

ORIGINAL

Clavos endomedulares vs. placas para el tratamiento de las fracturas de la tibia distal: comparación clínica y radiológica

Carlos Eduardo Afanador Bayona^{a,*}, Álvaro Villa Vélez^b, Carlos Augusto Rodríguez Mora^c, José Luis Moore Velásquez^c, Luis Hernando Atehortúa^c y Andrés Eduardo Toro Montoya^d

^aMédico, residente de Ortopedia y Traumatología, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

^bMédico ortopedista y traumatólogo. Jefe del Servicio de Ortopedia y Traumatología, Clínica Universitaria Bolivariana, Medellín, Colombia

^cMédico ortopedista y traumatólogo, Clínica Universitaria Bolivariana, Medellín, Colombia

^dMédico general, Facultad de Medicina, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia

Recibido el 20 de noviembre de 2012; aceptado el 17 de mayo de 2013

PALABRAS CLAVE

Fracturas de la tibia;
Fijación intramedular
de las fracturas;
Placas óseas;
Fijación interna
de las fracturas

Nivel de evidencia: IV

Resumen

Introducción: El manejo quirúrgico de las fracturas distales de la tibia es controvertido; los resultados de los estudios no muestran superioridad de una técnica sobre la otra. Los objetivos de esta investigación fueron comparar los resultados clínicos, radiológicos y funcionales de los pacientes manejados con clavos endomedulares y placas.

Materiales y métodos: Se realizó un estudio cuasi experimental en 25 pacientes con fracturas de la tibia distal ocurridas entre abril de 2009 y marzo de 2011. Se documentó la presencia de consolidación clínica y radiológica de las fracturas, y se aplicó la escala funcional IOWA. Además, se tuvo en cuenta la duración de las cirugías, la estancia hospitalaria y el tiempo entre el ingreso y la cirugía definitiva.

Resultados: Todas las fracturas consolidaron al final del seguimiento. La consolidación clínica y radiológica no mostró diferencias entre los 2 grupos de tratamiento. Los resultados funcionales fueron excelentes en ambos grupos. Aunque no fueron estadísticamente significativos, la duración de las cirugías, la estancia hospitalaria y el tiempo transcurrido entre el ingreso hospitalario y la fijación definitiva fueron menores en los pacientes tratados con clavos endomedulares.

Discusión: La consolidación clínica y radiológica y los resultados funcionales fueron similares en los 2 grupos. No se puede concluir la superioridad de un método sobre otro, pero se sugiere que la elección se haga con base en la experiencia y preferencia del cirujano.

© 2012 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: carafan10@yahoo.com (C.E. Afanador Bayona).

KEYWORDS

Tibial fractures;
Fracture fixation,
intramedullary;
Bone plates;
Fracture fixation,
internal

Evidence level: IV

Intramedullary nailing vs. plate osteosynthesis for the management of tibial distal fractures: Clinical and radiological comparison

Abstract

Introduction: The surgical treatment of distal fractures of the tibia is controversial, with several studies showing no superiority of one technique over the other. The research objectives were to compare the clinical, radiological and functional results of patients managed with intramedullary nail and plate osteosynthesis for distal tibial fractures.

Materials and methods: A quasi-experimental study was conducted on 25 patients with distal tibial fractures that occurred between April 2009 and March 2011. A record was made of presence of clinical and radiological consolidation of fractures, in addition to the application of the functional scale (IOWA). The duration of surgery, hospital stay, time between admission and definitive surgery was also recorded.

Results: All fractures healed at similar follow-up times. There was no difference in the clinical and radiological consolidation between osteosynthesis groups. Functional results were excellent in both groups. Although not statistically significant, the duration of surgery, hospital stay and the time between hospital admissions until the final assessment favored the intramedullary nail.

Discussion: Consolidating clinical, radiological and functional outcomes were similar between groups. The superiority of one method over another cannot be concluded, but it is suggested that the choice should be made based on experience and preference of the surgeon.

© 2012 Sociedad Colombiana de Ortopedia y Traumatología. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

El manejo de las fracturas de la tibia distal implica una mayor dificultad en la técnica quirúrgica cuando se compara con las de la diáfisis. Además, el mecanismo del trauma y el pronóstico cambian cuando se compromete la superficie articular¹.

