

# Evaluación de la estabilización de fracturas expuestas de pierna grados I y II de Gustilo en la etapa aguda

Emmanuel I. Gorosito Cinalli, Ernesto Lombardo, Juan Manuel Baravalle, Emanuel D. González, Jeremías Derico, Julián Parma, Ignacio Quinto Pages, Agustín Barbero  
Hospital de Emergencias “Dr. Clemente Álvarez”, Rosario, Santa Fe, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** La fijación interna de las fracturas de pierna expuestas en la etapa aguda, es decir, dentro de las 24 h del trauma es un tema controvertido. El objetivo de este estudio fue evaluar las infecciones asociadas a la colocación de clavos endomedulares en la etapa aguda y a la colocación diferida, en la fijación de fracturas expuestas de pierna grados I y II de Gustilo. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo sobre el tratamiento en la etapa aguda de los pacientes que ingresaron en el hospital con fracturas expuestas de pierna entre 2015 y 2018. Se analizó la tasa de infecciones durante los primeros 6 meses después de la cirugía y se comparó la fijación en la etapa aguda con la fijación diferida. **Resultados:** La fijación interna con clavos endomedulares en la etapa aguda, en pacientes con fracturas expuestas de pierna no aumentó, sino que disminuyó la tasa de infecciones en el control posoperatorio. **Conclusión:** El estudio avala la colocación de clavos endomedulares en la etapa aguda, en pacientes con fractura de tibia expuestas.

**Palabras clave:** Fijación interna; etapa aguda; fracturas expuestas; infecciones; control de daños.

**Nivel de Evidencia:** II

## Analysis of the Stabilization of Gustilo Grade I and II Open Tibia Fractures in the Acute Stage

## ABSTRACT

**Introduction:** The internal fixation of open leg fractures in the acute stage, that is, within 24 hours of trauma, is quite controversial. The objective of this article is to assess infections associated with acute intramedullary nailing fixation—versus deferred fixation—of Gustilo type I and II open fractures. **Patients and Methods:** A retrospective cohort study was conducted on the acute treatment of patients with open leg fractures admitted to the hospital between 2015 and 2018. The infection rate was analyzed during the first 6 postoperative months after intramedullary nailing, and acute fixation patients were compared against deferred fixation patients. **Results:** Acute internal fixation with intramedullary nail in patients with open leg fractures does not increase, but rather decreases, the infection rate in the postoperative control. **Conclusion:** The study supports acute intramedullary nailing in patients with open tibial fractures.

**Key words:** Acute internal fixation; open fractures; infections; damage control.

**Level of Evidence:** II

## INTRODUCCIÓN

El tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia tiene un interés particular en la práctica diaria, por su frecuencia y su difícil manejo. Muchas de estas lesiones son abiertas, porque, en su cara anteromedial, presentan escasa cobertura de partes blandas.<sup>1,2</sup> Por lo general, son el resultado de un traumatismo de alta energía que, con mayor frecuencia, se produce por accidentes en la vía pública.<sup>3,4</sup> El pronóstico se basa en el grado inicial de desplazamiento de la fractura, la conminución ósea<sup>1,3,5</sup> y la gravedad de lesión de los tejidos blandos.<sup>4,6,7</sup> La tasa de complicaciones es alta e incluye infecciones, defectos de partes blandas y retraso de la consolidación.<sup>8</sup> El daño a las partes

Recibido el 17-2-2020. Aceptado luego de la evaluación el 23-8-2020 • Dr. EMMANUEL I. GOROSITO CINALLI • emmanuel\_gorosito@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0002-7768-0732>

**Cómo citar este artículo:** Gorosito Cinalli EI, Lombardo E, Baravalle JM, González ED, Derico J, Parma J, Quinto Pages I, Barbero A. Evaluación de la estabilización de fracturas expuestas de pierna grados I y II de Gustilo en la etapa aguda. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2021;86(2):159-166. <https://doi.org/10.15417/issn.1852-7434.2021.86.2.1061>

blandas que rodean al hueso disminuye el aporte vascular, lo que aumenta su vulnerabilidad a la seudoartrosis y las infecciones.<sup>19</sup> Con el objetivo de disminuir la tasa de infecciones, se fueron desarrollando protocolos de manejo que incluyen la exploración de la herida mediante cirugía, la irrigación con solución estéril, la estabilización del hueso, la antibiototerapia profiláctica y una temprana cobertura de partes blandas.<sup>3,7-10</sup>

