

DOI: <https://doi.org/>

Clavo endomedular recubierto con antibiótico en osteomielitis post traumática. Revisión bibliográfica

Intramedullary nail coated with antibiotic in post-traumatic osteomyelitis:
Bibliographic review

Erick Pérez

erickperez142777@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-8257-1568>
Universidad Técnica de Ambato
Ambato – Ecuador

Paulo Telenchana

pf.telenchana@uta.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-0187-4143>
Universidad Técnica de Ambato
Ambato – Ecuador

Artículo recibido: 30 de enero de 2025. Aceptado para publicación: 13 de febrero de 2025.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La osteomielitis postraumática es un proceso inflamatorio infeccioso del hueso como consecuencia de un trauma o de una infección nosocomial posterior a una cirugía ortopédica, siendo la última, la causa más común del desarrollo de la enfermedad. Los clavos endomedulares recubiertos con antibióticos emergen como una opción prometedora, ya que, ofrecen estabilidad mecánica, combaten los microorganismos presentes en el sitio de la fractura y gestionan los espacios muertos en el canal óseo. Este es un estudio de tipo revisión bibliográfica que se basa en la búsqueda exhaustiva de información científica de los últimos 5 años, con el objetivo principal de determinar la eficacia de los clavos endomedulares recubiertos con antibióticos en osteomielitis postraumática. Como conclusión, se ha demostrado que los clavos endomedulares recubiertos de antibióticos son una opción efectiva en el tratamiento de la osteomielitis postraumática y de las no uniones óseas infectadas, ya que ofrecen tasas de control de infección y se consolidación ósea que supera el 90%, ya sea, en la primer o segunda intervención.


Palabras clave: osteomielitis postraumática, clavos recubiertos de antibióticos, vancomicina, cemento óseo de polimetilmetacrilato

Abstract

Post-traumatic osteomyelitis is an infectious inflammatory process of the bone as a consequence of trauma or a nosocomial infection following orthopedic surgery, the latter being the most common cause of the development of the disease. Antibiotic-coated intramedullary nails emerge as a promising option, since they offer mechanical stability, combat microorganisms present at the fracture site and manage dead spaces in the bone canal. This is a bibliographic review type study that is based on an exhaustive search of scientific information from the last 5 years, with the main objective of determining the effectiveness of intramedullary nails coated with antibiotics in post-traumatic osteomyelitis. In conclusion, antibiotic-coated intramedullary nails have been shown to be an effective option in the treatment of post-traumatic osteomyelitis and infected bone nonunions, as they offer infection control

and bone consolidation rates that exceed 90%, either in the first or second intervention.

Keywords: post-traumatic osteomyelitis, antibiotic-coated nails, vancomycin, polymethylmethacrylate bone cement

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Pérez, E., & Telenchana, P. (2025). Clavo endomedular recubierto con antibiótico en osteomielitis post traumática. Revisión bibliográfica. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (1), 1799 – 1812. <https://doi.org/>

INTRODUCCIÓN

La osteomielitis postraumática (OMPT) es un proceso inflamatorio e infeccioso del hueso como consecuencia de un trauma o de una infección nosocomial posterior a una cirugía ortopédica. Las infecciones postoperatorias son la causa más común del desarrollo de la enfermedad (Mormeneo Bayo et al., 2020). La exposición del medio interno provocado por la pérdida de la contigüidad de la piel permite la introducción de microorganismos hacia el hueso; la capacidad de formar biopelículas y evadir el sistema inmunológico facilita su proliferación, especialmente en presencia de material extraño. Las especies de *Estafilococo* son las que se encuentran con mayor frecuencia por su habilidad de penetrar y persistir durante un tiempo prolongado en el sistema canalicular óseo, es por ello, que incluso después de que se considerara su erradicación puede volver a reactivarse (Rodham, Panteli, Vun, Harwood, & Giannoudis, 2023).

La prevalencia de la OMPT reportada se encuentra entre 0,7% a 33% de los casos (Garabano, del Sel, Rodriguez, Perez Alamino, & Pesciallo, 2021). La tasa de infección asociada al trauma varía ampliamente entre el 4% y el 64%, mientras que la tasa de recurrencia alcanza el 30% (Llerena, Guaman, Suárez, Martínez, & Chingo, 2019). Las fracturas expuestas de alta energía, especialmente aquellas clasificadas como Gustillo II y III presentan una mayor tasa de infección por la exposición ósea al medio externo. Las extremidades inferiores son las que se afectan con más frecuencia, particularmente la tibia con una mayor proporción de casos (Ren et al., 2023).