Tradicionalmente, la fijación con placas de las fracturas distales de la tibia implicaba una disección amplia de los tejidos blandos y, por lo tanto, una mayor incidencia de problemas en la herida quirúrgica, y trastornos en la consolidación²⁻⁵. Sin embargo, existen reportes de resultados óptimos en el manejo de estas fracturas mediante técnicas de mínima invasión con mayor protección y respeto de los tejidos blandos, disminuyendo el trauma quirúrgico y permitiendo un ambiente favorable para la consolidación ósea⁶⁻¹⁸.

El enclavamiento endomedular es considerado en la actualidad como el estándar de oro en el manejo quirúrgico de las fracturas diafisarias de la tibia¹⁹⁻²¹; sin embargo, las fracturas distales son difíciles de controlar con este dispositivo dado el mayor diámetro del canal medular. Existen reportes sobre el manejo de fracturas de tibia distal únicamente con clavos endomedulares, que muestran buenos resultados en cuanto a consolidación, alineación y función de los pacientes, por lo cual se considera como un método confiable y seguro, a pesar de ser técnicamente demandante²²⁻²⁹. De los estudios que comparan ambas opciones de manejo en las fracturas de la tibia distal³⁰⁻³³, solo uno cumple las características de ser aleatorizado y prospectivo³⁴; el manejo ideal continúa siendo controvertido³⁵.

El objetivo del presente estudio fue comparar los resultados clínicos y radiológicos de 2 métodos de fijación —los clavos endomedulares y las placas— para las fracturas de la tibia distal.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio cuasi experimental con un total de 25 pacientes que presentaron fracturas de la tibia distal tipo 43A de la Orthopaedic Trauma Association Classification. Los pacientes acudieron consecutivamente entre abril de 2009 y marzo de 2011. Todos los procedimientos quirúrgicos y los seguimientos fueron realizados por cirujanos ortopedistas de la Clínica Universitaria Bolivariana, institución de tercer nivel de atención en salud en la ciudad de Medellín (Colombia). Se utilizaron las placas anatómicas para tibia distal o los clavos endomedulares bloqueados de tibia, de acuerdo con la preferencia de los cirujanos tratantes. Se excluyeron los pacientes con fisis abiertas, extensión articular del trazo de fractura, fracturas ipsilaterales de la diáfisis de la tibia o en la metáfisis proximal, lesiones asociadas en la rodilla y fracturas patológicas o por estrés.

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la institución y con la autorización del paciente a través del consentimiento informado, cumpliendo así con lo establecido en las normas técnicas y administrativas para investigación incluidas en la Resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia.

Se definió la consolidación clínica como la ausencia de dolor a la palpación del foco de fractura o con el apoyo de la extremidad, y la consolidación radiográfica como la desaparición completa de la línea de fractura en las proyecciones evaluadas durante los seguimientos (radiografías anteroposterior y lateral de la pierna correspondiente). Los pacientes fueron valorados clínica y radiográficamente cada 2 meses hasta alcanzar la consolidación radiográfica.

Los resultados funcionales fueron obtenidos con la aplicación de la escala IOWA para la evaluación del tobillo; los resultados se clasificaron en normal (100 puntos), excelente (90-99 puntos), bueno (80-89 puntos) y favorable (70-79 puntos)³⁶.

La recolección de las demás variables analizadas en el estudio se efectuó por medio de la revisión de historias clínicas; este proceso fue realizado por 2 personas previamente capacitadas. Se construyó la base de datos a partir de la información recolectada y antes del procesamiento de la información se llevó a cabo una revisión detallada de los datos disponibles con el fin de detectar posibles errores e incongruencias en el ingreso de la información. En algunos casos, se revisaron nuevamente las historias clínicas para corroborar o verificar los datos.