A pesar de la importancia del tratamiento apropiado de las fracturas de tibia expuestas, el método óptimo de estabilización definitiva no está claro.<sup>11</sup> La fijación en la etapa aguda de las fracturas expuestas tiene numerosos efectos beneficiosos, por ejemplo, proteger las partes blandas contra lesiones adicionales por los fragmentos fracturarios, mejorar el cuidado de la herida y la cicatrización, promover la rehabilitación y movilización tempranas, y disminuir el riesgo de infección.<sup>12</sup> Sin embargo, la preocupación por la infección ha dado origen a la opinión tradicionalmente aceptada de que la fijación interna inmediata en fracturas abiertas está contraindicada.<sup>13</sup> Con el tiempo, este planteo fue cambiando, el pronóstico de las fracturas expuestas mejoró con el desarrollo de los cuidados de la herida y esto dio más libertad para actuar en la estabilización del hueso. También, se fueron publicando estudios que mostraban la tasa de infección de la fijación en la etapa aguda de las fracturas expuestas, con resultados controvertidos.<sup>13</sup> En la actualidad, está demostrado que la inestabilidad de la fractura perpetúa la infección.<sup>14</sup> Para disminuir las probabilidades de infección se plantea la colocación de una fijación estable de la fractura en la etapa aguda. Uno de los métodos de estabilización más comunes son los tutores externos,<sup>8,15</sup> que están disponibles en la mayoría de los centros que reciben pacientes con trauma para fijación en la etapa aguda. Los fijadores externos proveen una estabilización de la fractura, con una mínima invasión de partes blandas. Además, requieren de más intervenciones quirúrgicas, para el retiro del fijador y la eventual colocación de un clavo endomedular (CEM), en uno o dos tiempos, cuando el fijador externo no se considere como el tratamiento definitivo, en ese caso, se agrega el procedimiento de retiro del fijador. En general, los estudios demuestran que el fijador externo provoca tasas más altas de episodios secundarios que el CEM, como infección de los clavos de Schanz, aflojamiento, pobre adherencia del paciente al tratamiento y mala consolidación.<sup>16-19</sup>

Los CEM son de elección en el tratamiento de fracturas de tibia diafisarias expuestas.<sup>7,17,18,20</sup> Esta fijación permite la alineación axial, la temprana carga de peso y la rápida movilización de la rodilla y el tobillo.<sup>9</sup> Pero la mayoría de los centros de trauma no disponen de ellos para usarlos en la etapa aguda. En la mayoría de los pacientes con fracturas expuestas de pierna, la conducta general consiste en el ingreso a quirófano para lavado y desbridamiento de la herida, colocación de una tracción transcalcánea o inmovilización con férula cruropedia, el control de la herida y esperar un tiempo prudencial, hasta la mejoría de la herida o conseguir el material de osteosíntesis, para la cirugía de estabilización interna.

En el manejo de pacientes politraumatizados, se ha demostrado que la presencia de fracturas de huesos largos se correlaciona con el desarrollo del síndrome de respuesta inflamatoria sistémica y está fuertemente asociado con la falla multiorgánica, la sepsis, la duración de la estancia hospitalaria y la mortalidad.<sup>21</sup> El concepto de “Early Total Care” se basa en la cirugía de control de daño para la estabilización temprana de las fracturas en un paciente politraumatizado, a fin de evitar el deterioro generado por una segunda agresión (*second hit*). En 2017, Gasser y cols.<sup>22</sup> expresan que están a favor del concepto “Early Total Care” en pacientes estables clínicamente y aconsejan la estabilización con métodos de fijación externa en enfermos inestables para disminuir el tiempo quirúrgico y la agresión al paciente, aunque esto resulta controvertido, ya que, en manos expertas, el tiempo de colocación de un CEM puede ser muy breve y con una mínima agresión, según las características de la fractura. Desde 2015, nuestro hospital cuenta con un banco de CEM a disposición para utilizar en la etapa aguda.

El objetivo de este estudio fue evaluar las infecciones asociadas a la colocación de CEM en pacientes con fracturas expuestas, durante la etapa aguda, es decir, dentro de las 24 h del ingreso hospitalario.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio de cohorte retrospectivo, de base de datos, en un hospital de tercer nivel especializado en la atención del trauma, sobre fijación en la etapa aguda de 54 pacientes con fracturas de tibia expuestas. Se analizó la base de datos del Servicio de Traumatología y se encontró que, entre el 1 de enero de 2015 y el 31 de diciembre de 2018, ingresaron 188 pacientes con fracturas de pierna, 84 de ellas eran expuestas.

