

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Valoraciones sobre la osteosíntesis mínimo invasiva para la fractura de tibia

Leonardo Martínez Aparicio¹ , Lázaro Martín Martínez Estupiñan^{1*} , Gerardo José Castillo Oliva² 

¹Hospital General Universitario “Mártires del 9 de abril”, Sagua la Grande, Villa Clara, Cuba

²Hospital Provincial Clínico Quirúrgico Universitario “Arnaldo Milián Castro”, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

*Lázaro Martín Martínez Estupiñan. lazarome@infomed.sld.cu

Recibido: 30/09/2021 - Aprobado: 01/12/2021

RESUMEN

Introducción: el sistema osteomioarticular comúnmente sufre lesiones traumáticas; la tibia, por sus características anatómicas, es más susceptible a las fracturas.

Objetivo: se pretende dar a conocer una serie de consideraciones sobre las técnicas de cirugía mínimo invasiva para el tratamiento de estas lesiones.

Métodos: se utilizaron métodos teóricos y empíricos para realizar el análisis del conocimiento actualizado sobre estas técnicas, se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos, tanto en idioma inglés como en español. Se presentó una serie de principios sobre la osteosíntesis, los criterios de estabilidad, la utilización y las indicaciones de la cirugía mínimo invasiva en la tibia.

Conclusiones: los métodos de osteosíntesis mínimo invasiva en la tibia son procedimientos adecuados de tratamiento y proveen una tasa alta de unión y un buen resultado funcional, con pocas complicaciones de las partes blandas e impacto escaso en la piel.

Palabras claves: fijación Interna de fracturas; procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos; fracturas de tibia

ABSTRACT

Introduction: the osteomyoarticular system commonly suffers traumatic injuries; the tibia, due to its anatomical characteristics, is more susceptible to fractures.

Objective: the aim is to present a series of considerations on minimally invasive surgical techniques for the treatment of these injuries.

Methods: theoretical and empirical methods were used to analyze the updated knowledge on these techniques, a bibliographic review was carried out in different databases, both in English and Spanish. A series of principles on osteosynthesis, stability criteria, the use and indications of minimally invasive surgery in the tibia were presented.

Conclusions: Minimally invasive osteosynthesis methods in the tibia are adequate treatment procedures and provide a high union rate and a good functional outcome, with few soft tissue complications and little impact on the skin.

Key words: internal fixation of fractures; minimally invasive surgical procedures; tibial fractures

INTRODUCCIÓN

Las fracturas de la tibia tienen una incidencia de 16,9/100 000 por año y entre un cuatro y un 23% son lesiones abiertas. Según el patrón de la fractura y la afectación de las partes blandas pueden ser tratadas de forma conservadora o de forma quirúrgica; sin embargo, no existe consenso para la determinación de la técnica quirúrgica óptima. Desde la introducción de las láminas de compresión dinámicas (DCP, por sus siglas en inglés) para la osteosíntesis se ha incrementado la popularidad en el tratamiento cruento de estas fracturas. En las últimas investigaciones se han creado dinámicas de estudio respecto a conceptos como osteosíntesis biológica, osteosíntesis mínimo invasiva, estabilidad relativa y estabilidad absoluta.

El concepto de osteosíntesis biológica se refiere a la conservación de vascularidad del hueso durante la intervención quirúrgica para asegurar la vitalidad de los fragmentos individuales y lograr la cicatrización de la fractura con un mínimo de daño a las partes blandas y una estabilidad relativa que propicia los materiales.⁽²⁾

Las técnicas convencionales de osteosíntesis aplicadas para fracturas multifragmentarias puede conducir a una variedad de complicaciones: retardo de la consolidación, infecciones, fracaso del implante y pseudoartrosis. Esto sucede porque para lograr la reducción anatómica es necesaria la exposición quirúrgica amplia y, en ocasiones, los fragmentos de la fractura son despojados de las partes blandas que le brindan vascularidad.^(3,4) Los primeros intentos en el uso de la osteosíntesis biológica aparecen en la década de los 80 del pasado siglo; el desarrollo de técnicas indirectas de reducción y el uso de nuevos materiales de osteosíntesis causó un cambio básico para el tratamiento de las fracturas.