La descripción de las variables cualitativas se realizó mediante frecuencias absolutas y relativas. Para las variables cuantitativas, se usó la mediana y el rango intercuartílico (RI) debido a la distribución de los datos. Para la comparación de las variables cuantitativas según el tipo de manejo quirúrgico, se utilizó la prueba U de Mann-Whitney, por la violación de los supuestos de normalidad y homocedasticidad, y por el pequeño tamaño de la muestra estudiada. Las curvas de sobrevida fueron estimadas por el método actuarial y fueron comparadas mediante la prueba de Wilcoxon. Los eventos de interés evaluados fueron la consolidación clínica y la consolidación radiológica (datos no censurados). Las pérdidas en el seguimiento fueron consideradas como datos censurados. Todos los análisis fueron llevados a cabo en el programa SPSS versión 18 (SPSS Inc, Chicago, IL).

Resultados

Se incluyeron en total 25 pacientes con fractura de la tibia distal tipo 43A de la Orthopaedic Trauma Association Classification. Las fracturas se presentaron principalmente en pacientes jóvenes (30 a 50 años), y estuvieron frecuentemente relacionadas con accidentes de tránsito; la gran mayoría de los casos tuvo fracturas asociadas del peroné. En la tabla 1 se muestran las características demográficas y clínicas de acuerdo con el método de fijación.

Tabla 1 Características demográficas y clínicas basales según el método de fijación

Características de los pacientes	Clavos (n = 12)	Placas (n = 13)
<i>Sexo (hombre/ mujer)</i>	9/ 3	8/ 5
<i>Edad (años)</i>		
Mediana (rango intercuartílico)	38,5 (30,5-47,0)	34,0 (30,0-50,0)
<i>Pierna comprometida (izquierda/ derecha)</i>	8/ 4	9/ 4
<i>Tipo de fractura (abierta/ cerrada)</i>	3/ 9	1/ 12
<i>Fractura asociada de peroné</i>	12	12
<i>Mecanismos de trauma:</i>		
Accidente de tránsito	6	6
Caída de altura	5	3
Actividad deportiva	0	1
Otro	1	2

Cerca de la totalidad de los pacientes manejados con placas (12/ 13) requirieron adicionalmente la estabilización de la fractura del peroné, a diferencia de aquellos que fueron tratados con clavos endomedulares (1/ 12).

Del total de pacientes (n = 25), la información sobre la presencia de comorbilidades estuvo disponible en 18 individuos. De estos, 6 (33%) presentaron algún tipo de comorbilidad: diabetes mellitus (n = 2), dislipidemia (n = 2), hipotiroidismo (n = 1) y poliomielitis (n = 1).

Hubo 4 pacientes con fracturas abiertas Gustilo Anderson 3A: 3 en el grupo tratado con clavos endomedulares y 1 en el grupo tratado con placas. Este último presentó un retardo en la consolidación que necesitó la aplicación de injerto óseo. Los demás pacientes no presentaron ningún evento adverso durante su evolución.

Se presentaron complicaciones en 8 pacientes (32%). La más frecuente fue la infección del sitio operatorio en 5 casos, 4 de los cuales ocurrieron en el grupo de osteosíntesis con placa. Ninguno de ellos requirió realizar procedimientos adicionales a los lavados quirúrgicos y antibióticos sistémicos ni retirar el material. La segunda complicación más frecuente fue el retardo en la consolidación, con 2 casos distribuidos por igual entre los grupos. Solo el paciente que fue manejado con placa requirió la aplicación de injerto óseo. Finalmente, hubo falla del material en un individuo manejado con osteosíntesis con placa, que no alteró la estabilidad del implante.

El tiempo transcurrido desde el ingreso hospitalario hasta la cirugía definitiva fue menor en el grupo tratado con clavos endomedulares (mediana: 3 días; RI: 2,0-6,5) comparado con la fijación con placas (mediana: 5 días; RI: 3,0-9,0). Sin embargo, este resultado no fue estadísticamente significativo (p = 0,26).

La estancia hospitalaria fue similar en ambos grupos de tratamiento: clavos endomedulares (mediana: 2 días; RI: 2,0-2,5) y placas (mediana: 2 días; RI: 2,0-6,0) (p = 0,38).

Si se considera un resultado estadísticamente significativo, la cirugía de los pacientes intervenidos con clavos endomedulares fue realizada más rápidamente (mediana: 60 min; RI: 57,5-80,0) que la fijación con placas (mediana: 75 min; RI: 55-100) (p = 0,30).