En nuestra muestra, incluimos pacientes con fracturas de pierna expuestas grados I y II de Gustilo, que habían sido sometidos a un tratamiento definitivo en nuestro hospital (CEM). Se hizo un control de cada grupo respecto de la cantidad de días de internación y se realizó un seguimiento durante los primeros seis meses posteriores a la cirugía. Los criterios de exclusión fueron: pacientes con déficits de cobertura grado III de Gustilo, pacientes que no realizaron el seguimiento mínimo de seis meses, falta de maduración ósea, fracturas patológicas, rodilla flotante.

Se excluyó a los pacientes a quienes se les colocó un tutor externo por decisión del médico de planta, debido a un gran déficit de cobertura de partes blandas, gran conminución del foco de fractura o una lesión vascular asociada.

Cincuenta y cuatro pacientes cumplieron con estos criterios. Los pacientes politraumatizados fueron evaluados según el protocolo del *Advanced Trauma Life Support* (ATLS) al ingresar y se descartaron todo tipo de lesiones asociadas. Cuando ingresaron, a los pacientes con fracturas expuestas se les realizó una limpieza mecánica de heridas, se los inmovilizó con férula y se les tomaron los estudios radiográficos correspondientes. Las fracturas se clasificaron según el sistema propuesto por la *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen* (AO). La herida de exposición se clasificó según Gustilo-Anderson. Por protocolo de profilaxis infecciosa todos reciben dosis de antibióticos por vía intravenosa desde el ingreso, antes de entrar en el quirófano y durante un día, 1 g de cefalotina, cada 6 h en exposiciones grado I de Gustilo; a los pacientes alérgicos, se les administró clindamicina y una asociación de clindamicina más gentamicina en caso de fractura grado II de Gustilo. Todos ingresaron en el quirófano para desbridamiento quirúrgico de la herida.

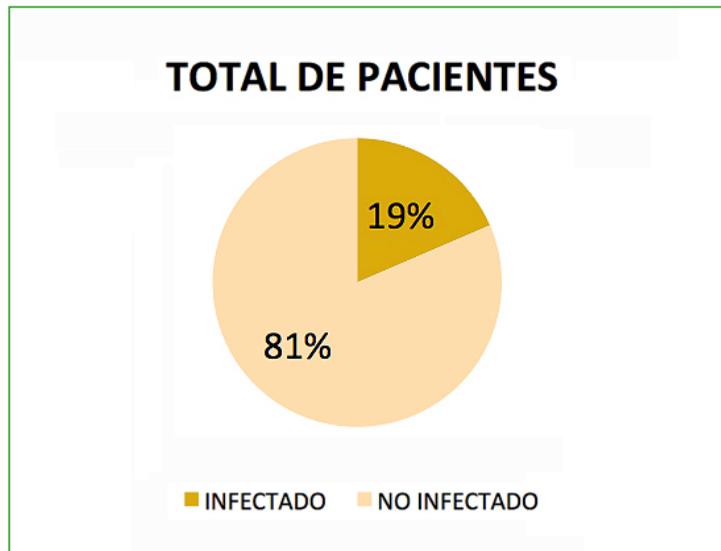
En cuanto al tratamiento definitivo se dividió a los pacientes en dos grupos: grupo 1, ingreso en el quirófano para la colocación de CEM dentro de las 24 h y grupo 2, inmovilización con tracción transcalcánea o férula cruropedia, y se programa la fijación interna de forma diferida, cuando la herida evoluciona bien y el estado general del paciente es bueno. En todos los pacientes, se utilizó la técnica de colocación del clavo con fresado mínimo, en donde se fresa solo para sondear el diámetro medular de la tibia y para facilitar la inserción.

