratados con fijación externa. Consiguiendo la curación en 39 de ellos manteniendo el fijador un promedio de 26 semanas²³.

Cooper²⁵ describió una serie retrospectiva de 100 pies de Charcot tratados con fijación circular estática durante un periodo de 4 años. Un 80% de los pacientes presentaban una úlcera en el momento de la cirugía, con una edad promedio de 56 años. Consiguiendo un índice de salvación de la extremidad del 96%, con un seguimiento de 22 meses. Referían como complicaciones la infección superficial en la entrada del pin (7 pacientes), la fractura de tibia (2) y reulceraciones (4)²⁵.

Existen publicaciones que plantean el tratamiento del pie de Charcot con sistemas de fijación externa híbridos mediante agujas transfixiantes y fijadores monolaterales clásicos²⁶. Su inconveniente es el riesgo de fracturas en la zona de inserción de los pins gruesos de los fijadores clásicos. Jones²⁷ describió esta complicación en su serie retrospectiva de 245 pacientes tratados con este sistema, obteniendo fracturas de este tipo en 10 pacientes, por lo que desaconsejó su uso. En nuestra serie observamos una fractura de tibia a pesar de no utilizar pins gruesos; la osteoporosis presente, un traumatismo por caída y la creación de un punto óseo débil en el trayecto de la aguja pudieron desempeñar un papel en la producción de la misma.

Rogers et al.²⁸ refieren que las complicaciones del uso del sistema de fijación circular estático suelen ser frecuentes pero de poca relevancia clínica. La más común, con una incidencia entre el 10 y el 20%, es la infección superficial de la zona cutánea de entrada y salida de las agujas transfixiantes que se resuelven satisfactoriamente con curas locales y antibioticoterapia por vía oral. En nuestra serie, el manejo y pronóstico de la infección superficial a este nivel no varía de lo publicado^{21,28}.

Otras complicaciones, relacionadas con el tiempo de isquemia, son la neuroapraxia compresiva, la trombosis venosa profunda, la necrosis cutánea y la infección de la herida operatoria^{28,29}, sin presentarse ninguna de ellas en nuestra serie.

En algunos pacientes, las técnicas clásicas de fijación interna pueden fracasar por la mala calidad ósea secundaria a la osteoporosis por el bajo nivel de vitamina D que les caracteriza¹⁹. Esto último, asociado a la tendencia a la pseudoartrosis de estos pacientes, provoca que el material de osteosíntesis esté sometido a un estrés mecánico continuo con alto riesgo de rotura y fallo de la cirugía¹⁹.

Los resultados de nuestra serie respecto al índice de salvación de la extremidad, la curación de las úlceras plantares, la corrección de la deformidad, la erradicación de la osteomielitis y la ausencia de recidiva de la lesión coinciden con los obtenidos por estos autores^{21,23,25}. Esto confirma, a pesar de nuestra corta serie, que el tratamiento con fijador circular estático podría ser reproducible en nuestro medio.

Entre las debilidades de este trabajo está el ser un estudio retrospectivo, con pocos pacientes, lo que se explica por la escasa frecuencia de esta patología. Además, no cuenta con un grupo control, cosa que es éticamente difícil de conciliar en series como la nuestra. Es por esto que estimulamos a realizar estudios prospectivos, multicéntricos, que puedan reunir una mayor cantidad de pacientes y comparar las diferentes técnicas de fijación posibles en estos pacientes.

Nivel de evidencia

Nivel de evidencia IV.