El tratamiento de esta patología es largo y costoso, con tasas de fracaso terapéutico varían entre el 10 y el 30% (Zayzan, Yusof, Sulong, Zakaria, & Rahman, 2022). Además, en ausencia de un tratamiento oportuno, la mortalidad puede elevarse debido a complicaciones como la sepsis. Por ello, el enfoque terapéutico debe centrarse en erradicar la infección y proporcionar estabilidad al hueso. En este contexto, los clavos endomedulares recubiertos con antibióticos emergen como una opción prometedora en el tratamiento de la osteomielitis postraumática, ya que, ofrece estabilidad mecánica, ayuda a combatir a los microorganismos presentes en el sitio de la fractura y gestiona los espacios muertos en el canal óseo (Walter, Rupp, Krüchel, & Alt, 2022).

Actualmente, existen dos tipos de clavos endomedulares recubiertos de antibióticos que pueden utilizarse para el tratamiento de los pacientes con OMPT e infecciones relacionadas con las fracturas: los clavos endomedulares hechos a medida y los clavos endomedulares comerciales. Los clavos endomedulares hechos a medida se realizan con materiales como los tubos torácicos, los tubos endotraqueales o los tubos de dilatación; los cuales ayudan a moldear el cemento antibiótico que va a recubrir el clavo. Por otro lado, los clavos endomedulares comerciales vienen recubiertos de gentamicina, permiten que la duración del procedimiento quirúrgico sea más corta y que el riesgo de complicaciones sea reducido, sin embargo, su costo es elevado, lo que no permite la accesibilidad a todos los pacientes (Liu & Crist, 2021).

El agente antibiótico que se suele utilizar con mayor frecuencia es la vancomicina, debido a su perfil de cobertura para gérmenes gram positivos. Además, puede combinarse con otros tipos de fármacos como la gentamicina, la tobramicina, etc. Estos antibióticos tienen una buena estabilidad térmica, siendo un requisito fundamental para mezclarse con el cemento óseo de polimetilmetacrilato (PMMA). La ventaja de la utilización del antibiótico de forma local es que, permite una liberación de dosis altas y de forma continua, sin aumentar la concentración a nivel sistémico (Sharma & Baghel, 2023).

La asociación de los clavos endomedulares recubiertos de antibiótico a un desbridamiento exhaustivo, eliminación de los espacios y del tejido muerto, y una terapia antibiótica sistémica adecuada se ha planteado como una opción terapéutica en los pacientes afectados por OMPT, por ello, se busca determinar la eficacia de este tipo de tratamiento.

Objetivo general

Determinar la eficacia de los clavos endomedulares recubiertos con antibióticos en osteomielitis postraumática.

Objetivos específicos

Establecer el antibiótico más adecuado para el recubrimiento de los clavos endomedulares en el tratamiento de osteomielitis postraumática.

Identificar los microorganismos más frecuentes en los casos de osteomielitis postraumática.

Evaluar el rendimiento de los clavos endomedulares hechos a medida en comparación con los clavos endomedulares comerciales en el tratamiento de la osteomielitis postraumática.

METODOLOGÍA

Se realizó una revisión bibliográfica mediante la búsqueda exhaustiva de información en las bases de datos electrónicas: PubMed, Science Direct, Web of Science, Cochrane, Google Académico y Scielo; se valoró información con estándares de calidad, factibilidad, veracidad y claridad relacionados al tema. Se seleccionaron artículos publicados en los últimos 5 años, en idioma inglés y español utilizando la combinación de las palabras clave: "Osteomyelitis", "Post-traumatic osteomyelitis", "Antibiotic coated nails", "Chronic osteomyelitis", "Open Fractures of Long Bones", "Polymethylmethacrylate bone cement". Se utilizó el operador booleano AND para la combinación de los términos.

Criterios de inclusión: Se incluyeron artículos científicos completos en los idiomas español e inglés, publicados en el periodo enero 2019- diciembre 2024, entre los que destacan: metaanálisis, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados, estudios observacionales prospectivos y retrospectivos, artículos de investigación propios sobre el uso de los clavos endomedulares impregnados con antibiótico en el tratamiento de OMPT, osteomielitis crónica y no unión de huesos infectados.

Criterios de exclusión: Se excluyeron los artículos que no fueron publicados en el periodo de tiempo especificado, estudios que demuestren resultados preliminares, editoriales, estudios de calidad baja y los que fueron realizados en animales. Además, se excluyó estudios de pago.