Se encontraron pérdidas en el seguimiento de los pacientes. Dos pacientes del grupo de fijación con placas no tuvieron datos sobre la consolidación clínica y radiológica de la fractura, mientras que un paciente que recibió fijación con clavo endomedular, en quien se había evidenciado la consolidación clínica, no completó el seguimiento para documentar la consolidación radiológica. En ninguno de estos casos fue posible la localización de los pacientes para el cumplimiento de los controles establecidos en el protocolo inicial.

Quando se evaluó el tiempo de consolidación clínica de la fractura, con independencia del tipo de fijación realizada, se observó que el 50% de los pacientes obtuvo la consolidación 4 meses después de la cirugía (fig. 1). El 50% de los pacientes obtuvo la consolidación radiológica de la fractura después de 6 meses del posquirúrgico, con independencia del tipo de fijación (fig. 2).

El tiempo de consolidación clínica fue similar en ambos grupos de tratamiento (p = 0,27). El 50% de las fracturas en ambos grupos de pacientes ya había consolidado a los 4 meses (fig. 3). A su vez, cuando se comparó el tiempo de

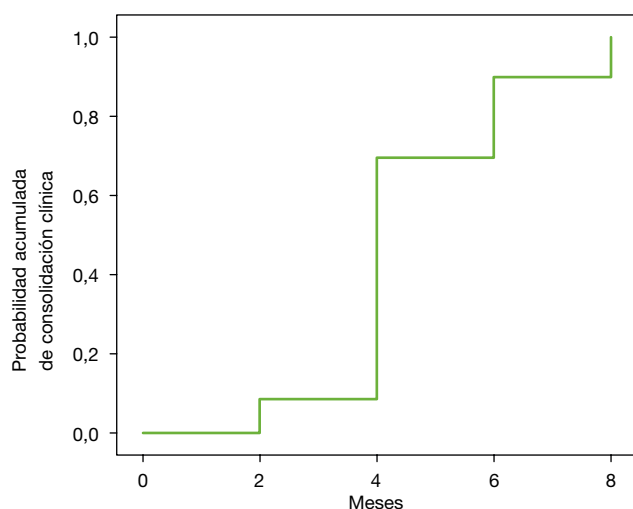


Figura 1 Consolidación clínica de las fracturas de tibia distal en toda la muestra.

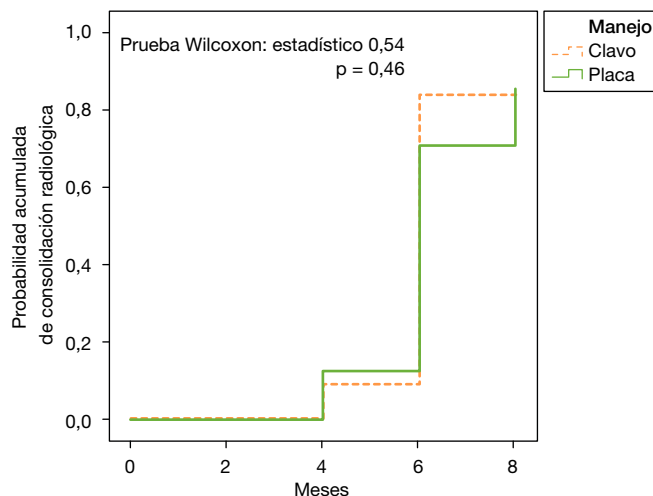


Figura 4 Consolidación radiológica de las fracturas de tibia distal según el tipo de cirugía.

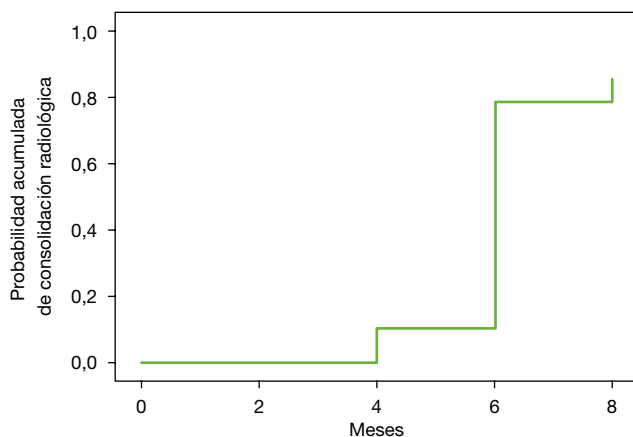


Figura 2 Consolidación radiológica de las fracturas de tibia distal en toda la muestra.