Los principios biológicos de la osteosíntesis pueden resumirse en una reducción, una realineación y una manipulación a distancia del sitio de fractura, la preservación de las partes blandas (técnicas indirectas de reducción), conservar el suministro de sangre a cada fragmento y en la utilización de materiales biocompatibles, con exposición quirúrgica limitada.

Toda fractura evoluciona hacia la consolidación con dolor, inflamación e inmovilidad y refleja lo que lleva a lo que se conoce como enfermedad de la fractura la que, de no recibir un tratamiento adecuado, produce atrofia muscular y genera adherencias que, llevadas a un extremo, no pueden revertirse y determinan secuelas que limitan la funcionalidad.⁽⁵⁾ Una adecuada calidad de vida está garantizada por un movimiento libre e indoloro, esta es la filosofía que motiva a seleccionar una técnica de fijación de las fracturas que permita lograr una movilización total y favorezca la rápida revascularización del hueso y los tejidos blandos.

La osteosíntesis mínimo invasiva es un método en el que el uso percutáneo de láminas para fijar a distancia el sitio de la fractura a través de la exposición mínima es un procedimiento alternativo para el tratamiento de las fracturas de tibia.⁽⁶⁾ El propósito de este artículo es profundizar en las valoraciones a partir

de los resultados de publicaciones actuales sobre el tema y obtener el basamento bibliográfico para nuevas investigaciones.

MÉTODOS

Se utilizaron métodos teóricos y empíricos para realizar el análisis del conocimiento actualizado sobre estas técnicas, se realizó una revisión bibliográfica en diferentes bases de datos, tanto en idioma inglés como en español. Se presentó una serie de principios sobre la osteosíntesis, los criterios de estabilidad, la utilización y las indicaciones de la cirugía mínimo invasiva en la tibia.

DESARROLLO

Los lineamientos generales de la Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO), fundación suiza creada en 1958, definen los principios de la osteosíntesis a nivel mundial. El desarrollo de las técnicas quirúrgicas para el tratamiento de las fracturas constituyó un gran avance en la medicina.⁽⁷⁾

Los principios del tratamiento de fracturas enunciados por la AO son actualmente reevaluados y redefinidos, pero la mayoría se mantienen inalterables en función de la nueva filosofía en el tratamiento de las fracturas: la reducción anatómica, específicamente en fracturas articulares, la osteosíntesis estable, la conservación de la vascularización y de los tejidos blandos y la movilización precoz, activa e indolora, de todas las articulaciones adyacentes a la fractura.

La reformulación de estos principios puede interpretarse de la siguiente forma:

- **Reducción funcional adecuada:** siempre se debe intentar lograr la mejor restauración anatómica posible y la conservación del eje longitudinal del hueso, factor muy importante para permitir una correcta movilización de las articulaciones vecinas al sitio de la fractura.

Se considera una unión ósea primaria o directa en la que se realiza la osteosíntesis por oposición de los cabos, la reducción anatómica y la compresión inter fragmentaria; la osteosíntesis mínimo invasiva no hace énfasis en la estabilidad absoluta, sino en la preservación de la vascularidad y de las partes blandas,⁽⁸⁾ este término fue desarrollado por la AO/ASIF en el marco de una nueva concepción de la consolidación ósea en las fracturas de la diáfisis y contribuye a lograr el disturbio mínimo de la biología en la zona fracturada.⁽⁹⁾

Las diferentes formas de la estabilidad se explican desde el punto de vista histo-morfológico -se entiende el principio de la compresión, que daba una estabilidad absoluta, evidenciada desde el punto de vista clínico en un movimiento precoz, indoloro y sin formación de callo óseo a los rayos X (consolidación *per primam* o sin callo)-. El principio biomecánico en osteosíntesis es la forma en la que funcionan o interactúan los implantes y el hueso en el que son aplicados para el tratamiento quirúrgico de las fracturas.

