



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
ESPECIALIDAD EN:

ORTOPEDIA

*EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD CON EL USO DE PLACA LCP EN FRACTURAS
DE CALCÁNEO*

T E S I S

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

ORTOPEDIA

P R E S E N T A:

DR. JAVIER LOZANO CASTRO VILLAGRANA

PROFESOR TITULAR

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA

ASESORES

DR. ERIC JOSEPH HAZAN LASRI
DR. MICHELL RUIZ SUÁREZ
DR. GERARDO RAFAEL GUTIÉRREZ SEVILLA



MEXICO, D.F., FEBRERO 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DRA. MATILDE L. ENRIQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE ENSEÑANZA

DRA. XOCHIQETZAL HERNANDEZ LÓPEZ
SUBDIRECTORA DE POSTGRADO Y EDUCACION CONTINUA

DR. ALBERTO UGALDE REYES RETANA
JEFE DE ENSEÑANZA MEDICA

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA
PROFESOR TITULAR

DR. ERCI JOSEPH HAZAN LASRI
DR. GERARDO RAFAELGUTIÉRREZ SEVILLA
ASESORES CLÍNICOS

DR. MICHELL RUIZ SUÁREZ
ASESOR DE TESIS Y METOLÓGICO

ÍNDICE

Introducción	5
Justificación	6
Objetivos	6
Material y métodos	7
Resultados	8
Discusión	11
Conclusión	16
Bibliografía	17

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de calcáneo representan el 1-2% de todas las fracturas, convirtiéndose en las más comunes de los huesos del tarso (60%). Su variante intraarticular desplazada representa el 75% de los casos¹ y se asocian con frecuencia con deterioro funcional severo.

A través del tiempo, el tratamiento de las fracturas de calcáneo ha sido motivo de controversia, pero en 1990 la reducción abierta y fijación interna (RAFI) ha sido ampliamente aceptada² y parece ser benéfica para varios grupos de pacientes¹, a pesar de esto, todavía está en discusión³. El tratamiento actual de elección es una reducción abierta y fijación interna con placas LCP especiales a través de un abordaje lateral extendido sobre el tratamiento conservador, con el fin de lograr la realineación de la faceta posterior de la articulación subastragalina y recuperar la altura de la parte posterior del pie, así como la altura, la longitud, la anchura y el eje del calcáneo^{4,5}. También RAFI disminuye el dolor precoz en el postoperatorio debido a la movilización temprana². Esta RAFI se hace principalmente por un abordaje lateral extendido, que en la actualidad representa el método más frecuentemente recomendado; a pesar del hecho de que este enfoque particular respeta la anatomía vascular de los tejidos blandos, las complicaciones del colgajo de piel correspondiente se reportan dentro del rango de 1% a más del 25%. La reducción anatómica y restauración del ángulo de Böhler (BA) son elementos esenciales de la RAFI según Agren et al.⁶, pero Ibrahim et al.⁷, no encontró ninguna asociación entre las mediciones radiológicas.

El uso de injerto óseo es también un debate, Lian y col.³, sugieren que el injerto óseo es necesario para lograr una reconstrucción con éxito para el tratamiento de fracturas del calcáneo intraarticulares. Sanders et al.⁸, Stephenson⁹, y Zwipp et al.¹⁰ han logrado

buenos resultados sin el uso de un injerto de hueso. Lowery y Calhoun¹¹, en su reciente revisión del tratamiento de la fractura de calcáneo, no recomendaron el uso de injerto óseo. Longino¹² comparó los resultados radiológicos y clínicos postoperatorios de osteosíntesis con LCP con y sin injerto óseo y no encontró ninguna diferencia significativa en los resultados obtenidos. Leung et al.^{13,14} recomendó la reducción abierta con fijación interna con injerto óseo como el método de tratamiento preferido para la fractura de calcáneo.

JUSTIFICACIÓN

Hasta el momento no existen en la literatura datos que justifiquen de manera absoluta el uso de 1 implante de osteosíntesis en particular en el tratamiento de fracturas de calcáneo, no existe consenso universal con respecto al uso o no de injerto óseo en el tratamiento de este tipo de fracturas.

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de calcáneo con placas LCP anatómicas dan ventajas con menores complicaciones tempranas, un periodo de consolidación y recuperación mas predecible y reproducible, así como resultados más estéticos y funcionales del pie.