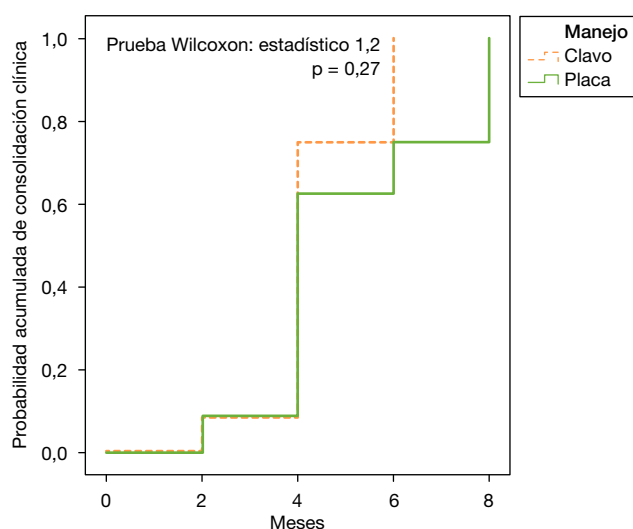


Figura 3 Consolidación clínica de las fracturas de tibia distal según el tipo de cirugía.

consolidación radiológica según el método de fijación no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0,46$). A los 6 meses de seguimiento, se observó consolidación radiológica en el 50% de los pacientes en ambos grupos (fig. 4).

El análisis funcional de los pacientes se realizó con la aplicación de la escala IOWA para la evaluación del tobillo, al cumplir un periodo mínimo de 6 meses de realizado el procedimiento. Hubo pérdida del seguimiento en 7 pacientes (28%) con ausencia de los datos correspondientes a la valoración funcional, de los cuales 5 recibieron manejo con placas y 2, con clavos endomedulares. Esta escala mostró resultados excelentes en ambos grupos de manejo: fijación endomedular (mediana: 93 puntos; RI: 85-96) y estabilización con placas (mediana: 91 puntos; RI: 79,5-94,5) ($p = 0,66$) (tabla 2).

Tabla 2 Puntajes obtenidos a través del sistema de calificación para la evaluación del tobillo IOWA

	Clavos (n = 10)	Placas (n = 8)	Valor p*
<i>Funcionalidad</i>			
Mediana (RI)	39 (37-40)	36 (33-39)	0,14
Rango	14-40	20-39	
<i>Ausencia de dolor</i>			
Mediana (RI)	40 (30-40)	40(30-40)	0,92
Rango	0-40	20-40	
<i>Marcha</i>			
Mediana (RI)	10 (10-10)	9 (8-10)	0,16
Rango	8-10	2-10	
<i>Rango de movimiento</i>			
Mediana (RI)	6,5 (6-8)	9,5 (7,5-10)	0,11
Rango	6-10	4-10	
<i>IOWA global</i>			
Mediana(RI)	93 (85-96)	91 (79,5-94,5)	0,66
Rango	28-99	62-97	

*Prueba U de Mann-Whitney.

Discusión

No existe claridad en la literatura sobre la superioridad de un método de fijación para las fracturas de la tibia distal, con resultados que son variables pero con el denominador común de favorecer su consolidación. Nuestro objetivo fue evaluar los resultados del manejo con 2 opciones de fijación en estos pacientes.