En este punto han variado algunos conceptos en los últimos tiempos:⁽¹⁰⁾ la unión ósea indirecta es en la se logra una reducción no anatómica, conservando el eje y la conformación estructural del hueso mediante un

sistema a modo de tutor en el que se produce una consolidación secundaria, con la presencia de callo óseo y se prioriza la preservación del ambiente biológico; cuando a esto se le suma una reducción ósea cerrada o mínimamente invasiva se lo conoce como osteosíntesis biológica. Hasta hace muy poco tiempo no se consideraba este procedimiento, siempre se pretendía reducir fielmente los fragmentos y colocar materiales firmes, mediante la exposición del foco fracturario; a la luz de los principios actualizados de osteosíntesis se valoran los cambios.

- **Fijación estable:** es el factor más importante si se quiere lograr una reparación ósea satisfactoria debido a que la inestabilidad excesiva de los fragmentos induce a la osteólisis, retarda la reparación e induce un callo óseo hipertrófico, incluso a la falla en el proceso de reparación.

La función de un material de osteosíntesis es lograr estabilidad relativa mientras la zona de la fractura, con su suministro de sangre del periostio, se queda virtualmente sin tocar.⁽¹¹⁾ Como consecuencia el movimiento entre los fragmentos provoca que la fractura consolide de forma secundaria con formación del callo; la reducción indirecta de la fractura para lograr alineación axial y giratoria es un proceso desafiante. La cantidad de movimiento interfragmentario es influenciada por la estabilidad lograda, lo que se resuelve por la rigidez del material utilizado, la anchura de la abertura depende de reducción lograda.

- **Técnica quirúrgica adecuada:** la técnica quirúrgica debe ser lo más atraumática posible y evitar la manipulación exagerada de los tejidos y es necesario que se sea muy cuidadoso con la irrigación de los fragmentos y del hueso afectado, todo bajo las mejores condiciones posibles.⁽¹²⁾ La biología es primordial en la preservación de la vascularización, con accesos mínimos y osteosíntesis mínimamente invasiva con placas, siempre guiada por imágenes.

Las lesiones importantes de partes blandas contribuyen al retardo de la consolidación, en parte debido a la pérdida del aporte vascular al hueso; el aporte vascular intramedular se proporciona normalmente mediante vasos nutricios que irrigan el contenido medular y parte de la cortical. Únicamente el tercio externo del hueso cortical recibe su aporte sanguíneo de los tejidos que lo cubren (periostio). El factor más importante en la conducta ante la fractura es el cuidado de las partes blandas y conservar el suministro de sangre a los fragmentos óseos, sin daño al hematoma fracturario.⁽¹³⁾

En muchas fracturas desplazadas de huesos largos la vascularización medular se altera y el aporte vascular dependerá tan solo de las partes blandas adheridas al periostio. La afectación de la vascularización remanente por la intervención quirúrgica en una fractura desplazada se ha relacionado claramente con la falta de la consolidación, por los efectos del despegamiento del periostio y la disección de partes blandas. A medida que la consolidación se produce el sistema medular se reanuda y puede llegar a restablecerse un patrón de vascularización normal.

- **Movilización precoz:** siempre que la osteosíntesis lo permita se debe iniciar la movilización precoz del miembro afectado porque es un estímulo importante para la osteogénesis; el rápido retorno a la actividad disminuye notablemente los efectos negativos que produce la enfermedad

de la fractura y minimiza la atrofia muscular, las adherencias y las anquilosis.