DESARROLLO

Tras una búsqueda exhaustiva y sistemática en varias bases de datos especializadas, se recuperaron 549 estudios relacionados con la investigación. En el proceso de selección, se realizó una revisión minuciosa de los títulos, lo que provocó la exclusión manual de 478 estudios que no cumplían con los criterios establecidos ni ofrecían información pertinente al tema de interés. Posteriormente, se evaluaron los resúmenes de los estudios restantes, lo que permitió descartar 55 estudios adicionales que tampoco se alineaban con los objetivos de nuestra investigación. Se consolidó una muestra de 16 estudios considerados aptos para incluir en nuestro análisis (Tabla 1). Todos los estudios seleccionados son de alta calidad metodológica y representan la investigación sobre el uso de clavos endomedulares recubiertos con antibióticos en el tratamiento de la OMPT.

En los 16 estudios analizados, se incluyó un total de 1188 pacientes con OMPT, osteomielitis crónica y pacientes con no uniones óseas infectadas que afectan predominantemente a las extremidades inferiores (Tabla 1). La eficacia del tratamiento se midió en cuanto al control de la infección, consolidación ósea y recurrencia de la infección. Se llevaron a cabo controles subsecuentes que verificaban la ausencia de síntomas clínicos, imágenes sugestivas de infección y marcadores inflamatorios durante el seguimiento establecido por cada estudio. Los pacientes se sometieron a un

procedimiento de desbridamiento inicial, escariado para eliminar el espacio muerto del canal medular, la estabilización ósea con clavos endomedulares recubiertos de antibióticos y la terapia antibiótica sistémica posterior a la intervención quirúrgica para controlar la infección.

Tabla 1

Hallazgos de la investigación. Fuente: elaboración de los autores. OMPT: osteomielitis postraumática, PMMA: Cemento óseo de polimetilmetacrilato, SARM: *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina, SASM: *Staphylococcus aureus* sensible a meticilina, FRI: Infección relacionada con fractura, SERM: *Staphylococcus epidermidis* resistente a meticilina, SA: *Staphylococcus aureus*

Autor	Año	Número de pacientes	Resultados	Antibióticos utilizados	Microorganismos	Complicaciones
Pinto et al.	2019	28 pacientes con fracturas abiertas de tibia	Se encontraron 4 casos de infección en el grupo de clavos regulares y ninguna infección en el grupo de clavos recubiertos con gentamicina. La tasa de curación ósea fue superior en el último grupo a los 6 meses.	Se utilizó gentamicina 100 mg y el portador polimérico biodegradable Poly.	No reportados	No reportados
Makhdom et al.	2020	28 pacientes con defectos óseos infectados post traumáticos	Se logró el control de la infección en el 80% de los pacientes, mientras que la unión ósea en el 87%. La tasa de complicaciones fue del 32%.	2 g de vancomicina y 2,4 g de tobramicina por cada 40 g de cemento	10 SARM 6 Polimicrobiana 2 <i>Staphylococcus Epidermidis</i> 2 negativos 8 otros	Infección persistente y unión ósea retardada.
Agrawal et al.	2021	44 pacientes con no uniones óseas infectadas	El 90,9% de los casos logró la erradicación de la infección, mientras que el 6,8% tuvo descargas ocasionales. Posterior al segundo procedimiento la tasa de control de la infección alcanzó el 92,5%.	2 g de vancomicina y 2 g de gentamicina por cada 40 g de cemento.	26 SARM 10 pseudomona 7 E. coli 1 Klebsiella	La complicación más frecuente fue rigidez articular, seguida de descementación y acortamiento de la longitud de los miembros.
Wang et al.	2021	19 pacientes con defectos óseos infectados de huesos largos	Se logró el control de la infección en todos los casos, 3 pacientes necesitaron una sola intervención y 12 pacientes fueron sometidos a una segunda intervención. No hubo recurrencia de la infección con clavos endomedulares basados en una técnica de impresión en 3D.	2 g de vancomicina o imipenem en 40 g de cemento PMMA.	4 SARM 1 <i>Enterobacter cloaca</i> 2 <i>Staphylococcus aureus</i> 5 Otros 7 Cultivo negativos	No reportados
Garabano et al.	2021	30 pacientes con OMPT.	La tasa del control de la infección inicial fue del 70%, con procedimientos adicionales se logró un 96,6%.	Clavos hechos a medida Vancomicina 2 g + gentamicina 0,5 g/40 g de cemento.	7 SARM 7SASM 6 polimicrobiano 8 otros gérmenes 2 negativos	El 75% presentaron desunión de cemento–hueso dentro del canal medular.