Se analizaron las historias clínicas, los ingresos en el quirófano, junto a la base de datos del comité de infecciones para evaluar la aparición de algún proceso infeccioso relacionado con la zona de la cirugía en los primeros seis meses posteriores a la operación. Los datos de los pacientes incluyeron sexo, edad, patrón de fractura, comorbilidades, complicaciones y días de internación. Se revisaron y dividieron las complicaciones infecciosas en superficiales y profundas. Los criterios clínicos de infección superficial incluyen aumento del dolor y la sensibilidad en la zona de la fractura, ingreso del clavo o ingreso de los cerrojos, episodios de fiebre o escalofríos, sudor nocturno, eritema en alguna de las heridas o secreción, o alteraciones de los parámetros de laboratorio: glóbulos blancos, eritrosedimentación o proteína C reactiva. Se definió infección profunda como la presencia de un cultivo positivo en una muestra ósea o endomedular tomada en una limpieza quirúrgica. Ante la sospecha de algún tipo de proceso infeccioso, todos los pacientes fueron sometidos a una limpieza quirúrgica y drenaje de colecciones para descartar un proceso infeccioso profundo.

Se calcularon las frecuencias absolutas y porcentuales para las variables de tipo cualitativo y estadísticos descriptivos para las variables de tipo cuantitativo: media y desviación estándar, mediana, mínimo y máximo. Se aplicó la prueba U de Mann-Whitney para analizar si existen diferencias estadísticamente significativas al 5% en lo que respecta a CEM agudo y tiempo de internación. Los datos se procesaron con el programa SPSS v 20.

## RESULTADOS

La muestra incluyó 54 pacientes con fractura de pierna expuesta grados I y II de Gustilo, que fueron controlados durante seis meses. Cuarenta y cinco pacientes eran hombres y nueve, mujeres, la edad oscilaba entre 18 y 65 años. Seis pacientes eran diabéticos; 10, hipertensos; 20, tabaquistas de jerarquía y 35, adictos a drogas. Los patrones de fractura eran: A1 (9 pacientes), A2 (3 pacientes), A3 (22 pacientes), B1 (3 pacientes), B2 (6 pacientes), B3 (2 pacientes), C1 (4 pacientes), C2 (2 pacientes) y C3 (3 pacientes), según la clasificación AO. Con respecto a la herida de exposición, 12 pacientes tenían heridas de exposición tipo I de la clasificación de Gustilo-Anderson (5 del grupo 1 y 7 del grupo 2), y 42 pacientes correspondían al tipo II (6 del grupo 1 y 36 del grupo 2). En todas las heridas, se realizó un cierre primario; en el estudio, no hubo pacientes con déficit de cobertura. Se excluyó a los pacientes que no realizaron los controles pertinentes luego del tratamiento (1 del grupo 1 y 2 del grupo 2). Se analizó si el proceso infeccioso aparece hasta los seis meses inclusive. Entre los pacientes evaluados, se detectaron 10 casos de procesos infecciosos (Figura 1). El grupo 1 estaba formado por 12 hombres y una mujer, con un promedio de edad de 38 años y una estancia hospitalaria promedio de 5.7-7.7 días (Tabla 1). No hubo casos de infección durante el período estudiado. El grupo 2 incluía a 33 hombres y 8 mujeres, con un promedio de edad de 50 años y una estancia hospitalaria de 8.9-11.8 días (Tabla 1, Figura 2). Ocho de los 10 pacientes sufrieron una infección profunda; se aisló *Staphylococcus aureus* resistente a metilina en el cultivo, como mínimo, en dos de las tres muestras, tanto de partes blandas como de tejido óseo. Dos tuvieron una infección superficial (Tabla 2). Todos los pacientes que sufrieron un proceso infeccioso tenían una herida de exposición grado II de Gustilo y pertenecen al grupo 2. Se retiró el CEM en todos los pacientes con infección profunda, no fue necesario retirarlo en los pacientes con infección superficial.