Otras consideraciones: el término osteosíntesis fue utilizado por primera vez por Albin Lambotte, el año de 1907;⁽¹⁴⁾ lo definió como el procedimiento de reducción de la fractura y su fijación con implantes metálicos y describió tres etapas: la exposición de la lesión, la reducción y la fijación temporal de la fractura y la fijación definitiva de la fractura, con sutura de las partes blandas. Por lo anterior, la mención de osteosíntesis abierta o cerrada lleva implícita la reducción. Es natural que en los albores de la osteosíntesis no se manejaran más que principios basados en la intuición personal de los cirujanos, por lo que se obtenían resultados inconstantes. Lo antes mencionado dio lugar a que el tratamiento incruento de las fracturas, preconizado por el Doctor austríaco Lorens Böhler, tomara un lugar preponderante en el abordaje de los pacientes fracturados en aquella época; este autor desarrolló técnicas especiales muy evolucionadas y específicas para tratar prácticamente cualquier tipo de fractura.⁽¹⁵⁾

Es muy importante considerar que una misma fractura puede ser tratada mediante diferentes principios biomecánicos y que cada uno de ellos puede ser cumplido con distintos implantes; es esencial la elección en la osteosíntesis del principio biomecánico y que el implante apropiado que cumpla con éste; por lo que ningún principio biomecánico deberá llevar implícito un implante específico en su nombre, definición u objetivo porque son principios genéricos aplicables a cualquier fractura y a diferentes implantes. Por lo tanto, cualquier implante, de cualquier marca o diseño, aplicado correctamente, cumple con un principio biomecánico.

La biomecánica abarca una gran cantidad de variables, por lo que al hablar de principios biomecánicos en osteosíntesis, se hace referencia, exclusivamente, a los efectos aplicados directamente por el Especialista en Cirugía ortopédica y al funcionamiento de los implantes para el tratamiento de las diferentes fracturas. Los principios biomecánicos de la osteosíntesis son la compresión, la protección, el tirante, el sostén y el tutor, que están determinados por un grupo de elementos básicos, el hueso involucrado, el segmento afectado, la conformación de la fractura, la técnica utilizada y el implante aplicado.

El desarrollo de nuevas técnicas e implantes permite disponer de sistemas menos invasivos para tratar las fracturas, especialmente las más complejas, en las que el resultado obtenido con las técnicas clásicas ha sido hasta ahora insuficiente. Los procedimientos de fijación interna directa requieren abordajes extensos, con la consiguiente alteración de la irrigación ósea. Esta técnica ha sido desarrollada para la utilización de placas específicas; sin embargo, también son placas óseas DCP colocadas a modo de puente, sin necesidad de una instrumentación especial. El diseño de implantes con un contorno anatómico y el uso de técnicas percutáneas permite la realización de intervenciones quirúrgicas más seguras.⁽¹⁶⁾

El enclavado endomedular se mantiene como el patrón de oro para el tratamiento de los casos en que la fractura es más diafisaria; sin embargo, en las fracturas periarticulares distales no se considera una indicación como primera opción a pesar de haberse publicado buenos resultados con su utilización. De forma similar, el uso de fijadores externos en las fracturas de tibia distal se puede asociar a una alta incidencia de complicaciones como la

infección de los pines y su aflojamiento, descritos hasta en el 50% de los casos, o la consolidación viciosa, que llega al 45% de los casos.

Las técnicas percutáneas de osteosíntesis con placa se han introducido en el tratamiento de las fracturas en la tibia. La elección del mejor tratamiento en las fracturas inestables de la tibia proximal o distal con o sin extensión intraarticular es actualmente controvertida. Tradicionalmente ha existido una gran variedad de métodos de manejo descritos, todos con altas tasas de complicaciones. El tratamiento no quirúrgico puede conllevar una rigidez articular hasta en el 40% de los casos, así como el acortamiento y la consolidación viciosa rotacional en el 30% de los casos.^(17,18)

En la tibia proximal la indicación incluso se ha ampliado a las fracturas complejas de meseta tibial, en las que tradicionalmente se ha indicado osteosíntesis mediante reducción abierta (con dos accesos o uno centrado) y aplicación de dos placas; se reportan resultados satisfactorios con la reducción indirecta y la aplicación percutánea de las placas.⁽¹⁹⁾ En la tibia distal la técnica implicaba inicialmente la osteosíntesis con placa de tercio de caña de la fractura del peroné distal y moldeado de una placa DCP para ajustarse a la anatomía de la tibia distal, con la técnica mínimo invasiva la reducción indirecta de la fractura y la colocación de la placa y los tornillos a través de pequeñas incisiones ha revolucionado la conducta y los resultados.⁽²⁰⁾