				Clavos comerciales recubiertos de gentamicina.		
Bor et al.	2022	16 pacientes con osteomielitis crónica	Se consiguió un resultado satisfactorio sin evidencia clínica o de laboratorio de infección durante todo el periodo del seguimiento, que en algunos casos fue de hasta 16 años	1 g de vancomicina y 1 g de gentamicina en 40 g de cemento	Staphylococcus aureus y especies de Staphylococcus coagulasa negativas más frecuentes.	No existió complicaciones
Gupta et al.	2022	50 pacientes con pseudoartrosis infectada de huesos largos	Se logró la consolidación ósea en el 92% de los pacientes. El control de la infección se consiguió en el 94% de los casos y el 90% no presentó complicaciones.	2 g de vancomicina y 2 g de gentamicina por cada 40 g de cemento óseo.	30 Staphylococcus aureus 10 Enterobacter 10 cultivo negativo	Se observó infección en cuatro casos; rotura ungueal, migración ungueal y consolidación defectuosa en un caso.
Walter et al.	2022	506 no uniones infectadas	La tasa de erradicación de la infección fue del 90 % y la tasa de consolidación ósea alcanzó el 85,5%.	Vancomicina y gentamicina, en ciertos casos se utilizó teicoplanina y la tobramicina. Los clavos comerciales estaban recubiertos de gentamicina.	No reportados	Se informó la desunión del cemento en 23 pacientes.
Conway et al.	2022	111 pacientes con artroplastias de rodilla infectadas, fusiones infectadas, FRI y no uniones infectadas	El 87,4% de los pacientes lograron la resolución de la infección posterior al tratamiento. La tasa general de salvamento de extremidades fue del 93,7%.	1 g de vancomicina y 3,6 g de tobramicina por 40 g de cemento	19 SASM 14 flora múltiple 15 SARM 4 Pseudomona aureginosa 4 Enterobacter cloaca 8 otros 47 negativo	La sintomatología persistente posterior a la colocación del clavo en el 40%, seguido de infección superficial, compresión nerviosa, contractura conjunta, hematoma y hardware roto.
Zhang et al.	2023	63 pacientes con OMPT	En la primera etapa se consiguió una tasa de control de la infección de 85 % y 82,6% en los grupos de fijación interna y externa, respectivamente. En la segunda etapa estas tasas fueron del 92.5% y del 95.7%.	Se utilizó vancomicina mezclada con el cemento.	En dos de los tres casos presentados existió reporte de Staphylococcus aureus.	Recurrencia de la infección, dolor, cicatrización tardía de heridas, discrepancia de longitud, refractura y anquilosis de las articulaciones.

Murthy et al.	2023	40 pacientes diagnosticados de no uniones óseas infectadas	El control de la infección se logró en 36 de los 40 casos presentados, consiguiendo un 90% de tasa de efectividad.	2 g de vancomicina y 160 mg de tobramicina por cada 40 g de cemento.	16 Staphylococcus aureus 4 Pseudomona 3 Acinetobacter 3 negativos 14 otros	Descementación en el 12,5%, infección persistente en el 10% y otras complicaciones menos frecuentes.
Solanki et al.	2023	30 pacientes con diagnóstico de no uniones óseas infectadas	El control de la infección se logró en el 93,3% de los pacientes, mientras que la unión ósea exitosa se alcanzó en el 90,0%	Vancomicina y teicoplanina. No se especifica dosis.	No reportados	La persistencia de la no unión ósea, el pinzamiento del clavo proximal y la desunión del cemento del clavo en el 10% de los pacientes.
Sharma et al.	2023	12 pacientes con OMPT crónica	Se logró el control de la infección en el 83,3% durante la primera intervención y el 100% con una segunda intervención en los pacientes que no se logró la resolución inicial.	1 g de gentamicina y 4 g de vancomicina.	9 Staphylococcus aureus 3 Staphylococcus Coagulasa - negativo 1 Escherichia coli	Se encontró en un caso la disociación cemento y complejo de clavos en el momento del intercambio de clavos.
Wang et al.	2023	119 pacientes con defectos óseos infectados	Los resultados en el grupo de fijación interna fueron mejores que los que recibieron fijación externa. La tasa de recurrencia en el grupo de fijación interna fue del 7,14%, mientras que el de la fijación externa fue del 12,7%.	PMMA combinado con gentamicina + 2 g de polvo de vancomicina o imipenem en 40 g de polvo de cemento	19 Enterobacter cloaca 12 SERM 10 SA 8 SARM 10 Pseudomona aureginosa 54 otros	La recurrencia de la infección y la amputación por falla del tratamiento se presentó en los pacientes tratados con fijación externa.
Rodham et al.	2023	72 pacientes con OMPT	La tasa de recurrencia cuando se utilizaban antibióticos de forma local fue del 10%.	No se describen los antibióticos utilizados de forma local.	28 Staphylococcus 25 No crecimiento 7 Flora mixta 8 Otros 2 no muestra	Nueve pacientes fueron sometidos a amputación. De los cuales, 4 fueron por un fallo en el tratamiento.
Manikumar et al.	2024	6 pacientes con OMPT crónica 14 pacientes con no uniones óseas infectadas	Se logró una tasa de unión ósea de 92.8% y el control de la infección en aproximadamente el 66,6%. La unión ósea fue mejor en defectos de <2 cm.	2 g de vancomicina por cada 80 g de cemento.	No reportados	No reportados