**Figura 1.** Muestra el porcentaje comparativo de pacientes infectados y no infectados.

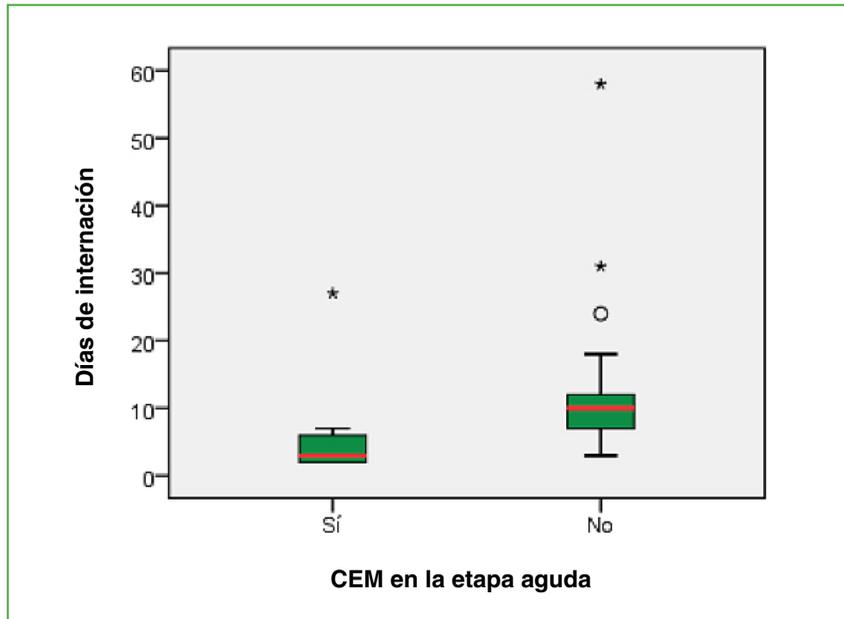
**Tabla 1.** Comparación de días de internación en los dos grupos

Estadísticos descriptivos	Clavo endomedular en etapa aguda	
	Sí	No
Media $\pm$ DE	5,8 $\pm$ 7,7	11,8 $\pm$ 8,9
Mediana	3	10
Mínimo	2	3
Máximo	27	58

DE = desviación estándar.

## DISCUSIÓN

Resulta controvertido definir cuál es el método óptimo de estabilización ósea para la estabilización inmediata de fracturas de tibia expuestas.<sup>3,9,16</sup> El manejo está dirigido a la antibioticoterapia, la profilaxis antitetánica, la irrigación copiosa, el desbridamiento temprano, la cobertura precoz de partes blandas, y a proveer estabilidad y limitar las tasas de infección, con protocolos de manejo en la emergencia y multidisciplinario.<sup>3,9,12</sup> Se dispone de diferentes métodos de estabilización: 1) fijador externo, 2) CEM, 3) placa, 4) clavo ENDER endomedular.<sup>9,12</sup> Se considera que la colocación de tutores externos es una buena opción como estabilizador.<sup>8,15,23</sup> Pero se comunican altas tasas de complicaciones asociadas al tutor externo, como infección del clavo de Schanz, aflojamiento, pobre adherencia del paciente al tratamiento, mala alineación y mala consolidación<sup>3,4</sup> y hay un riesgo de infección de la colocación de un CEM luego de un tutor externo.<sup>4,9</sup> Estas complicaciones han limitado el uso del fijador externo como una forma definitiva de fijación.<sup>8,16-19,22</sup> Bhandari<sup>17</sup> y otros autores, como Agrawal y cols.<sup>1</sup> y Kakar y Tornetta<sup>3</sup> han confirmado que los CEM tanto fresados como no fresados provocan menos complicaciones que la fijación con tutores externos, por ejemplo, disminución del riesgo de reoperación, mala consolidación e infección superficial.<sup>3,24</sup>



**Figura 2.** Comparación de los días de internación en los pacientes con colocación de un clavo endomedular en la etapa aguda o diferida.

**Tabla 2.** Comparación de la tasa de infección entre los dos grupos

Infecciones	Clavo endomedular en etapa aguda		Total
	Sí	No	
Profundas	0	8	8
Superficiales	0	2	2
Total	0	10	10