A pesar de que no se indican frecuentemente, estas técnicas proporcionan al Especialista un método alternativo para la estabilización ósea en fracturas complejas de la tibia. El objetivo final, en cualquier caso, consiste en minimizar la agresión quirúrgica sin reducir la efectividad de la técnica realizada porque incluyen la preservación del hematoma de la fractura, menos trauma quirúrgico para las partes blandas, la reducción del tiempo quirúrgico y, por consiguiente, la disminución del riesgo de infección y, finalmente, el proceso de cicatrización indirecta con callo abundante.

La realización de estas técnicas debe llevarse a cabo por Especialistas experimentados en la osteosíntesis tradicional. No hay que olvidar que, durante la curva de aprendizaje, un procedimiento mini-invasivo puede llegar a requerir una reducción abierta del foco, por lo que el conocimiento profundo de la anatomía del aparato locomotor y de los accesos quirúrgicos tradicionales es imprescindible.

Babst y Khong⁽²¹⁾ resumieron las indicaciones para osteosíntesis mínimo invasiva:

- Fractura Epi-/metafisaria
- Condición inapropiada de las partes blandas
- El enclavado intramedular no es factible, no existe intensificador de imagen o no están disponibles.

En las fracturas de la tibia este tipo de implantes están indicados en lesiones que se presenten en cualquier zona del hueso que abarque desde el extremo proximal, diáfisis y extremo distal. Las indicaciones son las mismas que para la osteosíntesis tradicional con reducción abierta y abordajes amplios; sin embargo, una de las diferencias importantes es que la osteosíntesis con placa mínima invasiva no tiene como objetivo primordial la reducción anatómica o exacta, sino únicamente la correcta alineación de los fragmentos en el eje longitudinal.⁽²²⁾ Se deberá tener cuidado para evitar los defectos rotacionales

hacia medial o lateral y, finalmente, en fracturas multi-fragmentadas es importante evitar el acortamiento.

La planificación de la osteosíntesis es imprescindible para determinar la longitud del implante. Es importante mencionar que no hay ninguna publicación, investigación clínica o libro de texto que mencione que tan largo deberá ser el implante. Algunos sugieren que se localicen los extremos de la fractura, proximal y distal, y a partir de ellos medir al menos dos centímetros para la colocación de los tornillos más proximales a la fractura; se debe tener en cuenta que deberán ser al menos tres tornillos en cada extremo del implante.⁽²³⁾

Se pueden utilizar diversos métodos de reducción, desde el manual hasta el uso de pinzas con puntas para reducción percutánea. Si las condiciones anatómicas del hueso y la fractura lo permiten es muy importante realizar una osteosíntesis balanceada; es decir, que del centro de la fractura hacia los extremos deberá medir la misma distancia de implante. Después de deslizar la placa se debe realizar control radiológico para asegurarse de que las perforaciones óseas y la colocación de los tornillos son adecuadas. Finalmente se suturan las heridas con técnica convencional, sin dejar drenajes, y se cubre la pierna con gasas para proteger las heridas, luego se aplica un vendaje elástico convencional.

El manejo postoperatorio es el mismo que se utiliza en una osteosíntesis tradicional. En caso de fracturas estables con posibilidades de soporte óseo se puede iniciar la descarga de peso desde el principio con carga parcial, que aumenta paulatinamente hasta llegar a la descarga total en un lapso de seis semanas. Si no hay soporte óseo (multi-fragmentación) se deberá esperar hasta ver signos radiológicos de consolidación para poder iniciar la carga de peso.