OBJETIVOS

El objetivo de este estudio es determinar la consolidación de fracturas intraarticulares de calcáneo intervenidas quirúrgicamente con placa LCP anatómica, así como determinar el ángulo crítico de Gissane (CAG) y Böhler con un mínimo de 6 meses de evolución, conocer el porcentaje de pacientes en los que fue necesario utilizar injerto

(autólogo o heterólogo) y conocer el porcentaje de complicaciones en este tipo de pacientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de seguimiento de casos. Se incluyeron todos los pacientes del servicio de traumatología del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) con fractura intraarticular de calcáneo tratados quirúrgicamente con placa LCP, con un seguimiento clínico y radiográfico de cada caso mínimo a 6 meses en el periodo comprendido de Enero del 2007 a Diciembre del 2013.

Como método de medición radiográfica se utilizaron las mediciones de Böhler y Gissane. Se realizó reducción abierta y fijación interna mediante abordaje lateral en L, así como placa LCP anatómica especial para calcáneo (Synthes ® placa de bloqueo calcáneo) con o sin uso de injerto.

Los criterios de inclusión para este estudio fueron desplazamiento > 2 mm en la articulación subastragalina posterior, fractura de calcáneo intraarticular, con un seguimiento mínimo de 6 meses, pacientes de ambos géneros con un rango de edad de 21 a 66 años. Se excluyeron a pacientes con lesiones previas de tobillo o calcáneo. Se eliminaron a los que no contaran con expediente clínico o radiológico completo o no asistieran a sus controles subsecuentes.

Técnica quirúrgica: Uso de un abordaje lateral ampliado en forma de “L”, usando esta técnica, la vascularización del colgajo de piel de grosor completo se conserva siempre de manera optima. La piel es retraída con 2 o 3 agujas de Kirschner en el astrágalo. Se llevan a cabo las maniobras de reducción abierta con el fin de restaurar los ángulos de Böhler y Gissane. Se coloca placa de calcáneo (Synthes ® placa de bloqueo calcáneo)

para la fijación interna. Se retiraron las agujas de Kirschner y el colgajo de piel se cerró con poliglactina 910 subcutánea 2-0 y luego con nylon 3-0. No se utilizó ningún drenaje. Un vendaje Robert Jones se aplicó durante dos a tres días y posteriormente se iniciaron ejercicios de movimientos activos y pasivos, siempre guiados por un terapeuta. Los pacientes permanecieron sin carga de peso durante 12 semanas. Las variables estudiadas en este estudio fueron edad, sexo, tipo de fractura, lado afectado, días preoperatorios, número de pernos y tornillos utilizados en la placa, uso y tipo de injerto, complicaciones cutáneas, infección, re intervención quirúrgica, lesiones asociadas, consolidación y ángulos de Böhler y Gissane preoperatorios, postoperatorios y a los 6 meses.

Se realizó estadística descriptiva para variables demográficas, reportando promedios y desviaciones estándar para variables cuantitativas y porcentajes para variable cualitativas, así como prueba T de Student para muestras pareadas comparando ángulos pre y post quirúrgicos. El análisis estadístico se hizo con el programa SPSS v 20.0 para Macintosh (IBM, Chicago, IL).

RESULTADOS

Se incluyeron 65 fracturas de calcáneo en 57 pacientes adultos que fueron tratados quirúrgicamente en el departamento de Traumatología del INR con la técnica anteriormente descrita.

Cinco pacientes no acudieron a controles subsecuentes y 5 pacientes no contaron con expediente clínico o radiológico completo, dejando un total de 47 pacientes con 54 calcáneos.

La edad media de los pacientes fue de 42 ± 12 años, los días de internamiento previo al evento quirúrgico fueron en promedio 7 ± 4 días.

Cuarenta y tres pacientes (79.6%) fueron del sexo masculino, en su mayoría trabajadores, que explican que casi todas las lesiones fueron producidas por caídas, y sólo uno fue producido por un accidente vehicular. Treinta y dos calcáneos fracturados fueron derechos (59.3%) y veintidós izquierdos (40.7%). Seis fracturas (11.1%) fueron de calcáneo bilateral. Hubo 5 fracturas expuestas (9.3%), 1 Gustilo-Anderson IIIB, 1 Gustilo-Anderson II y 3 Gustilo-Anderson I, todas las demás fracturas fueron cerradas.

La mayoría de las fracturas fueron complejas según la Clasificación de AO: 44.4% (24 calcáneos) C2, 22.2% (12 calcáneos) C3, 11.1% (6 calcáneos) C1, 1.9% (1 calcáneo) A3, 9.3% (5 calcáneos) B2, 5.6% (3 calcáneos) B1 y 5.6% (3 calcáneos) C4.