Se sabe que el CEM es el patrón de referencia para el tratamiento de las fracturas diafisarias de tibia.<sup>3,4,8,20,22</sup> Pero existe poca bibliografía que avale la fijación endomedular de fracturas expuestas en la etapa aguda. Al analizar la escasa evidencia científica, los estudios son controvertidos, con poca cantidad de pacientes y analizan diversas técnicas. En cuanto a la técnica de colocación no encontramos un estudio con alto nivel de evidencia que defina si debemos utilizar la técnica de fresado o no fresado. Para la colocación de CEM fresados usamos la técnica de fresado mínimo, existen estudios que demuestran que no aumenta la tasa de complicaciones, como infección o falta de consolidación<sup>8</sup> y disminuye el daño a la vasculatura y la necrosis térmica.<sup>8,25,26</sup> El concepto de fresado mínimo es, en la actualidad, un método de fresado hasta encaje, en donde el fresado se usa solo hasta que suena o “vibra” la medular de la tibia, para facilitar el camino a la inserción del clavo. De esta manera, se reduce, al mínimo, la posibilidad de daño térmico.<sup>8</sup> Esta técnica permite colocar un clavo más largo y más grueso que la técnica de no fresado, lo que otorga más estabilidad a la fijación.<sup>27</sup> Se demostró una incidencia residual de problemas del sistema con los CEM no fresados, como aflojamiento y falta de consolidación, y mayor necesidad de reintervenciones,<sup>8,16</sup> o compromiso de la estabilidad del sitio de la fractura.<sup>1</sup> En un ensayo prospectivo aleatorizado controlado de 45 fracturas expuestas de tibia llevado a cabo en 2000, Finkemeier y cols.<sup>26</sup> detectaron que no hay diferencias significativas entre el enclavado fresado y sin fresar con respecto a la consolidación, la cantidad de procedimientos adi-

cionales o la infección y ese mismo año, Bhandari y cols.<sup>17</sup> aseguran que los clavos fresados disminuyen el riesgo de reoperación. En 2004, Ziran y cols.,<sup>8</sup> en una revisión prospectiva de 51 pacientes, observaron que los pacientes a quienes se les colocaron clavos no fresados en la etapa aguda tuvieron más episodios posoperatorios que los no fresados y hallaron tasas similares de falta de consolidación e infección en los dos grupos de tratamiento. En 2007, Kakar y Tornetta<sup>3</sup> informaron una tasa de infección tan baja como del 3%, después de la colocación de un CEM inmediato no fresado entre 161 pacientes con fracturas tibiales abiertas grados I, II, IIIA y IIIB de Gustilo, lo que indica la seguridad y eficacia del tratamiento. En 2012, Schemitsch y cols.<sup>27</sup> afirman que el fresado disminuye los episodios posoperatorios, que los pacientes con fracturas expuestas tienen un mayor riesgo de complicaciones si se les colocan clavos fresados, en comparación con aquellos que recibieron clavos no fresados. Pero consideramos que, en este estudio, no se tiene en cuenta la colocación de clavos en la etapa aguda. Uchiyama y cols.,<sup>4</sup> en 2016, evaluaron a 93 pacientes con fracturas grados I, II y IIIA de Gustilo, y hallaron que la tasa de infección es más alta en aquellos pacientes con CEM en diferido que con CEM no fresado en la etapa aguda. En particular, la tasa de infección profunda fue significativamente más alta en el grupo con colocación diferida que en el grupo con CEM en la etapa aguda.

Yokoyama y cols.<sup>9</sup> afirman que la decisión entre CEM inmediato o diferido debe basarse en la experiencia de los traumatólogos, el grado de contaminación de la herida, la extensión de la lesión de partes blandas y el grado de lesión de órganos vitales asociados.

Cabe mencionar que la fijación con CEM en la etapa aguda debería ser considerada para prevenir la trombosis venosa profunda, ya que se comienza más temprano con la rehabilitación, evitando la inmovilización prolongada.<sup>4</sup> A su vez, disminuye la estancia hospitalaria, lo que reduce los gastos en salud cuando se compara el costo en función de la eficacia entre CEM inmediatos o diferidos. Además, en el tratamiento de pacientes politraumatizados, la fijación de fracturas de huesos largos también reduce el riesgo de síndrome de dificultad respiratoria aguda y falla orgánica múltiple, probablemente al calmar la respuesta inflamatoria sistémica.<sup>12</sup> No todos los centros de trauma en la Argentina poseen material de osteosíntesis para realizar una fijación en la etapa aguda, creemos oportuno que más centros implementen esta práctica debido a las ventajas que supone el tratamiento para el paciente y la disminución de los costos en salud.<sup>28</sup>

Otro punto de discusión sobre la colocación de CEM como método de fijación en la etapa aguda es en las fracturas expuestas grado III de Gustilo con gran déficit de cobertura. En nuestro Servicio, no se realiza esta práctica, hay bibliografía a favor<sup>1,3</sup> y en contra,<sup>9</sup> pero es muy escasa y de muy bajo nivel de evidencia.

Las debilidades de este estudio, su diseño retrospectivo y la escasa muestra de pacientes con CEM colocados en la etapa aguda, nos plantean la posibilidad de diseñar un estudio a futuro con un protocolo de manejo adecuado, avalado por el comité de ética del hospital para la fijación interna en la etapa aguda de fracturas expuestas de tibia en nuestro hospital. A su vez, existe la posibilidad de agregar al protocolo la fijación interna de las fracturas expuestas grado III de Gustilo en la etapa aguda.

## CONCLUSIONES

La colocación de CEM en la etapa aguda mediante la técnica de fresado mínimo, en fracturas de tibia expuestas grados I y II de Gustilo, la cual es una técnica rápida y fácil de realizar, en los centros con disponibilidad de material de osteosíntesis para colocar en pacientes politraumatizados, no aumenta la tasa de infecciones al compararla con la fijación de la fractura en diferido. En nuestra muestra, no hubo procesos infecciosos cuando la fijación con CEM se realizó en la etapa aguda durante el período estudiado y disminuyó el tiempo de internación de estos pacientes con una muestra estadísticamente significativa. Dicha afirmación nos sirve como punto de partida para llevar a cabo un estudio prospectivo que nos ayude a adoptar conductas en salud pública.

Conflicto de intereses: Los autores no declaran conflictos de intereses.

ORCID de E. Lombardo: <https://orcid.org/0000-0003-3600-628X>  
 ORCID de J. M. Baravalle: <https://orcid.org/0000-0003-0337-641X>  
 ORCID de E. D. González: <https://orcid.org/0000-0002-2410-5259>  
 ORCID de J. Derico: <https://orcid.org/0000-0002-2520-4128>

ORCID de J. Parma: <https://orcid.org/0000-0003-0337-289X>  
 ORCID de I. Quinto Pages: <https://orcid.org/0000-0002-3852-8754>  
 ORCID de A. Barbero: <https://orcid.org/0000-0002-0489-6989>