DISCUSIÓN

La OMPT es una condición desafiante que representa un importante problema de salud pública. El tratamiento puede ser largo y en ciertas ocasiones, la recurrencia de la infección puede afectar el manejo y aumentar el riesgo de complicaciones a largo plazo (Sharma & Baghel, 2023). En los estudios analizados, la tasa de erradicación de la infección varió en un rango del 70% al 96,6%. Estos resultados fueron menores en ciertos casos de osteomielitis postraumática compleja, sin embargo, en la mayoría de los casos existieron buenos resultados con el tratamiento aplicado (Manikumar & Pardhasaradhi, 2023). En aquellos pacientes que no se logró el control de la infección, se realizaron procedimientos adicionales como una segunda cirugía que permitió aumentar la efectividad hasta el 100% (Sharma & Baghel, 2023; G. Wang et al., 2021). Una revisión sistemática desarrollada por Rodham et al. evaluó los resultados clínicos de pacientes con osteomielitis postraumática tratados con diferentes métodos, entre los cuales incluyeron los clavos recubiertos de antibióticos, alcanzando la remisión de la infección en el 93,2% de los casos, lo cual se relaciona con los hallazgos obtenidos en esta investigación (Rodham, Panteli, Vun, et al., 2023).

Por otro lado, la tasa de consolidación ósea osciló entre el 85% y el 92% (Gupta, 2022; Manikumar & Pardhasaradhi, 2023; Solanki, Maurya, & Singh, 2023; Walter et al., 2022), siendo más efectiva en defectos óseos menores de 2 cm (Manikumar & Pardhasaradhi, 2023). La recurrencia de la infección se presentó mayormente en infecciones polimicrobianas y en microorganismos resistentes a los fármacos de primera línea (Rodham, Panteli, Qin, Harwood, & Giannoudis, 2023; L. Wang et al., 2023; Zhang et al., 2023).

La combinación de vancomicina y gentamicina fue ampliamente utilizada en los estudios, con el fin de cubrir gérmenes gram positivos y gram negativos (Agrawal, Sunny, Rajkumar, Arul, & Murali, 2021; Bor, Dujovny, Rinat, Rozen, & Rubin, 2022; Garabano et al., 2021; Gupta, 2022; Makhdom, Buksbaum, Rozbruch, Da Cunha, & Fragomen, 2020; Sharma & Baghel, 2023; Walter et al., 2022; L. Wang et al., 2023). Además, se incluyeron otros antibióticos como teicoplanina, tobramicina e imipenem, los cuales demostraron contribuir en el manejo de la infección (Conway, Elhessy, Galiboglu, Patel, & Gesheff, 2022; Makhdom et al., 2020; Murthy, Vinod, Sajjan, Mahalingam, & Sharma, 2023; Solanki et al., 2023; Walter et al., 2022; G. Wang et al., 2021).

La vancomicina se utilizó como el antibiótico principal para tratar infecciones ocasionadas por gérmenes gram positivos, especialmente, el *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina. La dosis más comúnmente utilizada fue de 2 gramos por cada 40 gramos de cemento (Garabano et al., 2021; Manikumar & Pardhasaradhi, 2023; Murthy et al., 2023; G. Wang et al., 2021; L. Wang et al., 2023). Adicionalmente, se reportaron estudios en los que la dosis utilizada variaba desde 1 gramo hasta 4 gramos de vancomicina (Bor et al., 2022; Conway et al., 2022; Sharma & Baghel, 2023). Por otro lado, la gentamicina se utilizó para cubrir gérmenes gram negativos. La dosis habitual fue de 2 gramos por cada 40 gramos de cemento (Agrawal et al., 2021; Gupta, 2022). Este fármaco tuvo oscilaciones en la dosis desde 0,2 a 2 gramos (Bor et al., 2022; Garabano et al., 2021; Pinto et al., 2019; Sharma & Baghel, 2023). A pesar de esta variación en la dosificación, se reportó una alta tasa de resolución de la infección. Adicionalmente, después de la cirugía, se administró antibióticos intravenosos y orales durante un tiempo promedio de 4 a 6 semanas.