La osteosíntesis evoluciona teórica y prácticamente a todo lo largo de su utilización, las tendencias en el uso de disecciones grandes para métodos más rígidos de fijación se mueven hacia la osteosíntesis mínima invasiva, pero la adopción clínica universal dependerá de los resultados clínicos observados, por lo que la evaluación de trabajos sobre el tema son necesarios para probar su eficacia.^(24,25) Estos tratamientos mínimo invasivos⁽²³⁾ brindan tasas de unión adecuadas, con escasas complicaciones, así como resultados funcionales bastante buenos.⁽²⁶⁾

Las técnicas de reducción indirecta fueron desarrolladas para evitar mayor lesión de las partes blandas en el sitio de la fractura y de esta manera mejorar las tasas de consolidación de las fracturas. En relación a las semanas de consolidación Bingol y colaboradores⁽²⁷⁾ publicaron un estudio con 30 pacientes tratados mediante técnica mínimo invasiva en los que se obtuvo una consolidación de 19,2 semanas, en el realizado por Zhang⁽²⁸⁾ la consolidación se dio alrededor de las 16,7 semanas y en desarrollado por Andalib y colaboradores se obtuvieron resultados similares y se realizaron análisis de la efectividad del método.⁽²⁹⁾

A pesar del tamaño de la muestra menor en los trabajos consultados y a su diseño retrospectivo los resultados de esta investigación apoyan que el tratamiento de la fractura de tibia mediante la técnica mínimo invasiva tiene un grupo de ventajas: el tiempo quirúrgico es menos, con menos daños a las partes blandas, las incisiones quirúrgicas son más pequeñas, menos dolorosas

y más estéticas, la reducción de la estadía hospitalaria, de las pérdidas de sangre y de la tasa de infecciones, en general la recuperación es más rápida y se reduce el dolor postoperatorio.

La revisión aporta una visión diferente, se considera que la cirugía mínimo invasiva puede ser una alternativa más en el arsenal terapéutico, fundamentalmente en las lesiones fracturarias de la tibia con múltiples fragmentos, aunque se deben considerar sus limitaciones si no se tienen en cuenta los principios de la osteosíntesis. Son necesarios estudios de casos con mayor cantidad de muestras y con períodos de evolución mayor.

CONCLUSIONES

La osteosíntesis mínimo invasiva es un método adecuado de tratamiento para las fracturas tibiales y provee una tasa alta de unión y un buen resultado funcional. Puede ser un tratamiento alternativo si se tienen en cuenta sus indicaciones; esta técnica puede ser reproducible con placas DCP, sin necesidad de una instrumentación especial y, al ser una osteosíntesis biológica que preserva la vascularización y el hematoma fracturario, tiene menos riesgos de complicaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wenger R, Oehme F, Winkler J, Perren SM, Babst R, Beeres FJP. Absolute or relative stability in minimal invasive plate osteosynthesis of simple distal meta or diaphyseal tibia fractures? *Injury* [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];48(6):1217-1223. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28302305/>. <http://doi.org/10.1016/j.injury.2017.03.005>
2. Afzal T, Sharma N, Gupta A. Treatment of Comminuted Long Bone Fractures by Biological Plating. *JK Sci* [Internet]. 2018 [citado 12/11/2020];20(1):44-48. Disponible en: <http://www.jkscience.org/archives/volume201/10-Original%20Article.pdf>
3. Hernández Vaquero D, Fernández Fairen M, Torres Pérez A, Santamaría A. Cirugía de mínima invasión frente a cirugía convencional. Una aproximación desde la evidencia científica. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol* [Internet]. 2012 [citado 12/11/2020];56(6):444-58. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-espanola-cirurgia-ortopedica-traumatologia-129-articulo-cirurgia-minima-invasion-frente-cirurgia-S1888441512001075>. <http://dx.doi.org/10.1016/j.recot.2012.07.006>
4. Schell H, Duda GN, Peters A, Tsitsilonis S, Johnson KA, Schmidt-Bleek K. The haematoma and its role in bone healing. *J Exp Orthop* [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];4:5. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5296258/>. <http://dx.doi.org/10.1186/s40634-017-0079-3>
5. Sreejith Thampy J, Nagakumar JS, Manohar PV, Pammi Karthik R. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) in distal tibia fractures- retrospective functional and radiological outcome analysis among rural population. *Int J Orthop Sci* [Internet]. 2018 [citado 12/11/2020];4(2):596-600. Disponible en: <https://www.orthopaper.com/archives/2018/vol4issue2/PartI/4-2-76-715.pdf>. <https://doi.org/10.22271/ortho.2018.v4.i2i.89>