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agrawal A, Chauhan VD, Maheshwari RK, Juyal AK. Primary nailing in the open fractures of the tibia-Is it worth? *J Clin Diagn Res* 2013;7(6):1125-30. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/5504.3081>
2. Chapman MW, Osion SA. Open fractures. En: *Rockwood's and Green's fracture in adults*, 4th ed. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1996:305-52.
3. Kakar S, Tornetta P 3rd. Open fractures of the tibia treated by immediate intramedullary tibial nail insertion without reaming: a prospective study. *J Orthop Trauma* 2007;21(3):153-7. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3180336923>
4. Uchiyama Y, Kobayashi Y, Ebihara G, Hamahashi K, Watanabe M. Retrospective comparison of postoperative infection and bone union between late and immediate intramedullary nailing of Gustilo grades I, II, and IIIA open tibial shaft fractures. *Trauma Surg Acute Care Open* 2016;1:1-4. <https://doi.org/10.1136/tsaco-2016-000035>
5. Nicoll EA. Fractures of the tibial shaft: A survey of 705 cases. *J Bone J Surg Br* 1964;46:337. PMID: 14216447
6. Craig J, Fuchs T, Jenks M, Fleetwood K, Franz D, Iff J, et al. Systematic review and meta-analysis of the additional benefit of local prophylactic antibiotic therapy for infection rates in open tibia fractures treated with intramedullary nailing. *Int Orthop (SICOT)* 2014;38:1025-30. <https://doi.org/10.1007/s00264-014-2293-2J>
7. Metsemakers WJ, Handojo K, Reynders P, Sermon A, Vanderschota P, Nijs S. Individual risk factors for deep infection and compromised fracture healing after intramedullary nailing of tibial shaft fractures: A single centre experience of 480 patients. *Injury* 2015;46(4):740-5. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2014.12.018>
8. Ziran BH, Darowish M, Klatt BA, Agudelo JF, Smith WR. Intramedullary nailing in open tibia fractures: a comparison of two techniques. *Int Orthop* 2004;28(4):235-8. <https://doi.org/10.1007/s00264-004-0567-9>
9. Yokoyama K, Itoman M, Uchino M, Fukushima K, Nitta H, Kojima Y. Immediate versus delayed intramedullary nailing for open fractures of the tibial shaft: a multivariate analysis of factors affecting deep infection and fracture healing. *Indian J Orthop* 2008;42(4):410-9. <https://doi.org/10.4103/0019-5413.43385>
10. Gopal S, Giannoudis PV, Murray A, Matthews SJ, Smith RM. The functional outcome of severe, open tibial fractures managed with early fixation and flap coverage. *J Bone Joint Surg Br* 2004;86(6):861-7. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.86b6.13400>
11. Haonga BT, Liu M, Albright P, Challa ST, Ali SH, Lazar AA, et al. Intramedullary nailing versus external fixation in the treatment of open tibial fractures in Tanzania: results of a randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2020;102(10):896-905. <https://doi.org/10.2106/JBJS.19.00563>
12. Okike K, Bhattacharyya T. Trends in the management of open fractures. A critical analysis. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88(12):2739-48. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.00146>
13. Olson SA, Schemitsch EH. Open fractures of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1428-37. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S0138-655720020000700002&lng=es&pid=S0138-655720020000200007>
14. Worlock P, Slack R, Harvey L, Mawhinney R. The prevention of infection in open fractures: an experimental study of the effect of fracture stability. *Injury* 1994;25(1):31-8. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(94\)90181-3](https://doi.org/10.1016/0020-1383(94)90181-3)
15. Bach AW, Hansen ST Jr. Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin Orthop Relat Res* 1989;(241):89-94. PMID: 2924483
16. Shah RK, Moehring HD, Singh RP, Dhakal A. Surgical Implant Generation Network (SIGN) intramedullary nailing of open fractures of the tibia. *Int Orthop* 2004;28(3):163-6. <https://doi.org/10.1007/s00264-003-0535-9>
17. Bhandari M, Guyatt GH, Swiontkowski MF, Schemitsch EH. Treatment of open fracture shaft of tibia: a systematic overview and metaanalysis. *J Bone Joint Surg Br* 2000;83:62-8. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.83B1.0830062>
18. Oh CW, Park BC, Ihn JC, Park HJ. Primary unreamed intramedullary nailing for open fractures of the tibia. *Int Orthop (SICOT)* 2001;24:338-41. <https://doi.org/10.1007/s002640000174>
19. Chapman MW. The use of immediate internal fixation in open fractures. *Orthop Clin North Am* 1980;11:579-91. PMID: 6106173
20. Tielinen L, Lindahl JE, Tukiainen EJ. Acute unreamed intramedullary nailing and soft tissue reconstruction with muscle flaps for the treatment of severe open tibial shaft fractures. *Injury* 2007;38(8):906-12. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2007.02.052>
21. Moghtadaei M, Otoukesh B, Pazoki-Toroudi H, Boddouhi B, Yeganeh A. Evaluation of inflammatory response in patients undergoing surgical treatment for early and delayed femoral fractures. *Arch Med Sci* 2019;15(1):141-5. <https://doi.org/10.5114/aoms.2016.63013>

22. Gasser B, Tiefenboeck TM, Boesmueller S, Kivaranovic D, Bukaty A, Platzer P. Damage control surgery - experiences from a level I trauma center. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18(1):391. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1751-6>
23. Schächter S. ¿Qué nos enseñaron 40 años de experiencia en el tratamiento de las fracturas de la pierna? *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 1996;61(3):368-74. Disponible en: [https://www.aaot.org.ar/revista/1993\\_2002/1996/1996\\_3/610312.pdf](https://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/1996/1996_3/610312.pdf)
24. Río M, Colombo M, Gabas D, Angheben E, Gotter G, Saa YA. Fracturas expuestas graves en los miembros inferiores: nuestro protocolo de tratamiento. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2006;71(1):32-7. Disponible en: [https://www.aaot.org.ar/revista/2006/n1\\_vol71/art5.pdf](https://www.aaot.org.ar/revista/2006/n1_vol71/art5.pdf)
25. Anglen JO, Blue JM. A comparison of reamed and unreamed nailing of the tibia. *J Trauma* 1995;39(2):351-5. <https://doi.org/10.1097/00005373-199508000-00027>
26. 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. <https://doi.org/10.1097/00005131-200003000-00007>
27. Schemitsch EH, Bhandari M, Guyatt G, Sanders DW, Swiontkowski M, Tornetta P, et al. Prognostic factors for predicting outcomes after intramedullary nailing of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:1786-93. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01418>
28. Río M. Actualización en fracturas expuestas. Evidencia actual. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol* 2008;74(4):415-20. Disponible en: [https://www.aaot.org.ar/revista/2008/n4\\_vol73/art14.pdf](https://www.aaot.org.ar/revista/2008/n4_vol73/art14.pdf)