Entre los microorganismos identificados con mayor frecuencia se encontró al *Staphylococcus aureus*, tanto la variedad sensible como la resistente a meticilina (Agrawal et al., 2021; Bor et al., 2022; Conway et al., 2022; Garabano et al., 2021; Gupta, 2022; Murthy et al., 2023; Rodham, Panteli, Qin, et al., 2023; Sharma & Baghel, 2023; G. Wang et al., 2021; Zhang et al., 2023). El estudio desarrollado por Wang et al. reportó a *Enterobacter cloaca* como el microorganismo más prevalente (L. Wang et al., 2023), sin embargo, este es un estudio aislado en comparación con la muestra total estudiada, en donde se presenta a la especie de *Staphylococcus aureus* como la más predominante.

Los microorganismos gram negativos que se reportaron, aunque en menor frecuencia, fueron *Pseudomona aureginosa*, *Klebsiella* y *E. coli* (Agrawal et al., 2021; Conway et al., 2022; Murthy et al., 2023; Sharma & Baghel, 2023; L. Wang et al., 2023). Además, también se observaron casos de pacientes que presentaron resultados de cultivo negativos. Este perfil microbiológico resalta la necesidad de administrar antibióticos que cubran los diferentes tipos de gérmenes más frecuentes, y posteriormente, con los resultados del cultivo guiar la antibioticoterapia sistémica (Conway et al., 2022; Garabano et al., 2021; Murthy et al., 2023; G. Wang et al., 2021).

A pesar de que los clavos recubiertos de antibióticos han demostrado ventajas en el control local de las infecciones, no están libres de riesgos. La desunión clavo cemento es una de las complicaciones más comunes, con pacientes afectados en el 50% de los estudios analizados (Agrawal et al., 2021; Conway et al., 2022; Garabano et al., 2021; Gupta, 2022; Murthy et al., 2023; Sharma & Baghel, 2023; Solanki et al., 2023; Walter et al., 2022). Es relevante señalar, que la incidencia de esta complicación varía en cada estudio, sin embargo, su presentación es significativa al momento de tomar decisiones clínicas.

Otras complicaciones que se presentaron con menos frecuencia incluyen rigidez articular, discrepancia de la longitud de los miembros inferiores, recurrencia de la infección, sintomatología persistente y cicatrización tardía (Agrawal et al., 2021; Conway et al., 2022; Gupta, 2022; Makhdom et al., 2020; Rodham, Panteli, Qin, et al., 2023; L. Wang et al., 2023). El estudio realizado por Bor et al. no reportó complicaciones en sus pacientes (Bor et al., 2022). Manikumar et al., Pinto et al. y Wang et al. no incluyeron estos hallazgos en su estudio (Manikumar & Pardhasaradhi, 2023; Pinto et al., 2019; G. Wang et al., 2021). Estos resultados resaltan la importancia de un seguimiento postoperatorio y la elección correcta del material quirúrgico para reducir la incidencia de las complicaciones.

Otro aspecto relevante es la elección del tipo de clavo a utilizarse. Los clavos hechos a medida presentaron una mayor flexibilidad para la combinación de los antibióticos y, por ende, un mejor control de las infecciones. Se necesita una segunda intervención para retirar el cemento antibiótico y colocar un clavo convencional e injertos óseos. Se han realizado investigaciones y se han desarrollado nuevas formas de fabricar los clavos endomedulares. En 2021, se describió por primera vez una nueva forma de fabricar los clavos endomedulares recubiertos de antibióticos basados en una técnica de impresión en 3D, en la cual, el 100% del total de la muestra estudiada logró el control de la infección, aunque aproximadamente el 63% de los pacientes necesitaron una segunda intervención (G. Wang et al., 2021).