Conflicto de intereses

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

- Batista F, Magalhães AA, Gamba M, Nery C, Cardoso C. Ten years of a multidisciplinary diabetic foot team approach in Sao Paulo, Brazil. *Diabetic Foot & Ankle*. 2010;1:5203.
- Soriguer F, Goday A, Bosch-Comas A, Bordiú E, Calle-Pascual A, Carmena R, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: The Di@bet.es Study. *Diabetologia*. 2012;55:88–93.
- Informe mundial sobre la diabetes. Organización Mundial de la Salud [consultado 2 Jul 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/diabetes/global-report/es/>.
- Rogers LC, Frykberg RG, Armstrong DG, Boulton AJ, Edmonds M, Van GH, et al. The Charcot foot in diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34:2123–9.
- Brodsky JW. Management of Charcot joints of the foot and ankle in diabetes. *Semin Arthroplasty*. 1992;3:58–62.
- Armstrong DG, Todd WF, Lavery LA, Harkless LB, Bushman TR. The natural history of acute Charcot's arthropathy in a diabetic foot specialty clinic. *J Am Podiatr Med Assoc*. 1997;87:272–8.
- Gil J, Schiff AP, Pinzur MS. Cost comparison limb salvage versus amputation in diabetic patients with charcot foot. *Foot Ankle Int*. 2013;34:1097–9.
- Yousry AH, Abdalrhady AM. Management of diabetic neuropathic ankle arthropathy by arthrodesis using an Ilizarov frame. *Acta Orthop Belg*. 2010;76:821.
- Trepman E, Nihal A, Pinzur MS. Current topics review: Charcot neuroarthropathy of the foot and ankle. *Foot Ankle Int*. 2005;26:46–63.
- Wukich DK, Raspovic KM, Hobizal KB, Rosario B. Radiographic analysis of diabetic midfoot Charcot neuroarthropathy with and without midfoot ulceration. *Foot Ankle Int*. 2014;35:1108–15.
- Eichenholtz SN. Charcot joints. Springfield, Illinois: Charles C. Thomas, Publisher; 1966.
- Brodsky JW. Management of Charcot joints of the foot and ankle in diabetes. *Semin Arthroplasty*. 1992;3:58–62.
- Rogers LC, Frykberg RG, Armstrong DG, Boulton AJ, Edmonds M, Van GH, et al. The Charcot foot in diabetes. *Diabetes Care*. 2011;34:2123–9.
- Sohn MW, Stuck RM, Pinzur M, Lee TA, Budiman-Mak E. Lower-extremity amputation risk after Charcot arthropathy and diabetic foot ulcer. *Diabetes Care*. 2010;33:98–100.
- Armstrong DG, Wrobel J, Robbins JM. Guest editorial: Are diabetes-related wounds and amputations worse than cancer? *Int Wound J*. 2007;4:286–7.
- Gil J, Schiff AP, Pinzur MS. Cost comparison limb salvage versus amputation in diabetic patients with charcot foot. *Foot Ankle Int*. 2013;34:1097–9.
- Schneekloth BJ, Lowery NJ, Wukich DK. Charcot neuroarthropathy in patients with diabetes: An updated systematic review of surgical management. *J Foot Ankle Surg*. 2016;55:586–90.
- Pinzur M. Surgical versus accommodative treatment for Charcot arthropathy of the midfoot. *Foot Ankle Int*. 2004;25:545–9.
- Pinzur MS. Surgical treatment of the Charcot foot. *Diabetes Metab Res Rev*. 2016;32(S1):287–91.

20. Sammarco VJ, Sammarco GJ, Walker EW, Guiao RP. Midtarsal arthrodesis in the treatment of Charcot midfoot arthropathy. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91:80–91.
21. Pinzur MS, Gil J, Belmares J. Treatment of osteomyelitis in charcot foot with single-stage resection of infection, correction of deformity, and maintenance with ring fixation. *Foot Ankle Int.* 2012;33:1069–74.
22. Conway JD. Charcot salvage of the foot and ankle using external fixation. *Foot Ankle Clin.* 2008;13:157–73.
23. Dalla Paola L, Ceccacci T, Ninkovic S, Sorgentone S, Marinescu MG. Limb salvage in Charcot foot and ankle osteomyelitis: Combined use single stage/double stage of arthrodesis and external fixation. *Foot Ankle Int.* 2009;30:1065–70.
24. Ruh JR, Fumas AS, Pérez JS, Pinzur MS. Postgraduate medical education. *Foot Ankle Int.* 2017;38, 584-584.
25. Cooper, P. S. (2003, March). Application of external fixators for management of Charcot deformities of the foot and ankle. In *Seminars in vascular surgery* (Vol. 16, No. 1, pp. 67-78). W.B. Saunders Company.
26. Schaper NC, van Netten JJ, Apelqvist J, Lipsky BA, Bakker K. Prevention and management of foot problems in diabetes: A Summary Guidance for Daily Practice 2015, based on the IWGDF Guidance Documents. *Diabetes Metab Res Rev.* 2016;32(S1):7–15.
27. Jones CP, Youngblood CSA, Waldrop N, Davis WH, Pinzur MS. Tibial stress fracture secondary to half-pins in circular ring external fixation for Charcot foot. *Foot Ankle Int.* 2014;35:572–7.
28. Rogers LC, Bevilacqua NJ, Frykberg RG, Armstrong DG. Predictors of postoperative complications of Ilizarov external ring fixators in the foot and ankle. *J Foot Ankle Surg.* 2007;46:372–5.
29. El-Moatasem, el-Hussein M, e-Ghazaly S. Diabetic neuropathic foot and ankle instability: Early mini-incision closed fusion using the Ilizarov ring fixator. A pilot study. *Curr Orthop Pract.* 2016;27:77–83.