En nuestro estudio, el tiempo de consolidación radiológica de las fracturas no mostró diferencias significativas según el método de fijación empleado. De igual manera, el estudio retrospectivo publicado por Janssen et al.³³ en 2007 con 24 pacientes tampoco encontró diferencias significativas ($p = 0,44$) entre la fijación con clavos endomedulares (media: 19 semanas; rango: 14-32) y con placas (media: 21 semanas; rango: 13-28). Otro estudio publicado en 2010 por Guo et al.³⁴, aleatorizado y prospectivo, con mayor número de pacientes ($n = 85$) mostró que los tiempos de consolidación fueron similares en los grupos, con clavos endomedulares (media: 17,7 semanas; intervalo de confianza [IC] 95% 16,7-18,6) y con placas (media: 17,6 semanas; IC 95% 16,9-18,3) ($p \leq 0,05$). Por último, Yang et al.³¹ en 2006, con 27 pacientes, fueron los únicos que encontraron una consolidación más temprana con clavos endomedulares (media: 22,6 semanas; desviación estándar: 4,3) comparado con la fijación con placas (media: 27,8 semanas; desviación estándar: 7,6) ($p = 0,037$). Aunque reportamos nuestros resultados en meses de consolidación, a diferencia de los demás que lo hicieron en semanas, no existen márgenes amplios al realizar la comparación entre estos.

En la evaluación se incluyeron los tiempos de consolidación clínica, variable que consideramos importante en la progresión de la consolidación de las fracturas, y que no fue reportada en los estudios publicados previamente. Al comparar los tiempos de consolidación clínica según el manejo (clavos vs. placas), se observó que la desaparición completa del dolor a la palpación en el foco de fractura y con el apoyo de la extremidad ocurrió en periodos similares ($p = 0,27$), consideración importante para el entendimiento del proceso de consolidación normal, la comprensión de la persistencia del dolor sin que ello implique la presencia de complicaciones y el establecimiento de programas de rehabilitación adecuados.

Los resultados funcionales mediante la aplicación de la escala IOWA fueron excelentes en ambos grupos. En el artículo publicado por Yang et al. en 2006 se utiliza la misma escala funcional; encontraron que solo 5/14 pacientes (35,7%) con clavos endomedulares y 5/13 pacientes (38,5%) con placas tuvieron resultados excelentes. Sin embargo, en nuestro caso, se presentaron pérdidas en el seguimiento en 7/25 pacientes (28%), distribuidos heterogéneamente entre los grupos (5 en el grupo de manejo con placas y 2 en el grupo de fijación con clavos endomedulares). Asimismo, Guo et al.³⁴, en su estudio aleatorizado y prospectivo publicado en 2010, aunque utilizan una herramienta diferente, la escala AOFAS, para la valoración funcional de los 85 pacientes incluidos en su artículo, muestran resultados parecidos al comparar los clavos endomedulares (media: 86,1 puntos; IC 95% 83,7-88,6) con las placas (media: 83,9 puntos; IC 95% 81,7-86,1). La escala AOFAS incluye las características del dolor, apariencia, capacidades

funcionales, valoración radiológica y función, distribuidas como 50 puntos objetivos y 50 subjetivos, a diferencia de la escala IOWA que solo incluye 10 puntos objetivos, correspondientes a la medición del rango de movilidad del tobillo, y los 90 restantes corresponden a la función, el dolor y la marcha. Independientemente de la escala funcional utilizada en los estudios publicados, todos reflejan que la evolución de los pacientes en el periodo posoperatorio es de pronóstico favorable con cualquiera de los métodos de fijación utilizados.

Solo un estudio evaluó el tiempo de estancia hospitalaria de los pacientes con fracturas distales de la tibia, y fue el realizado por Yang et al.³¹ en 2006. En este trabajo se encontraron resultados similares entre los grupos ($p = 0,958$). Nuestros resultados tampoco fueron estadísticamente significativos, pero se evaluaron 2 parámetros relacionados: 1) el tiempo entre el ingreso y la cirugía definitiva —que mostró una tendencia a que se opere más tempranamente a los pacientes con clavos endomedulares, posiblemente relacionado con la importancia de la adecuada condición de los tejidos blandos cuando se elige la osteosíntesis con placas, lo cual conlleva un tiempo de recuperación más prolongado antes de la cirugía— y 2) la estancia hospitalaria —que fue similar en los 2 grupos, teniendo en cuenta que algunos pacientes fueron hospitalizados en el posoperatorio después de ser citados ambulatoriamente a cirugía—. Con estas consideraciones, la suma de estos resultados es similar a lo reportado por Yang et al.

Acerca de la duración del procedimiento quirúrgico, aunque en nuestro caso no fue estadísticamente significativo, la cirugía de fijación con clavos endomedulares tendió a ser más rápida, similar a lo publicado por Guo et al.³⁴ en 2010, quienes encontraron resultados significativos favoreciendo a los clavos endomedulares (media: 81,2 minutos; IC 95% 77,7-84,7) sobre las placas (media: 97,9 minutos; IC 95% 94,8-101,0) ($p = 0,001$).

Una de las principales limitantes del presente trabajo fue el número reducido de pacientes incluidos; a pesar de los 2 años de duración del estudio, solo fue posible la recolección de 25 pacientes que acudieron de forma espontánea a la institución. Sin embargo, resulta similar a lo presentado en estudios publicados previamente en la literatura ortopédica y que han sido utilizados como referencia para evaluar el comportamiento clínico de los pacientes con ambos métodos de fijación. Los estudios que incluyen un mayor número de pacientes se caracterizan por proponer tiempos de recolección y ejecución más prolongados o revisiones sistemáticas de la literatura³⁵, favoreciendo de esta manera la obtención de una muestra más grande.

Durante la realización del presente estudio se presentaron algunas pérdidas en el seguimiento, lo cual refleja la realidad que viven muchas instituciones en nuestra ciudad como consecuencia del sistema de salud, que no garantiza la continuidad del manejo posoperatorio por parte del médico tratante y la institución correspondiente. Sin embargo, estas pérdidas ocurrieron principalmente en la valoración funcional de los pacientes, que a su vez corresponde a una de las variables secundarias del estudio, a diferencia de la consolidación clínica y radiológica que fue nuestro principal objetivo. Para el análisis de las demás variables, se contó con los datos completos de cada uno de los pacientes.

Conclusión

Nuestros resultados muestran que ambas opciones de manejo son completamente válidas en pacientes con fracturas de la tibia distal, alcanzando la consolidación en todos los casos; sin embargo, no permiten establecer la superioridad de un método de fijación sobre otro, por las limitaciones propias del diseño del estudio. Teniendo esto en cuenta, y aunque los tiempos de consolidación clínica y radiológica y los resultados funcionales fueron muy similares en ambos grupos, sí hubo una tendencia (que no fue estadísticamente significativa) a favor de los clavos endomedulares, los cuales presentaron un menor tiempo quirúrgico y una menor estancia hospitalaria de los pacientes. Finalmente, se sugiere que la elección del método de fijación debe estar basada en la experiencia y preferencia del cirujano tratante.

Bibliografía

- Bedi A, Le TT, Karunakar MA. Surgical treatment of nonarticular distal tibia fractures. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14:406-16.
- Fisher WD, Hamblen DL. Problems and pitfalls of compression fixation of long bone fractures: a review of results and complications. *Injury.* 1978;10:99-107.
- McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ, Schwartz HS. Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 1992;6:195-200.
- Olerud S, Karlström G. Tibial fractures treated by AO compression osteosynthesis: experiences from a five year material. *Acta Orthop Scand Suppl.* 1972;140:1-104.
- Rüedi T. Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint: results 9 years after open reduction and internal fixation. *Injury.* 1973;5:130-4.
- Collinge C, Sanders R, DiPasquale T. Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;69:77.
- Francois J, Vandeputte G, Verheyden F, Nelen G. Percutaneous plate fixation of fractures of the distal tibia. *Acta Orthop Belg.* 2004;70:148-54.
- Bahari S, Lenehan B, Khan H, McElwain JP. Minimally invasive percutaneous plate fixation of distal tibia fractures. *Acta Orthop Belg.* 2007;73:635-40.
- Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J. Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fractures of the distal tibia--results in 20 patients. *Injury.* 2006;37:877-87.
- Collinge C, Protzman R. Outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis for metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24:24-9.
- Collinge C, Kuper M, Larson K, Protzman R. Minimally invasive plating of high-energy metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21:355-61.
- Ehlinger M, Adam P, Bonnomet F. Minimally invasive locking screw plate fixation of non-articular proximal and distal tibia fractures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2010;96:800-9.
- Gupta RK, Rohilla RK, Sangwan K, Singh V, Walia S. Locking plate fixation in distal metaphyseal tibial fractures: series of 79 patients. *Int Orthop.* 2010;34:1285-90.
- Ronga M, Longo UG, Maffulli N. Minimally invasive locked plating of distal tibia fractures is safe and effective. *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468:975-82.
- Hasenboehler E, Rikli D, Babst R. Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients. *Injury.* 2007;38:365-70.
- Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, Höntzsch D, Engartner C, Weise K. Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and minimally invasive plating. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2005;125:87-94.
- Pedfern DJ, Syed SJ, Davies SJ. Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury.* 2004;35:615-20.
- Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli J Jr. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury.* 1997;28 Suppl 1:A42-7.
- Blachut PA, O'Brien RJ, Meek RN, Broekhuysen HM. Interlocking intramedullary nailing with and without reaming for the treatment of closed fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:640-6.
- Finkemeier CG, Schmidt AH, Kyle RF, Templeman DC, Varecka TF. A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft. *J Orthop Trauma.* 2000;14:187-93.
- Keating JF, O'Brien RJ, Blachut PA, Meek RN, Broekhuysen HM. Locking intramedullary nailing with and without reaming for open fractures of the tibial shaft. A prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1997;79:334-41.
- Fan CY, Chiang CC, Chuang TY, Chiu FY, Chen TH. Interlocking nails for displaced metaphyseal fractures of the distal tibia. *Injury.* 2005;36:669-74.
- Nork SE, Schwartz AK, Agel J, Holt SK, Schrick JL, Winkquist RA. Intramedullary nailing of distal metaphyseal tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87:1213-21.
- Dogra AS, Ruiz AL, Thompson NS, Nolan PC. Dia-metaphyseal distal tibial fractures-treatment with a shortened intramedullary nail: a review of 15 cases. *Injury.* 2000;31:799-804.
- Tyllianakis M, Megas P, Giannikas D, Lambiris E. Interlocking intramedullary nailing in distal tibial fractures. *Orthopedics.* 2000;23:805-8.
- Mohammed A, Saravanan R, Zammit J, King R. Intramedullary tibial nailing in distal third tibial fractures: distal locking screws and fracture non-union. *Int Orthop.* 2008;32:547-9.
- Megas P, Zouboulis P, Papadopoulos AX, Karageorgos A, Lambiris E. Distal tibial fractures and non-unions treated with shortened intramedullary nail. *Int Orthop.* 2003;27:348-51.
- Obrensky WT, Medina M. Comparison of intramedullary nailing of distal third tibial shaft fractures: before and after traumatologists. *Orthopedics.* 2004;27:1180-4.
- Russell GV Jr, Pearsall AW 4th. Intramedullary nailing of distal tibial fractures: a technique to prevent malalignment. *Orthopedics.* 2003;26:183-5.
- Im GI, Tae SK. Distal metaphyseal fractures of tibia: a prospective randomized trial of closed reduction and intramedullary nail versus open reduction and plate and screws fixation. *J Trauma.* 2005;59:1219-23.
- Yang SW, Tzeng HM, Chou YJ, Teng HP, Liu HH, Wong CY. Treatment of distal tibial metaphyseal fractures: Plating versus shortened intramedullary nailing. *Injury.* 2006;37:531-5.
- Hoening M, Gao F, Kinder J, Zhang LQ, Collinge C, Merk BR. Extra-articular distal tibia fractures: a mechanical evaluation of 4 different treatment methods. *J Orthop Trauma.* 2010;24:30-5.
- Janssen KW, Biert J, van Kampen A. Treatment of distal tibial fractures: plate versus nail: a retrospective outcome analysis of matched pairs of patients. *Int Orthop.* 2007;31:709-14.
- Guo JJ, Tang N, Yang HL, Tang TS. A prospective, randomised trial comparing closed intramedullary nailing with percutaneous plating in the treatment of distal metaphyseal fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92:984-8.
- Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval KJ, Zlowodzki M. Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures. *J Orthop Trauma.* 2006;20:76-9.
- Merchant TC, Dietz FR. Long-term follow-up after fractures of the tibial and fibular shafts. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:599-606.