Por otro lado, los clavos comerciales recubiertos de gentamicina tienen beneficios como acortar el tiempo de intervención quirúrgica, ya que, no se necesita preparar los instrumentos, el cemento y los antibióticos para adecuar el clavo. Además, reducen las complicaciones como descementación clavo cemento y no necesitan una segunda intervención para retirar el cemento, debido a que están diseñados para liberar antibióticos de forma controlada mientras permanecen en el hueso como fijación definitiva. Sin embargo, tienen un costo mucho más elevado (Garabano et al., 2021; Pinto et al., 2019). Es por ello, que la elección del tipo de clavo debe realizarse evaluando el contexto tanto clínico como económico del paciente, o si la casa de salud dispone del material para realizar la intervención.

Los resultados de este estudio apoyan el uso de clavos endomedulares recubiertos de antibióticos para tratar a pacientes con OMPT, especialmente combinados con un desbridamiento exhaustivo y una terapia antibiótica sistémica. La necesidad de una segunda intervención con los clavos hechos a medida para la remoción del cemento podría abordarse usando biopolímeros degradables, por lo que, esta podría ser una línea de investigación que ayudaría a resolver este problema.

CONCLUSIÓN

Los clavos endomedulares recubiertos de antibióticos han demostrado ser una opción efectiva en el tratamiento de la osteomielitis postraumática y de las no uniones óseas infectadas, ya que ofrecen tasas de control de infección y de consolidación ósea que supera el 90%, ya sea, durante la primera o segunda intervención. La vancomicina y gentamicina son los antibióticos que se establecieron como los más adecuados para la aplicación local dada sus características de combatir microorganismos gram positivos y gram negativos. Aunque los clavos endomedulares hechos a medida presentan mayor incidencia de complicaciones como la desunión cemento clavo y la necesidad de una segunda intervención, los clavos comerciales pueden ser una alternativa para disminuirlas. Sin embargo, la elección del tipo de clavo endomedular recubierto de antibiótico dependerá del contexto clínico y económico del paciente.

REFERENCIAS

- Agrawal, P., Sunny, S., Rajkumar, N., Arul, V., & Murali, S. (2021). An Interventional Study on Antibiotic Cement-coated Nails and Cement Beads in the Management of Infected Nonunion of Long Bones. *Journal of Orthopedics and Joint Surgery*, 3(2), 76–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.5005/jp-journals-10079-1049>
- Bor, N., Dujovny, E., Rinat, B., Rozen, N., & Rubin, G. (2022). Treatment of chronic osteomyelitis with antibiotic-impregnated polymethyl methacrylate (PMMA) – the Cierny approach: is the second stage necessary? *BMC Musculoskeletal Disorders*, 23(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04979-y>
- Conway, J. D., Elhessy, A. H., Galiboglu, S., Patel, N., & Gesheff, M. G. (2022). Efficacy of Infection Eradication in Antibiotic Cement-Coated Intramedullary Nails for Fracture-Related Infections, Nonunions, and Fusions. *Antibiotics*, Vol. 11. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11060709>
- Garabano, G., del Sel, H., Rodriguez, J. A., Perez Alamino, L., & Pesciallo, C. A. (2021). The effectiveness of antibiotic cement-coated nails in post-traumatic femoral and tibial osteomyelitis – comparative analysis of custom-made versus commercially available nails. *J. Bone Joint Infect.*, 6(9), 457–466. <https://doi.org/10.5194/jbji-6-457-2021>
- Gupta, M. P. (2022). Outcome of treating osteomyelitis and infected non-union of long bones with antibiotic coated bone cement nails. *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 8(1), 484–488. <https://doi.org/https://doi.org/10.22271/ortho.2022.v8.i1g.3060>
- Liu, J. Z., & Crist, B. D. (2021). Coated nails: is their use supported by the literature? *OTA International*, 4(3S). Recuperado de https://journals.lww.com/otainternational/fulltext/2021/06001/coated_nails__is_their_use_supported_by_the.4.aspx
- Llerena, L., Guaman, J., Suárez, Y., Martínez, J., & Chingo, S. (2019). Osteomielitis: abordaje diagnóstico terapéutico. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 38(1), 53–62.
- Makhdom, A. M., Buksbaum, J., Rozbruch, S. R., Da Cunha, R., & Fragomen, A. T. (2020). Antibiotic Cement-Coated interlocking Intramedullary Nails in the Treatment of Septic Complex Lower Extremity Reconstruction; A Retrospective Analysis with Two year Minimum Follow up. *Journal of Bone and Joint Infection*, 5(4), 176–183. <https://doi.org/10.7150/jbji.46570>
- Manikumar, C. J., & Pardhasaradhi, M. (2023). Antibiotic Impregnated Cement Coated Intramedullary Nailing in the Management of Infected Fractures and Chronic Osteomyelitis of Long Bones. *J Med Res Surg*, 5(1), 1–5.
- Mormeneo Bayo, S., Ferrer Cerón, I., Martín Juste, P., Lallana Dupla, J., Millán Lou, M. I., & García-Lechuz Moya, J. M. (2020). Osteomielitis postraumática difícil de tratar: papel del *Clostridium celerecrescens*. *Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología*, 64(4), 281–285. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2019.12.002>
- Murthy, H., Vinod, D., Sajjan, K., Mahalingam, D., & Sharma, D. (2023). Antibiotic cement impregnated intramedullary nail for treatment of infected nonunion of long bones Section A-Research paper Antibiotic cement impregnated intramedullary nail for treatment of infected nonunion of long bones. *European Chemical Bulletin*, 12, 2703–2716.
- Pinto, D., Manjunatha, K., Savur, A. D., Ahmed, N. R., Mallya, S., & Ramya, V. (2019). Comparative study of the efficacy of gentamicin-coated intramedullary interlocking nail versus regular intramedullary