6. Chandrakant Supe A, Vinayak Kinge K, Martand Badole C, Wandile KN, Patond KR. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis in distal tibial fracture: A series of 32 cases. *Int J Orthop Sci* [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];2(1):06-09. Disponible en: <https://www.orthopaper.com/archives/2016/vol2issue1/PartA/1-4-17.pdf>
7. Bemelman M, van Baal M, Yuan JZ, Leenen L. The Role of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in Rib Fixation: A Review. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];49(1):1-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4757390/>. <https://dx.doi.org/10.5090/kjtcs.2016.49.1.1>
8. Bhat R, Wani MM, Rashid S, Akhter N. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for closed distal tibial fractures: a consecutive study based on 25 patients. *Eur J Orthop Surg Traumatol* [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];25(3):563-568. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25238896/>. <https://doi.org/10.1007/s00590-014-1539-4>
9. Asimuddin M, Kulkarni M. A clinical study of minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of proximal tibial fractures using locking compression plate. *Int J Orthop Sci* [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];3(1):740-746. Disponible en: <https://www.orthopaper.com/archives/?year=2017&vol=3&issue=1&ArticleId=275>. <https://doi.org/10.22271/ortho.2017.v3.i1k.109>
10. Wajnsztein A, Santos Pires RE, Godoy Dos Santos AL, Labronici PJ, Alvachian Fernandes HJ, Ferretti M. Minimally invasive posteromedial percutaneous plate osteosynthesis for diaphyseal tibial fractures: technique description. *Injury* [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];48(Suppl 4):S6-S9. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29145970/>. [https://doi.org/10.1016/s0020-1383\(17\)30768-4](https://doi.org/10.1016/s0020-1383(17)30768-4)
11. Schwarz O, Majerniček M, Chomiak J. Treatment of Fractures of the Distal Third of Tibia Diaphysis by MIPO Technique. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* [Internet]. 2020 [citado 12/11/2020];87(2):114-119. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32396512/>
12. Li A, Wei Z, Ding H, Tang H, Liu Y, Shi J, et al. Minimally invasive percutaneous plates versus conventional fixation techniques for distal tibial fractures: A meta-analysis. *Int J Surg* [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];38:52-60. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27993719/>. <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2016.12.028>
13. Pawar KA, Panjwani TR, Panase JB, Sancheti PK. Management of Comminuted Fractures of Lower Extremity with Minimally Invasive Plate Osteosynthesis. *J Evol Med Dent Sci* [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];4(61):10687-10696. Disponible en: https://jemds.com/latest-articles.php?at_id=8550. <https://doi.org/10.14260/jemds/2015/1541>
14. Jeannet JP. Osteosynthesis Explained. En: Jeannet JP. *Leading a Surgical Revolution* [Internet]. Cham: Springer Nature Switzerland AG; 2019 [citado 12/11/2020]. p. 11-13. Disponible en: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-01980-8>
15. Ramos Maza E, García Estrada F, Domínguez Barrios C, Chávez Covarrubias G, Meza Reyes G, Buffo Sequeira I. Principios biomecánicos para la osteosíntesis, revolución. *Acta Ortop Mex* [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];30(S1):S1-S8. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2016/ors161a.pdf>
16. Yañez Arauz JM, Arzac Ulla IR, Del Vecchio J, Eksarho A, Civetta L, Pérez Davila R. Osteosíntesis mini-invasiva con placas bloqueadas en fracturas metafisarias distales de tibia. Resultados clínico-funcionales. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];80(3):185-195. Disponible en:

- <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5707771>.
<https://doi.org/10.15417/341>
17. Babst R, Bavonratanavech S, Pesantez R. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO). 2nd ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2012.
 18. Choudhari P, Baxi M. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis: A Review. Indian J Orthop Surg [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];2(2):194-198. Disponible en: <https://www.ijos.co.in/journal-article-file/2022>
 19. Thapa UJ, Sapkota K, Wahegaonkar K, Ranjeet N, Thapa P, Onta PR. Minimally invasive plate osteosynthesis with locking compression plate for proximal and distal diaphyseal tibial fracture. Asian J Med Sci [Internet]. 2018 [citado 12/11/2020];9(6):76-83. Disponible en: <https://www.nepjol.info/index.php/AJMS/article/view/20584>.
<https://doi.org/10.3126/ajms.v9i6.20584>
 20. Kim KJ, Lee SK, Yang HY, Choy WS. Postoperative Complications of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) for Distal Tibial Metaphyseal Fractures. Int J Bio-Science Bio-Technology [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];8(4):133-138. Disponible en: https://gvpress.com/journals/IJBSBT/vol8_no4/15.pdf.
<https://dx.doi.org/10.14257/ijbsbt.2016.8.4.15>
 21. Babst R, Khong KS. Minimally invasive surgery. En: Rüedi TP, Buckley RE, Moran CG, eds. AO Principles of Fracture Management. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2007. p. 199-212.
 22. Gülabi D, Bekler Hİ, Sağlam F, Taşdemir Z, Çeçen GS, Elmalı N. Surgical treatment of distal tibia fractures: open versus MIPO. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];22(1):52-7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27135079/>.
<https://doi.org/10.5505/tjtes.2015.82026>
 23. Vidović D, Matejčić A, Ivica M, Jurišić D, Elabjer E, Bakota B. Minimally-invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: Results and complications. Injury [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];46(Suppl 6):S96-S99. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26584733/>.
<https://doi.org/10.1016/j.injury.2015.10.067>
 24. Yang KH, Won Y, Kang DH, Oh JC, Kim SJ. Role of appositional screw fixation in minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial fracture. J Orthop Trauma [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];29(9):e331-5. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25898791/>.
<https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000341>
 25. Toogood P, Huang A, Siebuhr K, Miclau T. Minimally invasive plate osteosynthesis versus conventional open insertion techniques for osteosynthesis. Injury [Internet]. 2018 [citado 12/11/2020];49(Suppl 1):S19-S23. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29929686/>. [https://doi.org/10.1016/S0020-1383\(18\)30297-3](https://doi.org/10.1016/S0020-1383(18)30297-3)
 26. Gupta P, Tiwari A, Thora A, Gandhi JK, Jog VP. Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) for Proximal and Distal Fractures of The Tibia: A Biological Approach. Malays Orthop J [Internet]. 2016 [citado 12/11/2020];10(1):29-37. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5333700/>.
<https://doi.org/10.5704/moj.1603.006>
 27. Bingol I, Yalcin N, Bicici V, Tulunay T, Yuksel K, Kilicarslan K. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis does not increase complication rates in extra-articular distal tibial fractures. Open Orthop J [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];9:73-77. Disponible en: <https://openorthopaedicsjournal.com/VOLUME/9/PAGE/73/>.
<https://doi.org/10.2174/1874325001509010073>

28. Zhang J, Ebraheim NA, Li M, He X, Liu J, Zhu L, et al. External Fixation Using a Locking Plate: A Reliable Way in Treating Distal Tibial Fractures. J Orthop Trauma [Internet]. 2015 [citado 12/11/2020];29(11): e454-8. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26492454/>.
<https://doi.org/10.1097/bot.0000000000000377>
29. Andalib A, Sheikhabaei E, Andalib Z, Tahririan MA. Effectiveness of Minimally Invasive Plate Osteosynthesis (MIPO) on Comminuted Tibial or Femoral Fractures. Arch Bone Jt Surg [Internet]. 2017 [citado 12/11/2020];5(5):290-295. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5712394/>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declararan no tener conflicto de intereses.