Cinco pacientes (9.3%) presentaron lesiones asociadas, incluyendo fracturas vertebrales, fracturas de las extremidades inferiores y un paciente polifracturado.

Se utilizó injerto óseo en 45 (83.3%) reparaciones de fracturas, de las cuales 10 fueron autoinjerto de tuberosidad tibial ipsilateral (18.5%), el resto injerto heterólogo bovino (64.8%) con un promedio de 2.2 ± 0.677 gramos (1 a 4 gramos). Las 9 fracturas restantes no recibieron ningún tipo de injerto óseo. En once calcáneos (20.4%) se utilizaron 6 tornillos y pernos, en once (20.4%) se utilizaron 7 tornillos y pernos, en cuatro (7.4%) se usaron 8 tornillos y pernos, en ocho (14.8%) se usaron 9 tornillos y pernos, en diez (18.5%) se usaron 10 tornillos y pernos, en tres (5.6%) se usaron 11 tornillos y pernos, en seis (11.1%) se usaron 12 tornillos y pernos y en uno (1.9%) se usaron 13 tornillos y pernos.

Cuarenta y dos fracturas (72.2%) presentaron consolidación completa a los 6 meses y en el seguimiento a los 9 meses, el número aumentó a cincuenta y tres fracturas (98.1%) con consolidación completa, solo 1 paciente evolucionó a la no unión. El

paciente con fractura expuesta GA IIIB desarrolló no unión séptica, que se resolvió después del retiro del injerto óseo heterólogo y lavados en serie.

Hubo 15 complicaciones (27.8%): 7 infecciones de herida (13%) y 8 dehiscencias de herida (14.8%) que requirieron cierre de herida por segunda intención. Siete pacientes (13.1%) requirieron de una re intervención quirúrgica en los primeros 9 meses postoperatorios: cinco (9.3%) requirieron retiro de material de osteosíntesis, uno (1.9%) desbridamiento quirúrgico y uno (1.9%) requirió de colgajo cutáneo para cobertura.

De las fracturas tratadas con injerto óseo, el 31% presentó alguna complicación, 16% requirió de re intervención quirúrgica y el 80% presentó consolidación completa de la fractura a los 6 meses; en comparación con los casos tratados sin injerto óseo, en los cuales el 11% presentó alguna complicación, ningún paciente requirió de re intervención quirúrgica y sólo el 67% presentaron consolidación ósea completa a los 6 meses postoperatorios.

El ángulo crítico de Gissane tuvo una media de 96.93 ± 10.83 grados al momento del diagnóstico y tuvo una restauración media de 111.39 ± 8.40 grados en el postoperatorio inmediato ($p < 0.0001$). A 6 meses de seguimiento el ángulo crítico de Gissane tuvo una media de 110.72 ± 7.62 grados, comparándolo con los resultados postoperatorios inmediatos se obtuvo una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

El ángulo de Böhler tuvo una media al momento del diagnóstico de 15.41 ± 4.06 grados y en el posoperatorio inmediato de 26.59 ± 5.25 grados ($p < 0.0001$). En el control a 6 meses postoperatorios se obtuvo una media de 25.70 ± 4.36 grados, obteniendo una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) al compararlo con los resultados del postoperatorio inmediato.

DISCUSIÓN

Las fracturas intraarticulares desplazadas de calcáneo son un desafío quirúrgico. La reducción abierta y fijación interna (RAFI) a través de un abordaje lateral extendido es el tratamiento preferido para la mayoría de los cirujanos. A pesar que todavía es objeto de debate⁴, parece un excelente método para llevar a cabo la reconstrucción del calcáneo¹⁵.

En la literatura mundial la mayoría de los autores coinciden que este tipo de fracturas predominan en el sexo masculino y la ocupación laboral de los pacientes que predomina es en trabajadores de la industria (adultos jóvenes productivos)^{16,17}. En nuestro estudio estos datos coinciden con la literatura mundial en el sexo masculino (79.6%) y edad (promedio de 42 años).

El mecanismo más común de lesión que conduce a las fracturas del calcáneo son las caídas de altura y los accidentes automovilísticos¹⁸, por lo que se requiere evaluación integral del paciente para descartar lesiones asociadas. En la literatura se reportan lesiones asociadas tanto a nivel lumbar (10%), como en otro sitio de la extremidad (26%)¹⁹, mientras que en nuestro estudio se reportaron lesiones a nivel lumbar (3.7%), meseta tibial (3.7%), así como fracturas múltiples (1.9%). Se reporta un 7% de fracturas bilaterales¹⁹, mientras que este estudio reporta 11.1%.

La fuerza axial al momento de la fractura es transmitida a través del astrágalo, que actúa como una cuña y divide el calcáneo en su porción media. Esta fuerza comprime la faceta posterior y aplasta la porción central del calcáneo. Este mecanismo de lesión altera el ángulo de Böhler²⁰ (BA) y el ángulo crítico de Gissane²¹ (CAG). La compresión del calcáneo resulta en una disminución del BA, el CAG se interrumpe cuando se aplasta el calcáneo. La dirección de la fuerza y la posición del pie en el momento de

impacto determinan si el ángulo se hace más agudo u obtuso. El CAG puede ser interrumpido en ambas direcciones. BA y el CAG también pueden ser negativos en lesiones graves. Desafortunadamente, existe discrepancia con respecto a una medición normal de los ángulos. Los valores normales del ángulo de Böhler se han reportado como 20° - 40° ^{22, 23}, 28° - 40° ²⁴, 20° - 44° ²⁵ y 25° - 45° ²⁶. Un ángulo crítico de Gissane normal se ha reportado de 100° - 130° ²⁷ y 120° - 145° ²⁸. Un ángulo más agudo es indicativo de una fractura, pero un valor exacto o de corte no ha sido reportado en la literatura. Se utilizan con frecuencia BA y el CAG en la reconstrucción de la anatomía normal del calcáneo después de una fractura. Sin embargo, el uso de los ángulos en la fabricación del diagnóstico de una fractura no ha sido reportado en la literatura^{29,30}. En nuestro estudio, BA y CAG se restauraron en un promedio de 26.59° y 111.39° respectivamente, en el control postoperatorio hubo un descenso de aproximadamente 1° en ambos ángulos, lo cual no tuvo repercusión clínica. Aunque estos datos sí fueron estadísticamente significativos no existió repercusión clínica y se mantuvieron dentro de los rangos considerados como normales.

Thordarson y cols. en su estudio aleatorizado en que compararon los resultados del tratamiento conservador vs quirúrgico de las fracturas intraarticulares, concluyeron que mediante una reducción abierta a través de abordaje lateral, restitución de la superficie articular, aplicación de injerto óseo, fijación interna estable y movilización temprana se obtienen mejores resultados clínicos que con el tratamiento conservador o reducciones indirectas³¹, esto para restituir la congruencia articular y evitar en lo posible la artrosis postraumática. Böhler indicaba que este tipo de fracturas debían tratarse quirúrgicamente, como cualquier otra fractura articular, con una reducción anatómica y una fijación estable que permitiera la unión de los fragmentos²⁰.

Otros trabajos en los que se evalúa clínicamente el dolor, edema, actividad, rango de movimiento, retorno al trabajo y radiográficamente la congruencia articular, han demostrado los beneficios del tratamiento quirúrgico de las fracturas intraarticulares desplazadas^{13,31,32,33,34}.

El abordaje lateral extendido en “L” se recomienda ampliamente pues disminuye la incidencia de lesión del nervio sural, infección de tejidos blandos y necrosis del colgajo cutáneo, dando además una mejor visión del hueso en toda su extensión^{35,36,37,38}.

En cuanto al material de osteosíntesis pudimos comprobar lo que se menciona en la literatura mundial sobre los beneficios de la placa especial para calcáneo, la cual al ser de titanio ofrece mayor biocompatibilidad y flexibilidad, lo que permite moldearla al borde lateral del calcáneo. Su forma anatómica y extensiones en “T” anterior y posterior permiten la colocación de un mayor número de tornillos o pernos logrando una buena estabilidad de la fractura^{32,36,39}.

En la literatura mundial dentro de las complicaciones asociadas al tratamiento quirúrgico de fracturas de calcáneo, la dehiscencia de herida es alto, alrededor del 24%¹⁵, así como la infección de la herida en el 12%^{2,15}, otras complicaciones descritas son necrosis del colgajo de piel (5-10%), lesión neurovascular principalmente sensorial (5%), mala reducción, artrosis postraumática² y no unión en el 0.1%⁴⁰ también considerada como una desventaja del procedimiento RAFI.

Las complicaciones que se presentaron en nuestro estudio se relacionaron primordialmente con partes blandas, un 13% de infección de herida y 14.8% de cierres de herida por segunda intención (dehiscencia de herida). Lo cual requirió de reintervenciones tempranas (antes de 9 meses postoperatorios) como retiro de la placa

LCP (9.3%), desbridamiento (1.9%) o cobertura cutánea por medio de colgajo (1.9%). Es sabido que la mayoría de las fracturas intraarticulares de calcáneo por su naturaleza son de mal pronóstico para la función, teniendo como coadyuvante el grado de artrosis subastragalina. Se presentan en su mayoría en pacientes en edad productiva, por lo que es indispensable evitar secuelas y lograr su reintegración laboral. De acuerdo a lo informado en la literatura mundial, cuando la reducción es abierta el promedio de consolidación es de 35 semanas^{41,42,43} (aproximadamente 8 meses). En este estudio el 77.8% obtuvo consolidación ósea a los 6 meses, esta cifra aumento a 98.1% a los 9 meses.

Se acepta de modo general, que el resultado final después de la osteosíntesis se relaciona directamente con la precisión del restablecimiento de la articulación subastragalina y con el nivel al cual se recupera la altura, anchura, alineación y angulaciones normales del calcáneo, además del grado de normalidad de la alineación del medio-pié y el retro-pié^{44,45,46}.

El tratamiento quirúrgico de las fracturas de calcáneo intraarticulares con o sin injerto óseo sigue siendo un tema de debate. La práctica de utilizar un injerto de hueso se ha convertido cada vez más popular. Mientras que muchos autores sugieren que el calcáneo por su estructura porosa se recupera rápidamente y por lo tanto no hay necesidad de utilizar el injerto óseo, también hay autores que sugieren que el injerto óseo se debe utilizar con el fin de proteger la reducción, y también que el injerto añade resistencia mecánica y estimula la consolidación de la fractura^{47,48,49,50}. Muchos autores han incorporado el injerto óseo en el procedimiento de fijación, y se han logrado resultados satisfactorios^{13,14}. Algunos cirujanos utilizan siempre los injertos de

hueso^{51,52}, mientras que otros cirujanos no lo utilizan en absoluto^{53,54}.

Se utilizó injerto autólogo en 10 casos e injerto heterólogo en 35 casos con el fin de preservar la integridad del calcáneo y preservar la reducción. Nuestros resultados mostraron que ambos grupos de pacientes presentan una evolución clínica y radiológica similar. Muchos estudios han reportado altas tasas de infección en el tratamiento de las fracturas de calcáneo intraarticulares con injertos óseos, lo cual es una de las razones que los autores proponen que los injertos óseos no deben ser utilizados⁵⁵. De acuerdo con los resultados del presente estudio, demostramos que el uso de injerto aumenta la tasa de complicaciones y re intervenciones quirúrgicas, aunque favorece una consolidación ósea más temprana. La restauración de ángulo de Böhler también se ha asociado con un mejor resultado^{56,57,58}. Loucks y Buckley⁵⁶ concluyeron que la reducción quirúrgica de la articulación subastragalina es más importante y que el injerto de hueso no proporciona ningún beneficio adicional. La morbilidad asociada al injerto óseo se ha estudiado y revisado extensamente. De acuerdo con Silber et al., las tasas de complicaciones asociadas con injertos de hueso puede ser tan alta como 40%, y abarcar dolor agudo o crónico, la formación de hematomas, la cicatrización, la lesión del nervio, y los problemas de la herida. Dada la morbilidad quirúrgica adicional y la falta de cualquier beneficio extra demostrable asociada con el injerto óseo, se sugiere que no se debe realizar durante la cirugía de fractura de calcáneo⁵⁹.

Este estudio proporciona evidencia de que el uso o no de injerto óseo, junto con la fijación interna en el tratamiento de fracturas de calcáneo intraarticulares conduce a una mejor restauración del ángulo de Böhler y Gissane, así como la prevención de un

colapso importante tardío. Así, en las fracturas de calcáneo intraarticulares, si existe un defecto óseo importante, los injertos óseos se pueden considerar como una opción de tratamiento.

CONCLUSIÓN

Las fracturas de calcáneo pueden producir una discapacidad severa ya que son resultado de accidentes de alta energía. Los pacientes necesitan tiempos prolongados de rehabilitación, por lo que existen inconformidades a largo plazo.

La reducción abierta y fijación interna parece dar mejores resultados que el tratamiento conservador en términos de la capacidad de usar zapatos normales, regresar al trabajo y alteraciones de la marcha. El tratamiento quirúrgico de las fracturas articulares de calcáneo puede evitar las secuelas como artrosis sub astragalina temprana, permite realizar la restitución, reducción y estabilización de la facetas articulares y de los fragmentos de la fractura. El tratamiento quirúrgico permite corregir la deformidad en varo del talón para tener una forma adecuada del pie y permitir el uso de calzado. Permite lograr una función adecuada, con menos dolor y menor tiempo de recuperación. Los problemas en la cicatrización de herida es una de las principales complicaciones. Si el defecto creado tras la reducción es grande, el uso de injerto óseo se pueden considerar, aunque es preferible no utilizarlo, con el fin de evitar una reacción biológica asociada.

Las limitaciones de este estudio son un pequeño tamaño de la muestra, 16.9% de calcáneos perdidos a causa de un archivo clínico o radiológico incompleto e inasistencia a controles subsecuentes .

Se necesitan más estudios en forma de ensayos a gran escala cuidadosamente

diseñados que comparen los tipos de tratamiento quirúrgicos y no quirúrgicos, el uso o no de injerto óseo así como sus complicaciones, y la evolución de las heridas entre los diferentes tipos de procedimientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Goldzak, M., Simon, P., Mittlmeier, T., Chaussemier, M., & Chiergatti, R. (2014). Primary stability of an intramedullary calcaneal nail and an angular stable calcaneal plate in a biomechanical testing model of intraarticular calcaneal fracture. *Injury*, *45*, S49–S53. doi:10.1016/j.injury.2013.10.031
2. Yu, X., Pang, Q. J., Chen, L., Yang, C. C., & Chen, X. J. (2014). Postoperative complications after closed calcaneus fracture treated by open reduction and internal fixation: A review. *Journal of International Medical Research*, *42*(1), 17–25. doi:10.1177/0300060513495626
3. Lian, K., Lu, H., Guo, X., Cui, F., Qiu, Z., & Xu, S. (2013). The mineralized collagen for the reconstruction of intra-articular calcaneal fractures with trabecular defects. *Biomatter*, *3*(4), e27250. doi:10.4161/biom.27250
4. Gougoulas, N., Khanna, A., McBride, D. J., & Maffulli, N. (2009). Management of calcaneal fractures: systematic review of randomized trials. *British Medical Bulletin*, *92*(1), 153–167. doi:10.1093/bmb/ldp030
5. Zwipp, H., Rammelt, S., & Barthel, S. (2004). Calcaneal fractures—open reduction and internal fixation (ORIF). *Injury*, *35*(2), 46–54. doi:10.1016/j.injury.2004.07.011
6. Ågren, P.-H., Wretenberg, P., & Sayed-Noor, A. S. (2013). Operative Versus Nonoperative Treatment of Displaced Intra-Articular Calcaneal Fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, *95*(15), 1351. doi:10.2106/JBJS.L.00759
7. Ibrahim, T., Rowsell, M., Rennie, W., Brown, A. R., Taylor, G. J. S., & Gregg, P. J.

- (2007). Displaced intra-articular calcaneal fractures: 15-Year follow-up of a randomised controlled trial of conservative versus operative treatment. *Injury*, 38(7), 848–855. doi:10.1016/j.injury.2007.01.003
8. Sanders R, Fortin P, DiPasquale T, Walling A (1993) Operative treatment in 120 displaced intra-articular calcaneal fractures. *Clinical Orthop Relat Res* 290:87–95.
 9. Stephenson JR (1987) Treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus using medial and lateral approaches, internal fixation, and early motion. *J Bone Joint Surg Am* 69:115–130.
 10. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T (1993) Osteosynthesis of displaced intra-articular fractures of the calcaneus, results in 123 cases. *Clin Orthop Relat Res* 290:76–86.
 11. Lowery RBW, Calhoun JH (1996) Fractures of the calcaneus (current topic review). *Foot Ankle Int* 17:230–235.
 12. Longino D, Buckley RE (2001) Bone graft in the operative treatment of displaced intraarticular calcaneal fractures: is it helpful? *J Orthop Trauma* 15:280–286.
 13. Leung KS, Chan WS, Shen WY, Pak PL, So WS, Leung PC (1989) Operative treatment of intra-articular fractures of the os calcis—the role of rigid internal fixation and primary bone grafting: preliminary results. *J Orthop Trauma* 3:232–240.
 14. Leung KS, Yuen KM, Chan WS (1993) Operative treatment of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. Medium-term results. *J Bone Joint Surg Br* 75:196–201.
 15. De Groot, R., Frima, A. J., Schepers, T., & Roerdink, W. H. (2013). Complications following the extended lateral approach for calcaneal fractures do not influence mid- to long-term outcome. *Injury*, 44(11), 1596–1600. doi:10.1016/j.injury.2013.06.014
 16. Burton DC, Onler BW, Horton GA: Late results of subtalar distraction fusion. *Foot Ankle Int* 1998; 19(4): 197-202.
 17. Carbajal G, Redondo AG, Guillén A : Fracturas de calcáneo. Manejo quirúrgico, reducción abierta y fijación. *Rev Mex Ortop* 1999; 13(3): 208-213.

18. de Souza LJ, Rutledge E. Grouping of intraarticular calcaneal fractures relative to treatment options. *Clin Orthop Relat Res* 2004;420:261-7.
19. Mann RA: *Cirugía del pie*. 5a Edición. Editorial Panamericana, Buenos Aires. 1986: 699-748.
20. Boehler L. Diagnosis, pathology and treatment of fractures of the os calcis. *J Bone Joint Surg* 1931;13:75-89.
21. Gissane W. Discussion on fractures of the os calcis. Proceedings of the British Orthopedic Association. *J Bone Joint Surg* 1947;29:254 - 5.
22. Harris Jr JH, Harris WH. *The radiology of emergency medicine*. 2nd ed. Baltimore7 Williams & Wilkins; 1981.
23. Schweitzer ME, Karasick D. The foot. In: Rogers LF, editor. *Radiology of skeletal trauma*. 3rd ed. New York7 Churchill Living- stone, 2002. p. 1332 - 48.
24. Keats TE, Lusted LB. *Atlas of roentgenographic measurement*. 5th ed. Chicago (IL): Year Book Medical Publishing Inc; 1985.
25. Hauser ML, Kroeker RO. Boehler's angle: a review and study. *J Am Podiatry Assoc* 1975;65:517-21.
26. Weissman SD. *Radiology of the foot*. Baltimore7 Williams & Wilkins; 1983.
27. Fitzgibbons TC, McMullen ST, Mattew MA. Fractures and dislocations of the calcaneus. In: Bucholz RW, Heckman JD, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults*, 5th ed. Philadelphia7 Lippincott, Williams and Wilkins, 2001. p. 2134-6.
28. Thermann H. Calcaneus fractures: open reduction and internal fixation. In: Wulker N, Stephens M, Cracchiolo III A, editors. *An atlas of foot and ankle surgery*. St. Louis, Mo7 Mosby, 1998. p. 233 - 4.
29. Chen M, Bohrer S, Kelley T. Boehler's angle: a reappraisal. *Ann Emerg Med* 1991;20(2):122-4.

30. Gupta A, Ghalambor N, Nihal A, et al. The modified Palmer lateral approach for calcaneal fractures: wound healing and postoperative computed tomographic evaluation of fracture reduction. *Foot Ankle Int* 2003;24(10):744-53.
31. Thordarson DB, Krieger LE: Operative vs non operative treatment of intra-articular fractures of the calcaneus: a prospective randomized trial. *Foot Ankle Int* 1996; 17(1): 2-9.
32. Laughlin RT, Carson JG, Calhoun JH: Displaced intra-articular calcaneus fractures treated with the Galveston plate. *Foot Ankle Int* 1996; 17(2): 71-77.
33. Melcher G, Bereiter H, Leuttegger A, Ruedi T: Results of operative treatment for intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma* 1991; 31(2): 234-238.
34. Zwipp H, Tscherne H, Thermann H, Weber T: Osteosynthesis of displaced intraarticular fractures of the calcaneus. Results in 123 cases. *Clin Orthop* 1993; 290: 76-86.
35. Eastwood DM, Langkamer VG, Atkins RM: Intra-articular fractures of the calcaneum. Part II: Open reduction and internal fixation by the extended lateral transcalcaneal approach. *J Bone Joint SurgBr* 1993; 75(2): 189-195.
36. Kerr JB, Pape M, Jacson M, Atkins RM: Early experience with the AO calcaneal fracture plate. *Injury* 1996; 27(1): 39-41.
37. Muller ME: Manual de osteosíntesis. 3a edición. Barcelona, Springer Verlag Ibérica, 1993.
38. Tornetta P: 3rd: Open reduction and internal fixation of the calcaneus using minifragment plates. *J Orthop Trauma* 1996; 10(1): 63-67.
39. Eastwood DM, Gregg PJ, Atkins RM: Intra-articular fractures of the calcaneum. Part I. Pathological anatomy and classification. *J Bone Joint Surg* 1993; 75(2): 183-188.
40. Molloy, A. P., Myerson, M. S., & Yoon, P. (2007). Symptomatic nonunion after fracture of the calcaneum DEMOGRAPHICS AND TREATMENT. *Journal of Bone & Joint Surgery, British Volume*, 89(9), 1218–1224. doi:10.1302/0301-620X.89B9

41. Chandler JT, Bonar SK, Anderson RB, Davis WH: Results of *in situ* subtalar arthrodesis for late sequelae of calcaneus fractures. *Foot Ankle Inter* 1999; 20(1): 18-24
42. Harvey EJ, Grujic L, Early JS, Benirschke SK, Sangeorzan BJ: Morbidity associated with ORIF of intra-articular calcaneus fractures using a lateral approach. *Foot Ankle Int* 2001; 22(11): 868-873
43. Miric A, Patterson BM: Pathoanatomy of intra-articular fractures of the calcaneus. *J Bone Joint Surg* 1998; 80(2): 207-212.
44. Park IH, Song KW, Shin SI, Lee JY, Kim TG, Pard RS: Displaced intra-articular calcaneal fractures treated surgical with limited posterior incision. *Foot Ankle Int* 2000; 21(3): 195-205.
45. Ramos OJ, López de Dios M, Bobadilla A: Tratamiento de las fracturas intra-articulares del calcáneo con fijadores externos. *Rev Mex Ortop* 1996; 10(4): 171-179.
46. Trnka HJ, Zett IR, Ritschl P: Fracture of the anterior superior process of the calcaneus: an often misdiagnosed fracture. *Arch Orthop Trauma Surg* 1998; 11(7): 300-302.
47. Sanders R. Fractures and fracture-dislocations of the calcaneus. In: Coughlin MJ, Mann RA, editors. *Surgery of the foot and ankle*. Vol. 2, 7th ed. St. Louis: Mosby; 1999. p. 1422-64.
48. Banerjee R, Nickisch F, Easley ME, Digiovanni CW. Foot injuries. In: Browner BD, Jupiter JB, Levine AM, Trafton PG, Kretek C, editors. *Skeletal trauma*. Vol. 2, 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2009. p. 2626-64.
49. Squires B, Allen PE, Livingstone J, Atkins RM. Fractures of the tuberosity of the calcaneus. *J Bone Joint Surg [Br]* 2001;83:55-61.
50. Clare MP, Lee WE 3rd, Sanders RW. Intermediate to longterm results of a treatment protocol for calcaneal fracture malunions. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87:963-73.
51. Elsner A, Jubel A, Prokop A, Koebke J, Rehm KE, Andermahr J (2005) Augmentation of intraarticular calcaneal fractures with injectable calcium phosphate cement: densitometry, histology, and functional outcome of 18 patients. *J Foot Ankle Surg* 44:390–395

52. Di Schino M, Bensaida M, Vandebussche E, Augereau B, Nich C (2008) Results of open reduction and cortico-cancellous autograft of intra-articular calcaneal fractures according to Palmer. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 94:8–16.
53. Huang PJ, Huang HT, Chen TB, Chen JC, Lin YK, Cheng YM et al (2002) Open reduction and internal fixation of displaced intra-articular fractures of the calcaneus. *J Trauma* 52:946–950.
54. Thornes BS, Collins AL, Timlin M, Corrigan J (2002) Outcome of calcaneal fractures treated operatively and non-operatively: the effect of litigation on outcomes. *Ir J Med Sci* 171:155–157.
55. Baumgaertel FR, Gotzen L (1993) Two-stage operative treatment of comminuted os calcis fractures. Primary indirect reduction with medial external fixation and delayed lateral plate fixation. *Clin Orthop Relat Res* 290:132–141.
56. Loucks C, Buckley R (1999) Bohler's angle: correlation with outcome in displaced intra-articular calcaneal fractures. *J Orthop Trauma* 13:554–558.
57. Paul M, Peter R, Hoffmeyer P (2004) Fractures of the calcaneum. A review of 70 patients. *J Bone Joint Surg Br* 86:1142–1145.
58. Shuler FD, Conti SF, Gruen GS, Abidi NA (2001) Wound healing risk factors after open reduction and internal fixation of calcaneal fractures: does correction of Bohler's angle alter outcomes? *Orthop Clin North Am* 32:187–192.
59. A. K. Singh, K. Vinay. Surgical treatment of displaced intra-articular calcaneal fractures: is bone grafting necessary? *J Orthopaed Traumatol* (2013) 14:299–305.