interlocking nail in Gustilo type I and II open tibia fractures. *Chinese Journal of Traumatology = Zhonghua Chuang Shang Za Zhi*, 22(5), 270–273. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2019.03.006>

Ren, Y., Liu, L., Sun, D., Zhang, Z., Li, M., Lan, X., ... Xie, C. (2023). Epidemiological updates of post-traumatic related limb osteomyelitis in china: a 10 years multicentre cohort study. *International Journal of Surgery (London, England)*, 109(9), 2721–2731. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000000502>

Rodham, P., Panteli, M., Qin, C., Harwood, P., & Giannoudis, P. V. (2023). Long-term outcomes of lower limb post-traumatic osteomyelitis. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 49(1), 539–549. <https://doi.org/10.1007/s00068-022-02104-9>

Rodham, P., Panteli, M., Vun, J. S. H., Harwood, P., & Giannoudis, P. V. (2023). Lower limb post-traumatic osteomyelitis: a systematic review of clinical outcomes. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology : Orthopedie Traumatologie*, 33(5), 1863–1873. <https://doi.org/10.1007/s00590-022-03364-2>

Sharma, P., & Baghel, A. (2023). Outcome of intramedullary nail coated with antibiotic-impregnated cement in chronic osteomyelitis. *Annals of African Medicine*, 22(4), 434–439. https://doi.org/10.4103/aam.aam_185_22

Solanki, T., Maurya, M. K., & Singh, P. K. (2023). Results of Antibiotic-Impregnated Cement/Polymer-Coated Intramedullary Nails in the Management of Infected Nonunion and Open Fractures of Long Bones. *Cureus*, 15(8), e43421. <https://doi.org/10.7759/cureus.43421>


Walter, N., Rupp, M., Krückel, J., & Alt, V. (2022). Individual and commercially available antimicrobial coatings for intramedullary nails for the treatment of infected long bone non-unions: a systematic review. *Injury*, 53, S74–S80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.05.008>

Wang, G., Luo, W., Zhou, Y., Zhu, Z., Zhao, Z., Liu, S., ... Zhang, Y. (2021). Custom-Made Antibiotic Cement-Coated Nail for the Treatment of Infected Bone Defect. *BioMed Research International*, 2021, 6693906. <https://doi.org/10.1155/2021/6693906>

Wang, L., Lu, S., Luo, W., Wang, G., Zhu, Z., Liu, Y., ... Zhang, Y. (2023). Efficacy comparison of antibiotic bone cement-coated implants and external fixations for treating infected bone defects. *International Orthopaedics*, 47(5), 1171–1179. <https://doi.org/10.1007/s00264-023-05727-8>

Zayzan, K. R., Yusof, N. M., Sulong, A. F., Zakaria, Z., & Rahman, J. A. (2022). Functional outcome and quality of life following treatment for post-traumatic osteomyelitis of long bones. *Singapore Medical Journal*, 63(5), 251–255. <https://doi.org/10.11622/smedj.2020164>

Zhang, H., Zhao, X., Yang, X., Zhang, X., Chen, X., Zhou, T., ... Shi, J. (2023). Comparison of internal and external fixation after debridement in the Masquelet technique for Cierny-Mader type IV tibial post-traumatic osteomyelitis. *Injury*, 54(2), 422–428. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.injury.2022.11.030>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Esta investigación fue auspiciada por la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT)