

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
UNAN-LEÓN  
DEPARTAMENTO DE ORTOPEDIA Y TRAUMATOLOGÍA  
“DR. JAIME GRANERA SOTO”**



**TESIS**

**Para optar al título de**

**Especialista en Ortopedia y Traumatología**

**Evolución clínica de los pacientes mayores de 15 años con osteomielitis crónica de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA, durante el período de Enero 2019 a Diciembre del 2021.**

**Autor: Dr. Oscar Edén Rivas Ponce.  
Residente de Ortopedia y Traumatología**

**Tutora: Dra. Tania Yaniris Salgado Silva.  
Especialista en Ortopedia y Traumatología.**

**Asesor: Dr. Francisco Tercero Madriz.  
Especialista en Salud Pública.**

León, Diciembre de 2022

***“La resistencia antimicrobiana y la resistencia a múltiples fármacos son un problema creciente en todo el mundo, así como un tema candente sujeto a un intenso debate”***

***“Proponemos que los médicos deben ‘suponer que todas las heridas crónicas no cicatrizantes y que no han respondido al tratamiento de referencia tienen biofilm’ y, por tanto, los tratamientos se deben dirigir en este sentido”***

Unión Mundial de Sociedades de Cicatrización de Heridas  
(World Union of Wound Healing Societies, WUWHS)

## **DEDICATORIA**

A DIOS: Ser Omnipotente que en todo momento de mi vida me ha iluminado y me ha permitido llegar a la culminación de esta Especialidad.

A MI MADRE: Francis Ponce Betanco, Amiga y confidente un ser ejemplar que ha sabido brindarme cariño y apoyo en todo lo sentidos, sin esperar recompensa, quien con su sabias palabras sabe darme ánimo para continuar adelante.

A MI ESPOSA: Izamara Tercero, que con su paciencia y apoyo me alentó a seguir adelante.

A MI HIJO: Luis David Rivas con su inocencia de niño, es mi inspiración para continuar superándome en mi carrera profesional.

A MI HERMANO: David Ponce amigo que con sus palabras de joven me ayudó a ser fuerte.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a **DIOS** todo poderoso, por haberme iluminado a lo largo de mi vida y de mi carrera.

Especial agradecimiento a todos mis maestros del departamento de Ortopedia y Traumatología, que con su enseñanza y esfuerzo me guiaron e impulsaron para llegar a concluir un escalón en mi vida profesional.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi Tutora Dra. **Tania Yaniris Salgado Silva** quien me ha orientado y apoyado durante mi preparación para llegar al final del presente estudio.

Al Gobierno del Comandante Daniel Ortega y Cra Rosario Murillo por brindarme la oportunidad de estudiar y dar una mejor calidad de atención a la población Nicaragüense.

A todas las amistades sincera, que de una u otra forma me han ayudado de forma incondicional a este proceso.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir la evolución clínica de los pacientes mayores de 15 años con osteomielitis crónica de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA, durante el periodo de enero 2019 a diciembre del 2021. El estudio fue observacional, descriptivo, de corte transversal. La fuente de información fue primaria y secundaria. Los datos recolectados fueron introducidos, procesados y analizados en el software SPSS versión 22.0.

La mayoría de los casos tenía entre 25-54 años, hombres, casado/acompañado, con baja escolaridad, rurales y agricultores. La principal causa fueron los accidentes de tránsito. El 77.4% de las fracturas fueron abiertas y 12.9% cerradas. Los elementos de fijación interna que predominaron fueron: clavos intramedulares y fijadores externos. Los principales factores de riesgo de osteomielitis fueron: sistémicos y locales. El 41.9% usó antibióticos previamente, pero todos recibieron antibiótico terapia. El 51.6% tuvieron implantes previos (predominando el clavo endomedular). Los principales procedimientos quirúrgicos fueron: lavado quirúrgico, seguido por debridación, uso de fijadores externos e injerto óseo.

Las altas tasas de resultados y egresos favorables de todos los casos de osteomielitis crónica permiten considerar que el manejo de estos pacientes en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA ha sido adecuado.

Se recomienda la prevención y control de los accidentes de tránsito. Además, promover estudios similares, pero con una mayor muestra y que se incluyan solamente la osteomielitis crónica causadas por accidentes de tránsito, para mejorar la comparabilidad de la efectividad de las diferentes técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la osteomielitis crónica.

**Palabras claves:** *osteomielitis crónica de tibia, manejo, estudio transversal, HEODRA.*

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	5
IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
V. OBJETIVOS	7
VI. MARCO TEÓRICO	8
VII. DISEÑO METODOLÓGICO	29
VIII. RESULTADOS	35
IX. DISCUSIÓN	43
X. CONCLUSIONES	45
XI. RECOMENDACIONES	46
XII. REFERENCIAS	47
XIII. ANEXOS	50



## I. INTRODUCCIÓN

Las infecciones músculo esqueléticas, específicamente la osteomielitis, crean un carga sustancial para el paciente, el médico tratante y los sistemas de atención en salud.<sup>1</sup> La osteomielitis se define como un proceso inflamatorio del hueso y de la médula ósea causada por un organismos infecciosos que da como resultado la destrucción ósea local, necrosis y aposición de hueso nuevo. El término la osteomielitis implica infección ósea.<sup>2</sup>

La osteomielitis es causada por diversos microorganismos que llegan a dichos órganos por vías diferentes. La vía hematógena es muy común en niños; la vía por contigüidad se debe a la inoculación bacteriana de un foco adyacente, por ejemplo abscesos, celulitis, la inoculación directa, asociada a fracturas abiertas o a la colocación implante esta última se observa típicamente después de operaciones en huesos como la osteotomía o reparaciones ortopédicas muy común en adultos;<sup>3</sup> y la asociada con insuficiencia vascular, debida a infecciones que afectan los pies en pacientes diabéticos o insuficiencia vascular periférica.<sup>4,5</sup>

El cuadro clínico de la osteomielitis crónica ha cambiado notablemente en los últimos 70 años. Con la llegada de antibióticos, al principio parecía haber perdido su capacidad de inspirar miedo. En los países industrializados, la osteomielitis hematógena se ha eliminado casi por completo.<sup>6</sup> La forma postraumática / postoperatoria adquirida, por otro lado, está en aumento, debido a la estructura de edad cambiante de la población y el aumento en el número de implantes quirúrgicos y ortopédicos, se espera un nuevo aumento en el futuro cercano.<sup>7-9</sup> Por esta razón, es importante evaluar el manejo adecuado de este problema de salud pública.

Las estrategias de su tratamiento incluyen la combinación de antibióticos, resección quirúrgica y cobertura de tejidos blandos. Por lo tanto, esto ha resultado en un enfoque multidisciplinario especializado para su diagnóstico y tratamiento. A pesar de estos avances, la osteomielitis sigue siendo un desafío clínico de diagnóstico y de manejo a largo plazo, tanto en países de alto ingreso como de bajo y mediano ingreso. Los desafíos y las complejidades inherentes de la osteomielitis ha resultado en dificultades para definir un sistema de clasificación u ofreciendo una distinción entre osteomielitis aguda y crónica de la enfermedad.<sup>10-14</sup>



El fin primordial del tratamiento de osteomielitis es evitar su avance a la forma crónica mediante el diagnóstico y el tratamiento rápidos. La infección de dispositivos y de articulaciones obliga a utilizar un enfoque multidisciplinario en que se necesita antibioticoterapia, y en muchos casos la extracción quirúrgica del dispositivo. No se ha definido la duración óptima del tratamiento con antibióticos para la mayoría de los tipos de osteomielitis.

En este trabajo se pretende evaluar la evolución clínica de los pacientes mayores de 15 años con osteomielitis crónica de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Arguello, durante el periodo de enero 2019 a diciembre del 2021, así como Indagar cual es las técnica quirúrgica más aplicada para el tratamiento de la osteomielitis crónica en el departamento de Ortopedia y Traumatología.

## II. ANTECEDENTES

Morales (2004) realizó un estudio de casos (n=74) y controles (n=222) para determinar los factores de riesgo de osteomielitis crónica en pacientes mayores de 12 años en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA durante el 2000 – 2002. El análisis del Odds Ratio fue crudo. Se concluyó que solamente los antecedentes de absceso y de fractura expuesta estuvieron asociados estadísticamente con osteomielitis crónica.<sup>20</sup>

Cetz (2008) realizó un estudio retrospectivo sobre osteomielitis en pacientes con antecedente de fractura expuesta en el Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Regional de Alta Especialidad de Veracruz, México, durante 2006-2008 (n=860). El 22% eran fracturas expuestas, de los cuales el 88% eran del sexo masculino, presentaron osteomielitis (16%). Los segmentos más afectados fueron la tibia (47%), radio y cubito (17%), fémur (5%), humero (2%). Según Gustillo los casos se clasificaron: tipo I (7%), tipo II (19%), tipo IIIA (62%), tipo IIIB (7%), tipo IIIC (5%). El principal segmento afectado en los pacientes con osteomielitis fue la tibia (78%) y otros (22%). De los 9 pacientes con osteomielitis 4 (45%) recibieron manejo con fijador, 3 (33.3%) con placa, 1 (11%) manejo conservador con yeso.<sup>19</sup>

Tripuraneni et al. (2008) realizó un estudio retrospectivo en un Centro de Trauma Nivel I en Albuquerque, Nuevo México (n= 215 fracturas abiertas de tibia). No encontró diferencia significativa en la tasa de infección para fracturas abiertas desbridadas > 6 y <6 horas post lesión.<sup>18</sup>

Pollack et al. (2010) realizaron un estudio de prospectivo observacional (n=307 pacientes). Concluyeron que la admisión a un centro de trauma definitivo después de 2 horas postrauma tuvo 5.4 veces más probabilidad de desarrollar infección y 3.1 veces más probabilidad de tener infecciones mayores. La tasa total de infección fue de 27%.<sup>17</sup>

Weber et al. (2014), realizaron un cohorte prospectivo (n=791 fracturas abiertas). Demostraron que el desarrollo de infecciones posterior a una fractura abierta no se asoció con el tiempo a la cirugía o uso de antibióticos, sino que con el incremento del grado de Gustillo de las fracturas de tibia/fíbula.<sup>16</sup>

Geurts et al. (2017) realizaron una revisión sistemática para identificar un régimen de tratamiento estándar o altamente exitoso para osteomielitis crónicas en países de bajos y medianos ingresos. En los estudios participaron 1173 pacientes de África (Kenia, Malawi, Nigeria, Congo, Uganda, Etiopía) y Asia (Nepal, India). Todos los pacientes fueron diagnosticados con osteomielitis crónica. La edad media fue de 15 años y el rango varió de 1 mes a 84 años (n= 102 estudios). Los regímenes de tratamiento quirúrgico y antibiótico diferían sustancialmente. El rango de la tasa de recuperación fue de 52% y 97.7%. Sin embargo, la evidencia no fue lo suficientemente sólida como para identificar el tratamiento más efectivo, o incluso permitir una recomendación del mejor tratamiento adecuado para la osteomielitis crónica en personas de bajos ingresos países.<sup>13</sup>

Lou et al. (2019) describieron el uso de la técnica de corticotomía en forma de L con deslizamiento del colgajo óseo para tratar la osteomielitis crónica de la tibia en ocho pacientes adultos de ambos sexos. Todos los casos tenían afectada la corteza tibial anterior, pero no la posterior. Las principales causas fueron: reducción abierta y fijación interna (5) y fractura abierta de tibia (3). Los principales microorganismos encontrados fueron: *S. aureus* (5), *pseudomonas* (2) y *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (1). El rango de operaciones previas de 2-10. El tamaño de los defectos óseos después de la secuestrectomía y el desbridamiento radical fue de 8.1 cm en promedio. El período de seguimiento medio fue de 34.1 meses. Los resultados funcionales y óseos se evaluaron en el último seguimiento. Se logró la erradicación completa de la infección y la unión de los sitios en todos los pacientes. Los resultados funcionales se consideraron excelentes en cinco pacientes y buenos en el resto. Los resultados óseos se clasificaron como excelente en todos los casos. El tiempo medio de fijación externa fue de 169.9 días y el índice de fijación externa fue de 21.2 días / cm. El dolor fue la queja más común durante el alargamiento. Se observaron infecciones del tracto pin en 4 pacientes, y se observó rigidez transitoria leve del tobillo en tres pacientes. Se concluyó que esta técnica es segura y efectiva, disminuyendo significativamente la tasa de fijación externa. La extracción más temprana del fijador externo puede resultar en una mayor comodidad del paciente, una tasa de complicación reducida, una rehabilitación rápida y conveniente.<sup>15</sup>

### III. JUSTIFICACIÓN

Le elección del problema de este estudio se basó en los siguientes criterios:

**Pertinencia:** la osteomielitis es una de las complicaciones devastadoras y su principal etiología es postraumática y post-operatoria. Entre el 10%-30% de los casos agudos se vuelven crónicos, y su frecuencia es 10 veces mayor en las fracturas abiertas, y dentro de estas el hueso de la tibia es el más afectado.<sup>21</sup> Por otro lado, estas complicaciones infecciosas ocurren en un 5% donde se usa implantes ortopédicos.<sup>12</sup> Además, la osteomielitis está en la lista de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud sujetas a Vigilancia Epidemiológica del MINSA.<sup>22</sup>

**Ausencia de duplicación:** Un estudio similar no se ha reportado en Nicaragua.

**Viabilidad:** El estudio es muy viable con recursos disponibles (personal y expedientes).

**Interés sanitario:** La Ley General de Salud de la República de Nicaragua, precisa que la calidad es un principio del sistema de salud y el estado debe garantizar el mejoramiento continuo de la situación de salud de la población en sus diferentes fases y niveles de atención conforme la disponibilidad de recursos y tecnologías existentes con el máximo beneficio y satisfacción al menor costo y riesgo posible.<sup>23</sup>

**Aplicabilidad:** Hay bastante probabilidad de que se lleven a la práctica las recomendaciones.

**Necesidad de datos:** Es necesario estudiar la evolución clínica, o sea la forma en que la osteomielitis se va a inactivar, estabilizar o empeorar, en base a su etiología, severidad, factores de riesgo, manejo diagnóstico y terapéutico. Dicha información será necesaria para los tomadores de decisiones del MINSA y muy relevante para la prevención primaria, secundaria y terciaria de la osteomielitis.

**Consideraciones éticas:** No existe problema ético.

#### **IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En base a la evidencia de la magnitud de la osteomielitis y de la necesidad del estudio mencionada anteriormente, con este estudio pretendemos obtener respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo es la evolución clínica de los pacientes mayores de 15 años con osteomielitis crónica de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA, durante el periodo de enero 2019 a diciembre del 2021?

## V. OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Evaluar la evolución clínica de los pacientes mayores de 15 años con osteomielitis crónica de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA, durante el periodo de enero 2019 a diciembre del 2021.

### **Objetivos Específicos:**

1. Enunciar las características demográficas de los pacientes en estudio.
2. Identificar los factores de riesgo de la osteomielitis.
3. Reflejar el manejo y seguimiento de los casos.
4. Indagar cual es las técnicas quirúrgicas más aplicada para el tratamiento de la osteomielitis crónica.
5. Plasmar la condición de egreso de los casos.

## VI. MARCO TEÓRICO

### **Terminología**

La osteomielitis se define como un proceso inflamatorio del hueso y médula ósea causada por un organismo infeccioso (s) que da como resultado la destrucción ósea local, necrosis y aposición de hueso nuevo. El término de osteomielitis implica infección ósea o articular.<sup>2</sup> La osteomielitis aguda, que a menudo se usa indistintamente con la osteomielitis hematógena, se refiere a la osteomielitis antes de que ocurra la osteonecrosis. Por el contrario, la osteomielitis crónica se define como infección ósea en presencia de osteonecrosis y, por lo tanto, se requiere desbridamiento quirúrgico para tratamiento.<sup>21</sup>

"Osteomielitis" se refiere a la infección de la médula del hueso; el término "osteítis" describe la participación de todo el órgano, incluida la corteza ósea. En el mundo angloamericano, la "osteomielitis" es el término preferido y se usa como sinónimo de ambas condiciones.<sup>12</sup>

### **Epidemiología**

Cifras disponibles revelan que el 19% de las osteomielitis son de origen hematógeno, entre 39-47% secundario a infección por contigüidad o exógeno, y entre 27-34% asociado a la insuficiencia vascular o diabetes mellitus. La incidencia de osteomielitis crónica es mayor en hombres. Las infecciones por inoculación directa han aumentado en las últimas décadas, probablemente por un aumento de los traumatismos de alta energía, como los accidentes de vehículo con motor, y por el creciente uso de dispositivos de fijación ortopédica y prótesis articulares.<sup>21,24,25</sup>

El tratamiento-refractario de las complicaciones infecciosas agudas fue la causa más frecuente de osteomielitis crónica en países desarrollados. En cirugías electivas de trauma, esto ocurre a una tasa de 1%-5% después de fracturas cerradas y, según la gravedad, en 3%-50% después de fracturas abiertas de I-III grado. La fractura abierta se ve con mayor frecuencia en la tibia, y es también el hueso más infectados.<sup>24</sup> En general, las complicaciones infecciosas ocurren en el 5% de implantes traumáticos u ortopédicos durante la vida útil del implante.<sup>12</sup>

Entre el 10% a 30% de los pacientes, la osteítis aguda se vuelve crónica. <sup>12</sup> En países industrializados, la osteomielitis postraumática y post-operatoria es, la forma más importante, contabilizando el 80% de las infecciones óseas. Entre el 10%-30% de casos aguda se vuelven crónicos.

### **Factores de riesgos:**

Existen factores de riesgo que hacen a la persona más propensa al desarrollo de osteomielitis, se dividen en dos grandes grupos: sistémicos y locales (Tabla 1).<sup>12,26,27</sup>

Tabla 1 Factores de riesgo en la curación de la herida y del hueso.

---

<b>Factores de riesgo</b>
<b>Sistémicos:</b>
○ Desnutrición
○ Obesidad
○ Insuficiencia renal o hepática
○ Diabetes mellitus
○ Insuficiencia respiratoria
○ Deficiencia inmune (SIDA, deficiencia de granulocitos o del complemento)
○ Tumor maligno
○ Muy joven o muy viejo
○ Supresión inmune (por ejemplo, quimioterapia, trasplante)
<b>Locales:</b>
○ Linfedema crónico
○ Insuficiencia venosa crónica
○ Macroangiopatía
○ Amplia cicatrización
○ Fibrosis por radiación
○ Vasculitis de vasos pequeños
○ Neuropatía
○ Colocación implantes quirúrgicos
○ Traumatismo
○ Hipoperfusión donde ocurre el traumatismo (arteriopatía oclusiva)

---



### **Infecciones relacionadas a trauma musculoesquelético**

La incidencia de lesiones traumáticas, especialmente aquellas causadas por vehículos motorizados, ha aumentado significativamente alrededor del mundo. Los efectos tardíos de fracturas de huesos largos, especialmente lesiones abiertas, son osteomielitis crónica y sin unión infectada. Los Centros de Control y Prevención de Enfermedades ha estimado la incidencia de osteomielitis en los Estados Unidos de 2 por 10,000 personas. Este número es muy probablemente subestimado y es ciertamente mucho más alto en países de bajo ingreso. En África, el trauma ahora se designa como una epidemia.<sup>1,28</sup>

### **Osteomielitis de huesos largos asociada a osteosíntesis**

A nivel mundial el constante aumento de siniestros de tránsito de alta cinemática ha producido un incremento del número de fracturas complejas, y procedimientos quirúrgicos traumatológicos que usan material de osteosíntesis para estabilizarlas. En los Estados Unidos anualmente se resuelven 2,000,000 de fracturas con osteosíntesis, de ellas se infectan un 5% con un costo aproximado de 50,000 dólares cada una.<sup>24</sup>

La osteomielitis hematógena ocurre principalmente en niños, luego con el cierre de las epífisis de los huesos largos disminuye la susceptibilidad a la colonización microbiana. En adultos la osteomielitis hematógena es infrecuente excepto en huéspedes inmunocomprometidos.<sup>9</sup>

En adultos, 50% de infecciones óseas son ocasionadas por *S. aureus*, especialmente de origen hematógeno. Otros patógenos menos comunes son los bacilos Gram negativos (aeróbicos o anaeróbicos). El *M. tuberculosis* y *Brucella spp* afectan especialmente la columna.<sup>9</sup>

Las osteomielitis por anaerobios usualmente están asociadas a la extensión directa de un foco infeccioso. Causas infrecuentes de origen hematógeno son las ocasionadas por hongos: Histoplasmosis, coccidioidomicosis y blastomicosis. Personas inmunocomprometidas pueden desarrollar infecciones óseas por *Candida*, *Aspergillus* y *Pneumocystis*.<sup>9</sup>

### Patógenos causales

En alrededor del 75% de los casos de osteomielitis crónica, los patógenos causales son *Staphylococcus aureus* y estafilococos coagulasa negativos. En menor frecuencia, y dependiendo de la disposición individual del paciente, los estreptococos, bacterias gramnegativas (GNB, por sus siglas en inglés) (entero - bacterias, pseudomonas), y las bacterias anaerobias han sido demostrado; raramente, las micobacterias y hongos son encontrados. Lo que todos tienen en común es la capacidad de formar un biofilm.<sup>12</sup> En la Tabla 2 se resume los principales patógenos asociados a osteomielitis y su frecuencia.

Tabla 2 Microbiología de la osteomielitis.<sup>21</sup>

Microorganismos	Frecuencia (% de casos)		
	Común (50%)	Ocasional (25%)	Raro (5%)
• <i>Staphylococcus aureus</i>	x		
• Coagulase-negative staphylococci	x		
• Streptococci Enterococci		x	
• <i>Pseudomonas</i> spp.		x	
• <i>Enterobacter</i> spp.		x	
• <i>Proteus</i> spp.		x	
• <i>Escherichia coli</i>		x	
• <i>Serratia</i> spp.		x	
• Anaerobes: ( <i>Peptostreptococcus</i> spp, <i>Clostridium</i> spp, <i>Bacteroides fragilis</i> group)		x	
• <i>Mycobacterium tuberculosis</i>			x
• <i>Mycobacterium avium</i> complex			x
• Rapidly growing mycobacteria			x
• Dimorphic fungi			x
• <i>Candida</i> spp.			x
• <i>Aspergillus</i> spp.			x
• <i>Mycoplasma</i> spp.			x
• <i>Tropheryma whipplei</i>			x
• <i>Brucella</i> spp.			x
• <i>Salmonella</i> spp.			x
• <i>Actinomyces</i>			x

## **Fisiopatología**

La osteomielitis abarca un amplio espectro de mecanismos de enfermedades con 3 categorías generalmente aceptadas: propagación hematógena (transmitida por la sangre), contaminación contigua e insuficiencia vascular o neurológica asociada a la infección. Las características de cada categoría se puede resumir de la siguiente manera: (1) la diseminación hematógena primaria de las bacterias afecta principalmente la metáfisis de pacientes esqueléticamente inmaduros o cuerpos vertebrales de todas las edades, aunque puede ocurrir infección en otros lugares; (2) la infección contigua generalmente se transmite desde un sitio contaminado, la mayoría comúnmente visto con contaminación directa de bacterias en fracturas abiertas o en cirugía de reemplazo articular con un implante ortopédico; (3) osteomielitis asociada a insuficiencia vascular o neurológica resulta del suministro de sangre deficiente, heridas diabéticas, pérdida de sensación protectora y defensas inmunes alteradas, que comúnmente afectan la extremidad inferior.<sup>30</sup>

La osteomielitis crónica es difícil de tratar y se caracteriza por recaídas frecuentes. Se manifiesta cuando se produce un desequilibrio entre la virulencia y la cantidad de bacterias inoculadas por un lado y las defensas del huésped en el otro. La comprensión de la fisiopatología ha sido mejorada en gran medida por el modelo de *biofilm*, que explica la gran variedad de síntomas y el curso cambiante.<sup>12,20-32</sup>

Las condiciones requeridas para un *biofilm* son tejido necrótico y hueso, que tienen un efecto de cuerpo extraño y son colonizados por bacterias. Los patógenos primero forman colonias superficiales, que luego se multiplican en una estructura tridimensional. Se comunican a través de señales químicas que funcionan como autoinductores, permitiendo un comportamiento coordinado tanto dentro como entre especies (*detección de quórum*). Esta matriz ofrece protección contra las bacterias de influencias mecánicas y dificulta el uso de antibióticos, las propias células de defensa del cuerpo y los anticuerpos para penetrar, funcionando como una barrera de difusión. Los patógenos pasan de una *fase planctónica* con una alta tasa metabólica y rápida multiplicación a una *forma sésil* con un metabolismo muy reducido y ralentiza las reacciones biológicas. Esto puede reducir su sensibilidad a los antibióticos por un factor de  $10^3$ .<sup>12</sup>

El propio sistema de defensa del cuerpo es inhibido por un *secuestrador* de la misma manera que el implante en una infección asociada a un cuerpo extraño. Neutrófilos granulocitos penetran el *biofilm* pobremente y en el proceso pierde su capacidad de fagocitar. La apoptosis ocurre con activación excesiva del complemento y liberación de radicales y proteasas, lo que resulta en una inmunodeficiencia local.<sup>12</sup>

En las capas inferiores del biofilm, las condiciones son anaeróbicas, reduciendo masivamente la tasa de crecimiento y actividad metabólica de los patógenos. Las llamadas poblaciones "persistentes" de patógenos metabólicamente inactivos, son en gran medida insensibles a los antibióticos. Después que el tratamiento ha terminado, pueden volver a un modo activo y luego mostrar resistencia a los anti infecciosos administrados originalmente.<sup>12</sup>

Un retorno de la fase sésil a la fase planctónica es posible, y clínicamente esto puede desencadenar una recurrencia local o sistémica de la infección. La población del biofilm así funciona como una fuente permanente de patógenos virulentos a ellos mismos, son insensibles al sistema inmunitario y antibióticos administrados. El tratamiento más seguro en la actualidad, por lo tanto, es la eliminación quirúrgica del secuestro que lleva el biofilm.<sup>12</sup>

Este modelo muy simplificado aún no se ha documentado en detalle por estudios in vivo. Muchos de los procesos que rigen la formación del biofilm todavía no se comprenden. Sin embargo, representa el mejor modelo hasta ahora del cuadro clínico de una recurrencia crónica de la enfermedad, e indica algunos puntos de partida para una terapia razonable.

Otra causa de infecciones crónicas es el crecimiento lento de patógenos, que forman lo que se conoce como "variantes de colonias pequeñas" (SCV) y son difíciles de cultivar. Pueden penetrar en las células incapaces de fagocitar, y puede sobrevivir intracelularmente, insensible a los antibióticos disponibles actuales.<sup>12</sup>

### **Fisiopatología de la osteomielitis postraumática**

El término "osteomielitis postraumática" generalmente implica infecciones del hueso después de una fractura abierta o tratamiento abierto de fracturas cerradas con clavado intramedular o placas para estabilización de las fracturas. La fisiopatología de la osteomielitis traumática varía mucho dependiendo de los huesos involucrados, característica de la lesión inicial y condiciones del paciente.<sup>30</sup>

### Clasificación de osteomielitis

El primer paso al asistir un paciente traumatizado con una fractura es definir si es cerrada o abierta. Las fracturas abiertas o expuestas (FE) se clasifican comúnmente según Gustillo-Anderson creada en 1976. En esta clasificación el riesgo de infección aumenta según el grado de lesión tisular, o sea que predice el riesgo de infección en base al grado de lesión de los tejidos, contaminación de la herida y tipo de fractura (Tabla 3).<sup>1,3,33</sup>

Tabla 3 Clasificación de la fractura según Gustilo-Anderson.

<b>Clasificación</b>	<b>Gustillo-Anderson</b>	<b>Infección (%)</b>
Tipo I	Herida limpia, puntiforme <1 cm	1.8
Tipo II	Herida >1 cm con escaso daño de tejidos y moderado grado de contaminación.	3.3
Tipo IIIA	Extensa lesión de partes blandas >10 cm, pero permite el cierre de planos por encima del hueso fracturado.	5
Tipo IIIB	El compromiso y pérdida de tejidos blandos y periostio no permite el cierre de planos.	12
Tipo IIIC	Cualquier fracture que asocie lesión arterial.	16

En términos generales, no existe un sistema integral y aceptado de clasificación de la osteomielitis, lo cual se debe más bien al cuadro heterogéneo de su aparición. Especialistas afrontan ángulos distintos de la osteopatía; sin embargo, muy a menudo los primeros en atender a pacientes con los signos y síntomas iniciales de la osteomielitis son los médicos generales o los internistas; todos ellos deben tener la capacidad de identificar la enfermedad en cualquiera de sus formas.<sup>3,4,5</sup>

Los dos sistemas de clasificación de osteomielitis más conocidos son los de: Cierny-Mader y Waldvogel, tienen más de 30 años. Desde que se presentaron, ha habido avances considerables en el tratamiento de la osteomielitis estrategias y opciones del manejo. En años recientes, se han introducido nuevos sistemas de clasificación. Sin embargo, no son ampliamente utilizados debido a su complejidad y falta de evidencia que respalde su efectividad clínica.<sup>4</sup>

Los pacientes de osteomielitis se clasifican con arreglo los siguientes sistemas:

1. Waldvogel: basado en la patogenia y duración de la infección (Tabla 4);
2. Cierny-Mader: ampliamente usado, clasifica a la osteomielitis con arreglo al sitio anatómico, entidades coexistentes y signos radiográficos, con una estratificación de la osteomielitis de huesos largos para conseguir resultados óptimos con el tratamiento quirúrgico; dicho sistema abarca los factores sistémicos y locales que modifican el estado inmunitario, el metabolismo y la vascularización local (Tabla 5).<sup>4</sup>

Tabla 4 Clasificación de osteomielitis (Waldvogel).

Clasificación	Características
<b>1. Según el Mecanismo:</b>	
• Hematógena	Secundaria al transporte bacteriano a través de la sangre. La mayoría de las infecciones en niños
• Contigua	Inoculación bacteriana de un foco adyacente. Por ejemplo: osteomielitis postraumática, infecciones relacionadas con dispositivos protésicos.
• Asociado a insuficiencia vascular	Infecciones que afectan los pies en pacientes con diabetes, hanseniasis o insuficiencia vascular periférica.
<b>2. Según la duración:</b>	
• Aguda	Episodios iniciales agudos de osteomielitis. Edema, formación de pus, congestión vascular, trombosis de los vasos pequeños.
• Crónica	Recurrencia crónica de casos agudos. Grandes áreas de isquemia, necrosis y secuestro óseo.

Desde un punto de vista epidemiológico, la proporción de osteomielitis crónica está disminuyendo constantemente, debido a que el manejo diagnóstico y terapéutico de osteomielitis aguda ha mejorado. Además, un manejo quirúrgico y antibiótico combinado ha mejorado durante las últimas décadas. Recientemente Zimmerly y Sendi (2017)<sup>32</sup> han resumido los tipos más frecuentes de osteomielitis crónica (Tabla 6).

Tabla 5 Clasificación de osteomielitis (Cierny y Mader).

Clasificación	Características
<b>1. Lugar anatómico:</b>	
• Medular	Infección restringida a la médula ósea.
• Superficial	Infección restringida al hueso cortical.
• Localizada	Infección con bordes claramente definidos y estabilidad ósea preservada.
• Difusa	La infección se extiende a todo el hueso circunferencia, con inestabilidad antes o después del desbridamiento.
<b>2. Condición del huésped:</b>	
• Sano	Paciente sin comorbilidades.
• Compromiso local	Tabaquismo, linfedema crónico, estasis venosa, artritis, grandes cicatrices, fibrosis por radioterapia.
• Compromiso sistémico	Diabetes mellitus, malnutrición, insuficiencia renal o hepática, hipoxia crónica, neoplasias, extremos de edad.
• Condición clínica deficiente	El tratamiento quirúrgico tendrá mayor riesgo que la osteomielitis misma.

Tabla 6 Tipos patogénicos de osteomielitis crónica.

• Osteomielitis crónica persistente después de una terapia quirúrgica exclusiva durante la era preantibiótica.
• Osteomielitis hematógena crónica en niños.
• Progresión a osteomielitis crónica debido a una evaluación diagnóstica insuficiente en pacientes tratados por infección de tejido blando profundo.
• Osteomielitis del pie diabético.
• Osteomielitis en pacientes con úlcera por presión sacra.
• Osteomielitis de la herida esternal después de la osteotomía.
• Osteomielitis crónica persistente en pacientes con infección insuficientemente tratada asociada con una fijación de dispositivo interna de fractura.

La clasificación de la osteomielitis con base en la duración de la infección, aunque no es tan precisa, es útil porque hay diferencias en el tratamiento de las formas aguda y crónica. En términos generales, la osteomielitis aguda es tratada con los antibióticos solos, pero la antibioticoterapia contra la forma crónica debe combinarse con desbridamiento quirúrgico. La osteomielitis aguda hematógena o por contigüidad evoluciona en un lapso breve, es decir, unos cuantos días o semanas. A diferencia de ella, la osteomielitis subaguda o crónica dura semanas o meses antes de comenzar el tratamiento. Ejemplos típicos de la evolución subaguda son la osteomielitis vertebral por tuberculosis o brucelosis y las infecciones tardías vinculadas con implantes causadas más bien por microorganismos de poca virulencia (estafilococos coagulasa-negativos, *Propionibacterium acnes*). La osteomielitis crónica surge cuando el tratamiento insuficiente culmina en persistencia o recidiva, muy a menudo después de infecciones de esternón, mandíbula o pies.<sup>3,4,5</sup>

La clasificación según el sitio distingue entre casos en huesos largos, columna vertebral y huesos periarticulares. Los huesos largos suelen ser afectados después de la siembra hematógena en niños o propagación contigua después de traumatismos o cirugía. El riesgo de osteomielitis vertebral en los adultos se agrava con la edad. La osteomielitis periarticular que complica a la artritis séptica tratada inadecuadamente es común en particular en infecciones periprotésicas articulares.

La osteomielitis en un dispositivo extraño obliga al tratamiento quirúrgico para curarla. Incluso la infección aguda en el implante obliga a seguir un tratamiento antimicrobiano duradero. En consecuencia, asume importancia práctica la identificación de este tipo de enfermedad.<sup>3,4,5</sup>

### **Manifestaciones clínicas**

Las manifestaciones clínicas son poco precisas e incluyen dolor crónico, fiebre, escalofríos y presencia de fistulas, al examen físico puede evidenciarse inestabilidad articular, eritema localizado y signos de flogosis. Cada una de estas manifestaciones se presentará en mayor o menor medida dependiendo de si la osteomielitis se encuentra en fase aguda o en fase crónica<sup>7</sup> (Tabla 7).<sup>26,27</sup>



Tabla 7 Espectro de manifestaciones clínicas según tipo de osteomielitis.

Manifestación clínica	Osteomielitis	
	Aguda	Crónica
Fiebre	++++++	+
Enrojecimiento	+++++	++
Hinchazón	++++	+++
Leucocitosis	+++	++++
Fistula	++	+++++
Purulencia	+	++++++

### **Diagnóstico**

El diagnóstico de osteomielitis se basa en la historia clínica, examen físico, hallazgos de laboratorio y estudios de imagen.<sup>24</sup>

1. **Anamnesis:** Se deben conocer datos generales del paciente entre ellos edad, actividad laboral, actividades deportivas, antecedentes patológicos, antecedente de traumatismo, nivel de discapacidad, limitación funcional, hueso afectado, tiempo de evolución, características del dolor, síntomas asociados, uso de drogas intravenosas.
2. **Exploración física:** se encuentra dolor a la palpación de la región afectada, edema, rubor, aumento del calor local, en algunos casos se encuentran signos de infección de tejidos blandos, secreción local, fistulas, datos de traumatismo previo; en los pacientes con diabetes mellitus, la presencia de úlceras en miembros inferiores está fuertemente relacionada con presencia de osteomielitis hasta en un 60% de los casos. El paciente puede asociar fiebre, síntomas constitucionales importantes, sin que se correlacione con la gravedad de la osteomielitis. Se debe valorar sensibilidad y sistema vascular periférico.
3. **Estudios Complementarios:**
  - **Laboratorios:** se pueden encontrar elevación en la velocidad de eritrosedimentación (VES). La VES es muy sensible pero poco específica, pues se normaliza a las 3-4 semanas en casos de osteomielitis no complicada y en un 25% de los casos, no presenta incremento en fases iniciales. La proteína C reactiva se eleva en las primeras 8 horas, alcanza el valor máximo a los 2 días y se normaliza a la semana de haber iniciado el tratamiento; es útil para el seguimiento y para diferenciar formas complicadas. Estas dos pruebas se utilizan tanto para diagnóstico como para seguimiento al tratamiento. Otros exámenes usados son el conteo de leucocitos, dado que se encuentra aumento hasta en el 60% de los casos y los hemocultivos que son positivos entre el 20 y el 50% de los casos de osteomielitis aguda.

El mejor criterio diagnóstico para la osteomielitis es un cultivo positivo de la biopsia de hueso, y una histopatología consistente con necrosis, sin embargo los hemocultivos positivos, pueden obviar la necesidad de una biopsia ósea, si existe evidencia clínica y radiológica compatible con osteomielitis.

- **Radiografías:** En la radiografía simple se pueden observar signos indirectos como el aumento de partes blandas y/o atenuación de las líneas grasas situadas entre los músculos. Los signos específicos de reacción perióstica (elevación del periostio, formación de hueso nuevo, destrucción ósea, osteopenia, pérdida de la arquitectura trabecular) tardan en ser visibles aproximadamente 2 semanas desde el inicio de la infección, cuando cerca del 50% del contenido mineral óseo se ha perdido en adultos, y 7 días en niños.
- **Ultrasonido:** La ecografía, es una técnica rápida e inocua, útil en regiones de difícil valoración por la instrumentación ortopédica, no utiliza radiación ionizante, y ofrece imágenes en tiempo real. También es capaz de localizar el sitio y la extensión de la infección, identificar factores tales como cuerpos extraños o fístulas, y proporciona una guía para la aspiración o biopsia. En la osteomielitis crónica, se pueden valorar los tejidos blandos adyacentes; los abscesos relacionados se identifican como colecciones líquidas hipocóicas o anecoicas, pueden extenderse alrededor del contorno óseo, además es posible que se evidencien erosiones corticales.
- **Tomografía axial computarizada (TAC):** ofrece excelentes reconstrucciones multiplanares. En la osteomielitis crónica, el TAC demuestra engrosamiento anormal del hueso cortical afectado, cambios escleróticos, invasión de la cavidad medular, trayectos fistulosos y sequestró. En una revisión sistemática para evaluar la precisión de diferentes técnicas de imagen para la evaluación de la osteomielitis crónica, el TAC demostró una sensibilidad de 0.67 con un intervalo de confianza del 95%, y la especificidad de 0.50 (0.03 a 0.97). Cuando hay metal presente en o cerca de la zona de la osteomielitis, hay una pérdida importante de la resolución de la imagen.

- **Resonancia magnética (RM):** permite la detección precoz de la osteomielitis, y la evaluación de la extensión del tejido desvitalizado. Se considera la técnica de imagen más útil para evaluar sospecha de osteomielitis, debido a su capacidad para demostrar los cambios en el contenido de agua de la médula ósea con una excelente definición estructural y espacial. RM es muy sensible para la detección de la osteomielitis del día 3 al 5 posterior a la infección. La sensibilidad y especificidad de la RM para el diagnóstico de la osteomielitis es cercana al 90%.
- **Estudios de medicina nuclear:** puede detectar la osteomielitis de 10 a 14 días antes de que los cambios sean visibles en las radiografías simples. Varios agentes han sido estudiados, incluyendo difosfonato de tecnecio-99m (99mTc-MDP), citrato de galio-67, y leucocitos marcados con indio-111. Estos estudios son muy sensibles, pero tienen el inconveniente de baja especificidad. En consecuencia, es difícil diferenciar la osteomielitis de otras condiciones tales como la artritis, artropatías por cristales, fracturas, neoplasias, entre otros. En la Gammagrafía ósea con tecnecio 99 se observa un aumento focal de la captación del marcador en áreas con mayor vascularización y actividad osteoblástica del hueso. Sin embargo esta puede ser negativa en las primeras 48 horas (por la existencia de zonas de infarto y/o isquemia) y no es útil en el diagnóstico de osteomielitis neonatal. Si la gammagrafía con Tc99 no es definitiva, se recomienda realizar gammagrafía con galio-67 o con leucocitos marcados In111, muy sensibles como marcadores de inflamación aguda.

### **Tratamiento**<sup>30,33,34</sup>

Como se mencionó anteriormente, la osteomielitis crónica es una infección biofilm, donde los microorganismos se adhieren al hueso muerto. Si la edad del biofilm excede aproximadamente 1 mes, la eliminación completa de todos los microorganismos con solamente la terapia antimicrobiana ya no es posible. Por lo tanto, la terapia quirúrgica es la piedra angular del manejo de la osteomielitis crónica. El equipo quirúrgico debe incluir un cirujano ortopédico o traumatólogo, un especialista para cirugía vascular y cirujano plástico en cirugía reconstructiva para el manejo exitoso tasas de éxito entre 70%-95%.<sup>34</sup> Sin una cirugía adecuada, la infección solo puede ser suprimida. Como un primer paso, la restauración del suministro sanguíneo adecuado es necesaria. Esto es más importante para pacientes con isquemia traumática o enfermedad oclusiva de arteria periférica.<sup>32</sup>

El tratamiento de la infección ósea sigue siendo un desafío clínico, aunque muchos métodos han logrado un uso generalizado. Las opciones del tratamiento dependen principalmente de las condiciones de los pacientes, factores de riesgo, las causas iniciales y cambios patológicos locales de pacientes con infección ósea. En este documento se presentan las modalidades del tratamiento de osteomielitis postraumática.<sup>30</sup>

Hasta la fecha, no existen directrices basadas en evidencia sobre el tratamiento de la osteomielitis crónica. Básicamente, la elección está entre un enfoque paliativo y uno curativo. Por lo tanto, se debe tomar una decisión interdisciplinaria basada sobre qué tratamiento puede tolerar el paciente. La calidad de vida del paciente no debe ser reducida por el tratamiento, sino mejorada. El enfoque de tratamiento de la osteomielitis crónica tiene los siguientes objetivos:<sup>34</sup>

- Detener la infección.
- Reducir el dolor
- Conservar la extremidad y la función.

Si se elige la resección de la cirugía radical incluyendo hueso sano y tejido blando es requerido, como en un "enfoque oncológico". Todos los cuerpos extraños, incluidos tornillos rotos, escariadores, cerclajes y restos de cemento se eliminan, como todos implantes que podrían ser portadores de biofilm. Una médula infectada debe extraerse e irrigar si es posible para eliminar el tejido necrótico infectado de la cavidad medular. Los bordes resecaados deben ser viables y bien perfundido para que pueden aceptar un trasplante o consolidarse en el sitio afectado. No existen criterios objetivos para definir los límites de resección; ese sigue siendo la decisión individual del cirujano en cuestión. El procedimiento se divide en cuatro pasos:

- Secuestrectomía radical
- Manejo del espacio muerto
- Reconstrucción de tejidos blandos
- Restauración de la estabilidad ósea.<sup>34</sup>

## **La técnica de Papineau**

Se utiliza en el tratamiento de las infecciones óseas crónicas o de las Pseudoartrosis (falta de unión de la fractura) infectadas. Se realiza una resección del tejido óseo infectado dejando una cavidad. En el caso de las fracturas no consolidadas es necesario utilizar un sistema de inmovilización de la misma. La herida permanece abierta y se realiza una limpieza diaria de la misma mediante un sistema de goteo de suero fisiológico estéril. Una vez se observa tejido de granulación en el hueso se realiza un relleno con injerto óseo de la cavidad y cierre de la herida (directo o mediante un injerto/colgajo muscular y de piel).

### **FASE I: Desbridamiento**

Utilice isquemia con manguito neumático cuando sea posible. En esta fase, se extirpan completamente los trayectos fistulosos y secuestro, y se cruentan las áreas de hueso, después de 4-5 días, se comienza el cambio diario de apósitos; si es necesario se extirpa de nuevo el tejido infectado y se pospone la fase siguiente hasta que no haya signos de infección y el tejido de granulación sano cubra la superficie totalmente.

### **FASE II: Injerto**

Consiste en el injerto de hueso esponjoso autólogo, obtenido preferiblemente de la cresta ilíaca posterior. Papineau y cols recomiendan sacar los injertos en tiras de 3-4 cm de largo y se colocan los injertos en capas concéntricas y superpuestas, y se rellena completamente la cavidad. En el área de resección se cubren los extremos óseos, modelados en forma de escama de pescado, con estas tiras para reconstruir la forma de la diáfisis. Empaquete la herida, sin cerrarla, con compresas empapadas en solución antibiótica. El primer cambio de vendaje se realiza entre el tercero y quinto día, y se vuelve a colocar en su sitio cualquier fragmento de injerto que haya podido adherirse al apósito. Cambie el apósito hasta que el injerto se estabilice. Si está indicado, se utilizan colgajos musculares pediculados de vecindad para aumentar el aporte sanguíneo a los injertos óseos, y se dejan el tejido subcutáneo y la piel suprayacentes abiertos. También, especialmente en los huesos situados directamente bajo la piel, tales como la tibia, se extirpan los bordes de la herida, si la piel tiende a cubrir el tejido de granulación, antes de que éste haya cubierto totalmente los injertos óseos.

### **FASE III: Cobertura de Herida**

En algunos casos la epitelización espontánea produce una cobertura adecuada de la herida; si no es así, en la fase III se usan diversas técnicas para obtener una cobertura adecuada, incluyendo en ellas injertos cutáneos, colgajos miocutáneos, colgajos musculares pediculados y colgajos libres, que requieren una anastomosis microvascular para conseguir una adecuada cobertura.

### **El método de transporte óseo**

Se basa en un principio fundamental que es la inducción de la osteogénesis en distracción de fragmentos óseos, lo que busca la formación de tejido óseo de excelente calidad biológica, donde traslada un segmento de hueso en dirección longitudinal, bajo los principios de tensión-estrés, permitiendo dicho procedimiento.

Ilizarov demostró cómo la tracción gradual del callo estimula no solo la osteogénesis sino también el crecimiento y regeneración de los tejidos blandos circundantes tales como piel, músculos, nervios y vasos sanguíneos. Las opciones terapéuticas de reconstrucción del miembro inferior en situaciones similares son el injerto de peroné vascularizado, membrana inducida, transporte óseo e injerto pretibial, los cuales tienen diferentes grados de recomendación. La mayoría de estos pacientes presentan una larga evolución y un importante número de fracasos terapéuticos previos. Sufren gran estrés emocional, psicológico, laboral, en su vida personal y familiar, que coloca esta opción terapéutica como la última alternativa antes de la amputación definitiva del miembro afectado.

### **La técnica de membrana inducida (Masquelet)**

El manejo de los defectos óseos continua siendo un reto para el cirujano ortopedista quien a pesar de la introducción de nuevas técnicas quirúrgicas para el manejo de la patología de origen multifactorial, aun se ve limitado en los resultados postoperatorios y funcionales del paciente. La técnica de inducción de membrana/Masquelet se basa en el concepto de la respuesta tisular a un cuerpo extraño, que conduce a la formación de una membrana biológica activa circundante. La membrana está bien vascularizada, secreta factores de crecimiento y contiene células madre adultas mesenquimales, que son las responsables de la regeneración tisular.

Con la introducción de técnicas de membrana inducida (Masquelet) para el tratamiento de los defectos óseos, utilizando volúmenes variables de injerto óseo autólogo no vascularizado se han descrito reconstrucciones de hasta de 20 cm, por lo que en grandes defectos en los cuales se requieren volúmenes mayores de injerto, se han venido incorporando técnicas quirúrgicas para la obtención del mismo en diferentes localizaciones corporales, aumentando la morbilidad del paciente y el riesgo de complicaciones.

Si el estado general del paciente no permite intervenciones extensas, el tratamiento paliativo debe emprenderse si es posible, para controlar infección y aliviar el dolor. Medidas disponibles son trepanación de médula ósea, secuestrectomía local, revisión de tejidos blandos y drenaje permanente.<sup>39</sup> El uso del cierre asistido por vacío (VAC) es controversial.<sup>38</sup> El manejo de infecciones en fracturas es un desafío continuo. Aunque el tratamiento antibacteriano, desbridamiento quirúrgico, riego y drenaje son procedimientos establecidos para las fracturas infectadas.

Mitchel, et al. (2017) describe las opciones de tratamiento para los cuatro tipos anatómicos de osteomielitis en la Tabla 8.<sup>30</sup>

Tabla 8 Modalidades de tratamiento para diferentes tipos de osteomielitis.

Tipo anatómico	Descripción	Tratamiento
• Medular	Nido endosteal: la infección se limita al espacio medular; es probable que el tratamiento no requiera injerto óseo.	Pequeño desvestimiento de la corteza, legrado del espacio medular, escariado medular
• Superficial	Nido de la superficie ósea: la infección se limita a la superficie externa del hueso con compromiso de tejidos blandos. El tratamiento no desestabilizará el hueso y por lo tanto no requerirá la fijación de hardware.	Decorticación superficial Cobertura de tejidos blandos - Colgajo de tejido pedicular - Colgajo de tejido libre
• Localizada	Necrosis ósea localizada: secuestro focalizado de hueso cortical. La escisión puede requerir fijación si hay un hueso desestabilizado.	Sequestrectomía, descompresión medular, escisión cicatricial, decorticación superficial, estabilización si es necesario
• Difuso	Destrucción ósea extensa: implicación de permeado. La destrucción del hueso cortical provoca una estructura ósea inestable.	Se requiere estabilización y cobertura de tejidos blandos; la fijación externa es la técnica más segura y versátil.

Los 4 tipos de osteomielitis requieren cobertura antibiótica por vía sistémica con un posible tratamiento adyuvante local: Cuentas cargadas de antibióticos; separadores de cemento antibiótico; antibiótico de clavo intramedular; antibióticos locales en polvo

## Terapia médica

Las medidas adicionales son adecuadas, terapia antibiótica sistémicas, preferiblemente oral, y suficiente tratamiento del dolor. Se han sugerido varios regímenes de tratamiento, ninguno de los cuales hasta ahora ha demostrado ser superior a cualquier otro. La terapia empírica comienza después de toma de muestras de tejido profundo para análisis microbiológicos y está dirigido contra el espectro de patógenos esperado. Las opiniones también varían sobre la duración del tratamiento. La búsqueda bibliográfica no identificó estudios que fueron capaces de mostrar evidencia estadística de las ventajas de cualquier medicamento en particular. Asimismo, la efectividad de la terapia antibiótico local no ha sido probada científicamente.<sup>34</sup>

La terapia intravenosa (IV) inicial es idéntica en pacientes con osteomielitis aguda o crónica. De hecho, la necesidad de una terapia intravenosa no se basa en la evidencia. En un paciente con función gastrointestinal intacta, la terapia oral es adecuada, siempre que el medicamento oral tenga excelente biodisponibilidad oral y una penetración ósea razonable (Tabla 9).<sup>35</sup>

Tabla 9 Compuestos antimicrobianos orales que son comúnmente usados en osteomielitis y tienen una penetración ósea razonable.

Clase	Compuesto	Dosis recomendada
Fluoroquinolonas	Levofloxacin	750 mg qd a 500 bid
	Ciprofloxacina	750 mg bid
	Moxifloxacina	400 mg qd
Lincosamida	Clindamicina <sup>1</sup>	300 mg qid hasta 600 mg qid
Rifamicina	Rifampicina	300-450 mg bid o 600 mg qd
Tetraciclinas	Minociclina <sup>2</sup>	100 mg bid
	Doxiciclina	100 mg bid
Oxazolidinonas	Linezolid	600 mg bid
Varios	Ácido fusídico	500 mg tid
	Trimetoprima sulfametoxazol	1 DS tid
	Metronidazol <sup>3</sup>	500 mg tid a qid

qd, una vez al día; bid, 2 veces al día; tid, 3 veces al día; qid, 4 veces al día; DS, doble fuerza.

<sup>1</sup> La mayoría de los datos sobre penetración ósea son de la década de 1970.

<sup>2</sup> Falta de datos sobre penetración ósea.

<sup>3</sup> Data solo desde la vía IV. La biodisponibilidad del IV y la formulación PO es comparable, lo que indica que la penetración ósea es similar.



La terapia parenteral inicial de algunos días con un antibiótico betalactama o un glucopéptido puede ser útil para disminuir la carga bacteriana, antes se utiliza la combinación de una fluoroquinolona o una rifampicina. Esto disminuye el potencial riesgo de aparición de resistencia, que depende de la densidad de microorganismos en el foco infeccioso enfoque.<sup>32</sup>

### **Prevención**

La forma más efectiva de prevenir la osteomielitis postraumática es la atención cuidadosa, apropiada y oportuna del hueso lesionado y el tejido blando. Superar la infección aguda es la mejor profilaxis contra un curso crónico. En la actualidad parece que reducir la tasa de infección por debajo del 1% al 2% alcanzado en cirugía electiva de traumatología y ortopedia (un nivel que se ha mantenido estable durante años), no será posible. Por lo tanto, los esfuerzos actuales están dirigidos a proporcionar un recubrimiento sobre implantes para evitar la adherencia del patógeno. Otro enfoque es investigar la estimulación del sistema inmunitario contra los antígenos estafilocócicos. Actualmente estos procedimientos no están disponible bajo la provisión estándar de atención médica.<sup>30,34</sup>

### **Perspectivas futuras**

Estrategias emergentes para la prevención, diagnóstico temprano de infecciones de bajo grado y tratamientos innovadores de osteomielitis podrían ser los disruptores de biofilm y la inmunoterapia.<sup>4,30-32</sup>

### **Directrices Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis**

En una reciente publicación los miembros de las Directrices Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos hicieron las siguientes recomendaciones (Lima, et al. 2014):<sup>4</sup>

1. Se recomienda la clasificación de Waldvogel por su mayor aplicabilidad clínica; y la de Cierny y Mader por sus propuestas de tratamiento quirúrgico claramente definida.
2. En el diagnóstico de laboratorio las pruebas como VSG y PCR, pueden ayudar en el diagnóstico inicial de osteomielitis, pero no son específicas y son más útiles en el control del tratamiento. La histología debe realizarse en todos los casos sospechosos, y la biopsia ósea, de tejido blando y de sequestro óseo pueden confirmar el diagnóstico. Sin embargo, las muestras obtenidas a través de hisopos de la fístula o secreciones para cultivos darán resultados falsos positivos, ya que identifican los microorganismos que colonizan la piel.

Se deben obtener al menos tres muestras diferentes de tejido óseo para aumentar la positividad de la prueba.

3. El uso de métodos de imagen complementarios puede ser importante en el diagnóstico precoz de osteomielitis, tratamiento y el seguimiento, lo que permite modificar los tratamientos ineficaces. En la osteomielitis aguda, una radiografía simple muestra osteomielitis solo después de dos semanas. La RM se considera el principal tipo de imagen en la evaluación de infecciones óseas, ya que puede detectar osteomielitis tan pronto como 3-5 días después de la infección. La TC es de poca utilidad en el diagnóstico de infección aguda, pero es importante para investigar el secuestro óseo y la planificación de la cirugía. La gammagrafía ósea trifásica, la gammagrafía con galio 67 y la tomografía por emisión de positrones (PET-CT) son exámenes que ayudan en la diferenciación de casos dudosos.
4. La terapia antimicrobiana empírica (Tabla 10) debe iniciarse después de recolectar muestras de cultivo o al mismo tiempo que la inducción anestésica, porque previene los riesgos de bacteriemia derivados de la manipulación quirúrgica de la infección sin una adecuada cobertura antibiótica, al mismo tiempo no interfiere con la positividad de los cultivos tomados durante el procedimiento. El antibiótico empírico también puede iniciarse después de recolectar muestras de cultivo en pacientes no sépticos. Se recomienda la cobertura empírica de *S. aureus*, dada la importancia epidemiológica de este agente. La prevalencia local de resistencia a la meticilina, incluso en casos adquiridos en la comunidad, es variable y también debe observarse.

Las infecciones agudas se pueden tratar inicialmente con una extensa limpieza quirúrgica asociada con la antibioterapia que dura de cuatro a seis semanas. Las infecciones crónicas deben tratarse con un desbridamiento quirúrgico extenso, la extracción de cualquier implante y la terapia con antibióticos durante tres a seis meses, debido a la formación de biofilm. Los pacientes deben suspender cualquier antibiótico dos semanas antes de recolectar muestras de cultivo, si es posible. En casos de osteomielitis con osteosíntesis o en artroplastias infectadas, la sonicación de los implantes aumenta significativamente la identificación de patógenos.

5. El éxito del tratamiento de la osteomielitis, particularmente **en IAOM**, está estrechamente relacionado con el desbridamiento quirúrgico extenso y la terapia antibiótica adecuada.

Tabla 10 Regímenes antimicrobianos iniciales empíricos sugeridos para la osteomielitis.

Escenario	Situación clínica	Antimicrobiano inicial	Posible régimen oral
Asociado a la comunidad	Agudo (niño <4 meses o RN)	Oxacilina, cefazolina o clindamicina <sup>a</sup> +ceftazidima o cefepima	Comenzar el tratamiento oral en esta situación no es recomendado. Después de obtener los resultados del cultivo, el régimen se ajusta
	Agudo (niño >4 meses o RN)	Oxacilina o cefazolina <sup>a</sup>	
	Agudo adultos	Oxacilina o cefazolina	
Asociada a la atención en salud	Niños y adultos (por ejemplo, infección después fijación de fractura)	Glucopéptido+ceftazidima, Cefepima, iperacillin / tazobactam o agentes de carbapenem <sup>b</sup>	Comenzar el tratamiento oral en esta situación no es recomendado. Después de obtener los resultados del cultivo, el régimen se ajusta
Hemoglobinopatía	Salmonella spp. y otras GNB deben considerarse	Ceftriaxona o fluoroquinolona	Fluoroquinolona

<sup>a</sup> Considerando la prevalencia local de CA-MRSA.

<sup>b</sup> Considerando patrones locales de susceptibilidad bacteriana

## VII. DISEÑO METODOLÓGICO

**Tipo de estudio:** Observacional, descriptivo, de corte transversal.

**Área de estudio:** El estudio se realizó en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello (HEODRA).

**Población de estudio:** Todos los pacientes mayores de 15 años ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA con diagnóstico de osteomielitis crónica de la tibia durante durante enero de 2019 a diciembre de 2021. Los casos fueron clasificados según la CIE-10.

**Criterios de inclusión:**

- Pacientes mayores de 15 años de cualquier sexo con osteomielitis crónica de tibia.
- Casos registrados durante el periodo de estudio.
- Pacientes cuyo expediente clínico estuviera disponible.

**Criterios de exclusión:**

- Pacientes trasladados a otra unidad hospitalaria.
- Pacientes que abandonen seguimiento.
- Pacientes que no desearon participar en el estudio.

**Recolección de datos:**

La fuente de información fue primaria y secundaria (expedientes clínicos). Se solicitó autorización a la dirección del hospital para la realización del estudio. El instrumento de recolección de datos fue una ficha elaborada por el investigador y tutora con las variables que dieron respuesta a los objetivos del estudio. Para evaluar la evolución clínica de los casos se tomó en cuenta el seguimiento los casos en consulta externa según normativas del Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA.

**Plan de análisis:**

Los datos recolectados fueron introducidos, procesados y analizados en el software SPSS versión 22.0. Se calcularon estadísticas descriptivas para las variables cualitativas (razones, porcentajes) y cuantitativas (promedio, mediana, rango y desviación estándar). Se realizaron distribuciones de frecuencia de forma absoluta y relativa.

**Aspectos éticos:**

Se solicitó autorización para el acceso a los expedientes clínicos de cada paciente además se usó la base de datos de pacientes de nuestro departamento, para la realización del estudio. El estudio no es invasivo, sino observacional. Se garantizó la confidencialidad de la información. El único identificador de los casos fue el número del expediente clínico para poder realizar correcciones de datos o para propósitos de auditoría sobre la calidad de la información. El principal propósito del estudio fue obtener la información necesaria para mejorar la calidad de atención de estos pacientes.

### Operacionalización de variables

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Edad	Años cumplidos desde el inicio del estudio hasta la fecha de estudio culminación.	15-24 25-54 ≥55	Cuantitativa Discreta
Sexo	Característica fenotípica que diferencia al macho de la hembra.	Masculino Femenino	Nominal
Procedencia	Lugar de residencia del paciente	Urbano Rural	Nominal
Escolaridad	Nivel escolaridad.	Ninguna Primaria Secundaria Universidad	Ordinal
Estado civil	Condición conyugal de la paciente.	Soltero/Casado (a) Soltero Acompañado	Nominal
Ocupación	Actividad laboral que desempeñaba el paciente antes del ingreso.	Se especificó	Nominal
Tiempo en la búsqueda de atención	Número de días transcurrido desde el inicio de los síntomas hasta que fue hospitalizado.	Una semana 7 días Dos a tres semanas 12 – 21 días Un mes mayor de 31 días	Cuantitativa Discreta
Estancia hospitalaria	Días en que el paciente estuvo ingresado para el manejo de la osteomielitis crónica. Resulta de la diferencia de la fecha de egreso e ingreso.	Una semana Tres semanas Tres meses	Cuantitativa Discreta

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Localización de la osteomielitis	Localización anatómica de la osteomielitis en la tibia.	Tercio proximal Tercio medio Tercio distal	Nominal
Clasificación de fractura abiertas	Clasificación de la fractura abierta de la tibia, según Gustillo-Anderson. <sup>1,3,33</sup>	Gustilo I Gustilo II Gustilo IIIA Gustilo IIIB Gustilo IIIC	Ordinal
Clasificación de la osteomielitis	Según mecanismo (Waldvogel).	Hematógena Contigua Insuficiencia vascular	Nominal
	Según lugar anatómico (Cierny y Mader)	Medular Superficial Localizada Difusa	Nominal
	Según la condición del huésped (Cierny y Mader)	Sano Compromiso local Compromiso sistémico Condición clínica deficiente	Nominal

<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Diagnóstico inicial del paciente	Son las características sistemáticas y locales de los pacientes que incrementan la probabilidad de ocurrencia de osteomielitis crónica	Fracturas abiertas Fracturas cerradas Abscesos	Nominal
Manifestaciones clínicas	Signos y síntomas encontrados durante la exploración clínica.	Fiebre Enrojecimiento Inflamación Fistula Purulencia Otros	Nominal
Microorganismo aislado	Bacteria aislada en el cultivo.	Se especificó	Nominal
Antibiótico	Sustancia con la capacidad de eliminar o de interrumpir el crecimiento y proliferación de microorganismos patógenos.	Se especificó	Nominal
Resultado del cultivo	Indicador que evalúa la respuesta de una bacteria a uno o a varios antimicrobianos, y traducir, en una primera aproximación, su resultado como factor predictivo de la eficacia clínica. <b>Sensible:</b> cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a una alta probabilidad con el éxito terapéutico. <b>Intermedio:</b> cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a un efecto terapéutico incierto. <b>Resistente:</b> cuando un aislado bacteriano es inhibido in vitro por una concentración de un antimicrobiano que se asocia a una alta probabilidad con el fracaso terapéutico.	Sensible Intermedio Resistente	Nominal



<b>Variable</b>	<b>Concepto</b>	<b>Escala</b>	<b>Tipo de Variable</b>
Resultado de biopsia de hueso	Osteonecrosis ósea de hueso de tibia	Positivo Negativo	Nominal
Tomografía axial computarizada	En busca de secuestros óseos y datos de Osteonecrosis	Positivo Negativo	Nominal
Manejo quirúrgico	Serán todos los procedimientos quirúrgicos a que fue sometido el paciente.	Técnica de Papineau Transportación ósea Técnica de Masquelet	Nominal
Egreso hospitalario	Estado del paciente con osteomielitis a su egreso hospitalario.	Sano o inactivo Compromiso local Compromiso sistémico Condición clínica deficiente	Nominal

## VIII. RESULTADOS

Tabla 1 Características demográficas de pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Características demográficas	Total (n=31)	
	No.	%
<b>Edad:</b>		
15-24	8	25.8
25-54	22	71.0
≥ 55	1	3.2
<b>Sexo:</b>		
Masculino	24	77.4
Femenino	7	22.6
<b>Estado civil:</b>		
Soltero	13	41.9
Casado/Acompañado	18	58.1
<b>Escolaridad:</b>		
Primaria	17	54.9
Secundaria	13	41.9
Universitaria	1	3.2
<b>Procedencia:</b>		
Urbano	6	19.4
Rural	25	80.6
<b>Ocupación:</b>		
Agricultor	11	35.5
Estudiante	7	22.6
Obrero	5	16.1
Otros	8	25.8

Las principales características demográficas de los pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, durante el 2019-2022 fueron: edad entre 25-54 años (71.0%), sexo masculino (77.4%), casados o acompañados (58.1%), procedencia rural (80.6%), escolaridad primaria (54.9%) y ocupación agricultor (35.5%) (Tabla 1). El promedio de edad de los pacientes fue de  $32.4 \pm 12.4$  años, la mediana de 28 años y las edades extremas fueron de 15 y 65 años.

Tabla 2 Factores de riesgos locales para osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Factores de riesgo	Total (n=31)	
	No.	%
Fracturas abiertas	24	77.4
Fracturas cerradas que se usó implantes	4	12.9
Infección de tejidos blandos	2	6.4
Antecedentes de artritis séptica	1	3.2

Los principales factores de riesgo de osteomielitis de tibia fueron: las fracturas abiertas con 77.4%, antecedentes de artritis séptica con 3.2% e infección de tejidos blandos con 6.4 %.

Tabla 3 Implantes previos utilizados en pacientes que desarrollaron osteomielitis de tibia ingresados en el Departamento de Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Manejo	Total (n=16)	
	No.	%
Clavo endomedular Rígido	11	68.7
Fijador externo	3	18.7
Placas	2	12.5

En la Tabla 3 se describe que de los 16 pacientes que se usó implantes previos el 68.7% fueron clavos endomedulares.

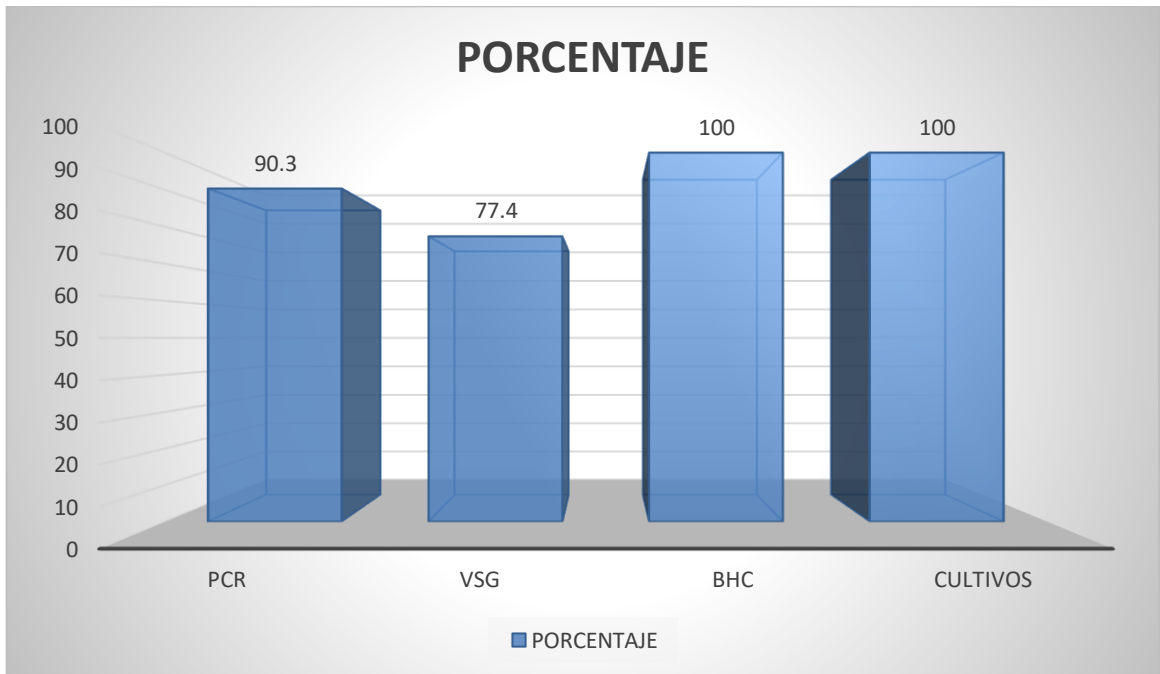
Tabla 4 Manifestaciones clínicas de osteomielitis de tibia en pacientes Ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Manifestaciones clínicas	Total (n=31)	
	No.	%
Fistula	29	93.5
Purulencia	28	90.3
Enrojecimiento	25	80.6
Fiebre	11	35.5
Deformidad	1	3.2

Las principales manifestaciones clínicas de osteomielitis de tibia fueron: fístula (93.5%), purulencia (90.3%), enrojecimiento (80.6%) y fiebre (35.5%) (Tabla

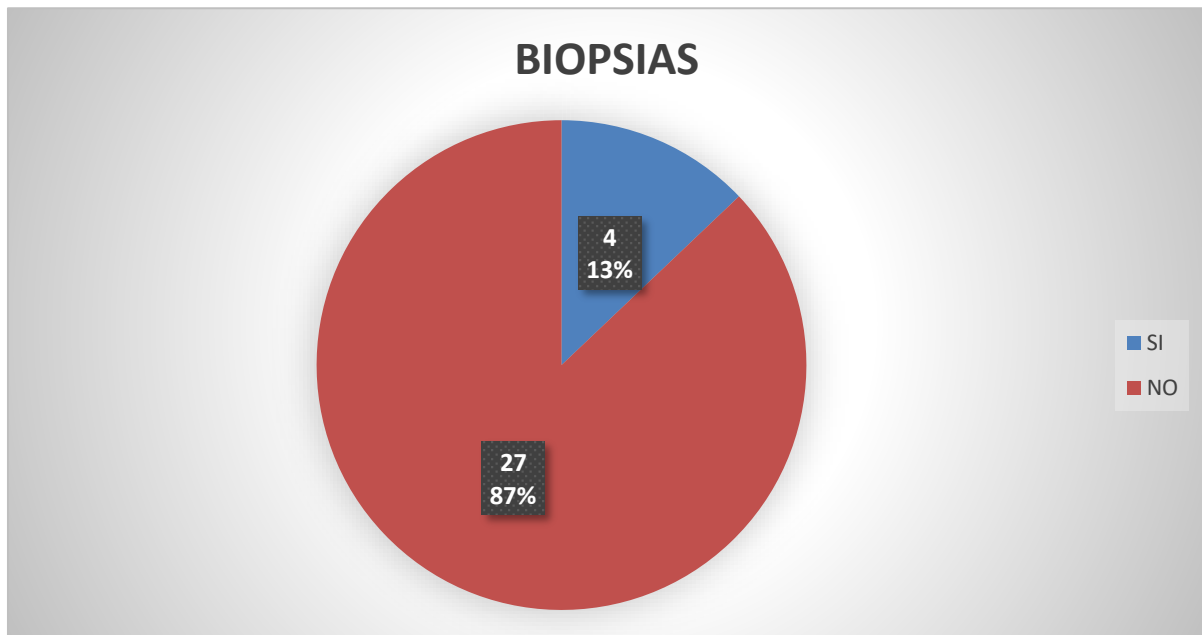
(fig. 1)

Estudios de laboratorio para el diagnóstico de osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.



El manejo diagnóstico de laboratorio se basó principalmente en exámenes como VSG, PCR y conteo de leucocitos y cultivos de exudados.

(fig. 2) Estudios Histopatológicos para el diagnóstico de osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.



La biopsia que nos confirma el diagnóstico definitivo de osteomielitis se aplicó solo en 13% de los casos.

(fig. 3) Estudios de imagen para el diagnóstico de osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.



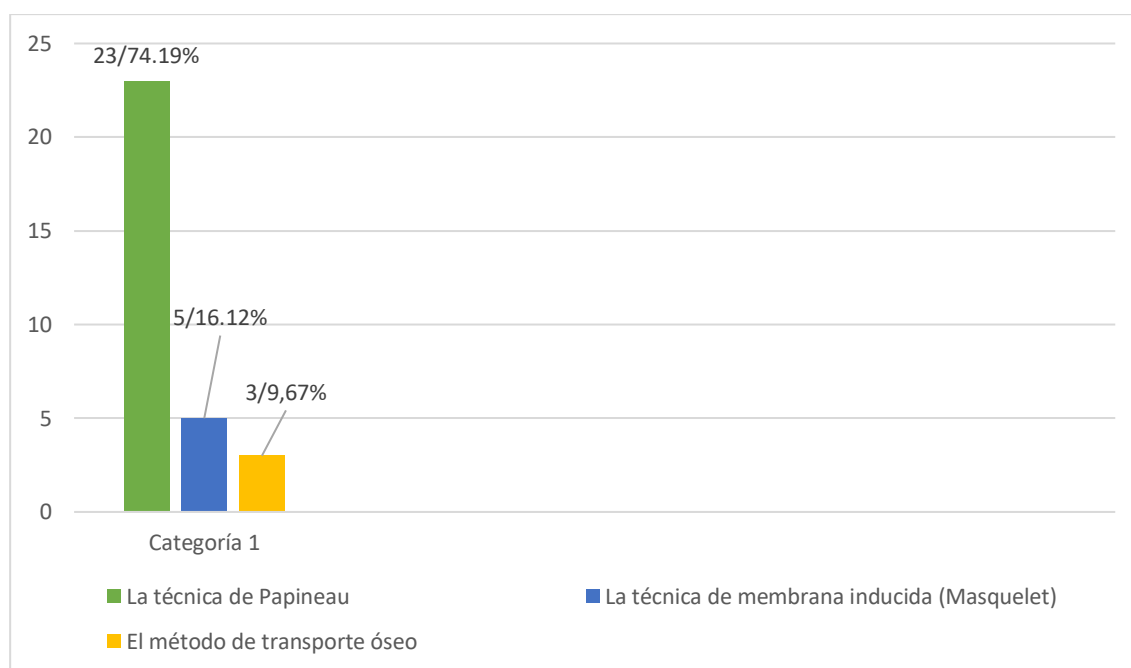
Al 100 % de los pacientes se le realizo radiografía simple, y solo a dos pacientes se le realizo tomografía cuando es un estudio que tiene mayor especificidad.

Tabla 5 Clasificación de la osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Clasificación	Total (n=31)	
	No.	%
<b>Según Waldvogel:</b>		
<i>Según la Vía de diseminación</i>		
Hematógena	0	0
Contigüidad	3	9.67
Inoculación directa	28	90.3
<b>Según Cierny y Mader:</b>		
<i>Según lugar anatómico</i>		
Medular	0	0
Superficial	1	3.2
Localizada	29	93.5
Difusa	1	3.2
<i>Condición del huésped:</i>		
Sano o inactivo	29	93.5
Compromiso local	2	6.5
Compromiso sistémico	0	0
Condición clínica deficiente	0	0

La clasificación de la osteomielitis de tibia según Waldvogel fue contigua con 93.5%, y crónica con el 100%. Por otro lado, Según Cierny y Mader el 93.5% fueron clasificadas como localizadas y solo 3.2% fue difusa (Tabla 5).

(fig. 4) Diferentes técnicas quirúrgicas empleadas para el manejo de Osteomielitis.



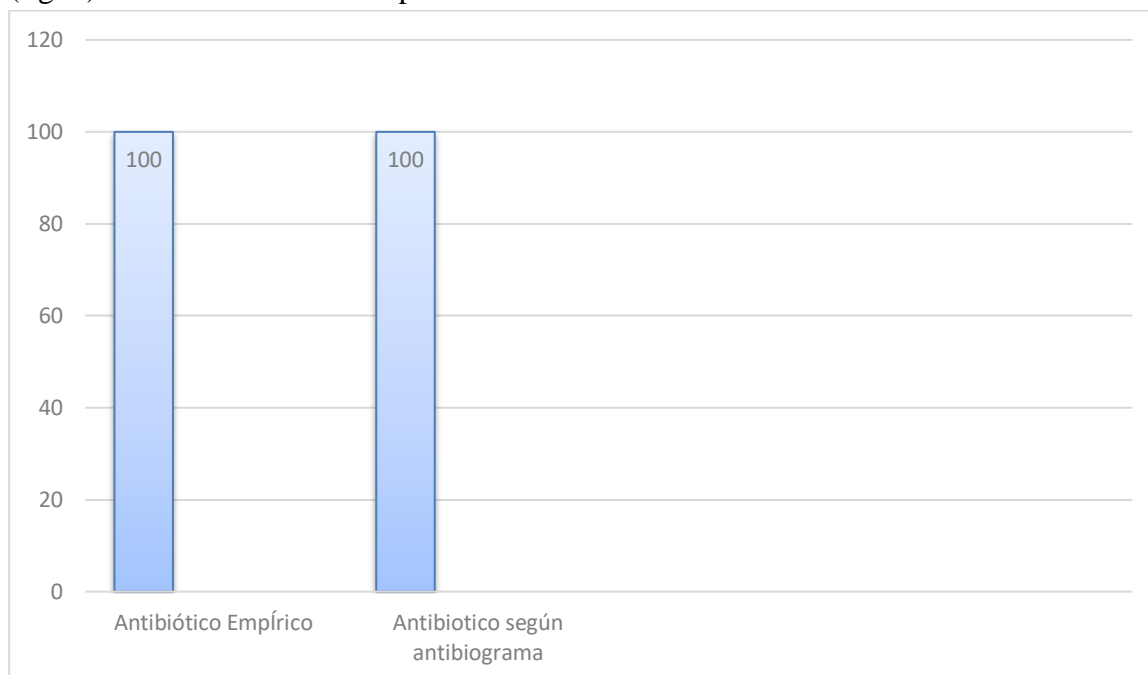
Se usaron diferentes técnicas quirúrgicas para el manejo de la osteomielitis mayormente se aplicó la técnica de Papineau con un 74.19%, con técnica de Masquelet 16.12% y en menor porcentaje con el transporte óseo fue de 9,67%.

Tabla 6 Principales microorganismos aislados en pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Microorganismos aislados	Total (n=31)	
	No.	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	9	29.0
<i>Serratia marcescens</i>	7	22.6
<i>Acinetobacter baumannii</i>	4	12.9
<i>Enterobacter cloacae</i> (actualmente <i>Pantoea agglomerans</i> )	4	12.9
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	3	9.7
<i>Cedecea davisae</i>	2	6.5
<i>Staphylococcus coagulasa negativa</i>	1	3.2
<i>E. coli</i>	1	3.2
<i>S. pyogenes</i>	1	3.2
<i>P. aeruginosa</i>	1	3.2
Sin crecimiento	3	9.7
Sin resultados en expediente	5	16.1

En la Tabla 6 se presentan todos los microorganismos aislados en los casos estudiados, predominando: *S. aureus* (29%) y *Serratia marcescens* (22.6%).

(fig. 5) Uso de antibióticos en pacientes con osteomielitis de tibia.



En el gráfico 5 se presentan que el 100% del paciente se utilizó terapia con antibióticos empíricos, así mismo el 100% de los pacientes se rotó el antibiótico según sensibilidad del antibiograma.

Tabla 7 Egreso hospitalario de pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Egreso hospitalario	Total (n=31)	
	No.	%
resuelto / inactivo	29	93.5
Compromiso local	2	6.4
Compromiso sistémico	0	0.0
Condición clínica deficiente	0	0.0

El egreso hospitalario de los pacientes fue sano o inactivo con 93.3% y un 6.4% con compromiso local (Tabla 7).



Tabla 8 Hallazgos durante el seguimiento de pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, 2019-2022.

Hallazgos durante el seguimiento	Total (n=31)	
	No.	%
<b>Se repitió la cirugía:</b>	5	16.1
<b>Causas de la repetición de cirugía:</b>		
Retiro de material de osteosíntesis	2	6.5
Aflojamiento fijador externo	1	3.2
Reactivación de fistula	2	6.4
<b>Resultados funcionales:</b>		
Apoyo parcial	6	19.3
Apoyo total sin dolor	25	80.6
<b>Resultados óseos:</b>		
Deformidad	1	3.2
No unión	1	3.2
Consolidación o asimilación de injerto óseo	28	90.3
Retardo de consolidación	1	3.2

Los principales hallazgos durante el seguimiento de pacientes con osteomielitis de tibia fueron: repetición de cirugía (16.1%), apoyo total sin dolor (80.6%) con consolidación de (90.3%) y egreso al final del seguimiento como sano o inactivo (77.4%).

## IX. DISCUSIÓN

Las principales características demográficas de los pacientes con osteomielitis de tibia ingresados en Ortopedia y Traumatología, HEODRA, durante el período de estudio fueron: jóvenes (entre 25-54 años), hombres, casados/acompañados, rurales, baja escolaridad y ocupación agricultor. La literatura consultada refiere que la incidencia de osteomielitis crónica es mayor en adultos jóvenes, hombres. Las infecciones por inoculación directa han aumentado en las últimas décadas, probablemente por un aumento de los traumatismos de alta energía, principalmente por los accidentes de vehículo con motor, especialmente en grupos jóvenes como en este estudio.<sup>21,24,25</sup> Lo cual puede estar asociado a otros factores sociodemográficos como baja escolaridad, lo que puede llevar a conductas de inseguridad y de riesgo a sufrir lesiones severas, especialmente por accidentes de tránsito que representa un problema de salud pública global y nacional. Esto es consistente con los principales factores de riesgo de osteomielitis de tibia como: fracturas abiertas 77.4% y daño de tejidos blandos con 6.4%.

El patrón de manifestaciones clínicas de la osteomielitis crónica es similar a lo reportado por la literatura internacional en donde las principales manifestaciones son la fistula y la purulencia, a diferencia de las manifestaciones clínicas de la osteomielitis aguda en que los principales hallazgos son fiebre y enrojecimiento.<sup>26,2</sup>

Con respecto al manejo de osteomielitis de tibia, solamente 51.6% tuvieron implantes previos (predominando el clavo endomedular). Todos los casos recibieron antibiótico previamente y luego según resultado de cultivo. Además, los principales procedimientos quirúrgicos fueron: Técnica de Papineau (74.19%), seguido por Técnica de Masquelet 16.12%, Transportación Ósea (9.67%). Al final del seguimiento los principales resultados funcionales fueron: apoyo parcial (19.3%), Los principales resultados óseos fueron: deformidad, no unión y retardo en la consolidación con 3.2% cada uno, el 80.6% de pacientes tuvieron apoyo total sin dolor y en el 90.3% hubo consolidación de las fracturas o asimilación de injertos. Finalmente, 93.5% de los casos tuvieron un egreso hospitalario resuelto inactivo y 6.4% con compromiso local.

Basado en los resultados favorables funcionales u óseos, tipo de egreso hospitalario y al seguimiento mencionados anteriormente indican que el manejo antibiótico y quirúrgico de osteomielitis en los pacientes fue adecuada. Estos hallazgos son consistentes desde un punto de vista epidemiológico con lo reportados por la literatura que reporta que la proporción de osteomielitis crónica está disminuyendo constantemente, debido a que el manejo diagnóstico y terapéutico de osteomielitis aguda ha mejorado.<sup>12,32</sup>

Según la literatura internacional el 75% de los casos de osteomielitis crónica, son causados por patógenos como *Staphylococcus aureus* y estafilococos coagulasa negativos.<sup>12</sup> Sin embargo, en nuestro estudio *S. aureus* fue la principal causa con 29%, pero el estafilococos coagulasa negativos representó solo el 3.2%. Por otro lado, la *Serratia marcescens* ocupó la segunda casusa de osteomielitis crónica con 22.6%, seguido por *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter cloacae* (actualmente *Pantoea agglomerans*) y *Staphylococcus epidermidis*. En menor frecuencia se observaron *Cedecea davisae*, *E. coli*, *S. pyogenes* y *P. aeruginosa*.

Dentro de las principales limitaciones de este estudio se pueden mencionar las siguientes: 1) el tamaño reducido de la muestra debido a que la osteomielitis es un problema poco frecuente, aunque severo; 2) la falta de estudios nacionales sobre los cuales basar comparaciones; 3) la dificultad para evaluar la efectividad de las diferentes técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la osteomielitis crónica es muy difícil dado a que las causas son múltiples, desde accidentes de tránsito, armas de fuego y patológicas. Lo que genera la aplicación de múltiples y diferentes procedimientos quirúrgicos para cada uno de los casos. Sin embargo, una fortaleza fue la metodología empleada para tener información detallada del manejo de estos pacientes en este estudio.

No obstante, la evidencia de las altas tasas de resultados y egresos favorables de todos los casos de osteomielitis crónica permiten considerar que el manejo de estos pacientes en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA ha sido adecuado. Esperamos que los resultados de este estudio y su relevancia podrían ser considerados por las autoridades del Departamento de Ortopedia y Traumatología y del HEODRA para continuar apoyando y mejorando estudios con mayor de evidencia en los pacientes con osteomielitis crónica.

## X. CONCLUSIONES

- 1- De los 31 pacientes estudiados las características demográficas fueron: pacientes con edades entre 25-54 años, sexo masculino, paciente que su estado civil eran casados o acompañado, con procedencia de área rural y su escolaridad primaria y la mayoría se dedicaban a la agricultura.
- 2- Se encontró que los principales factores de riesgo locales de osteomielitis de tibia fueron: las fracturas abiertas con 77.4%.
- 3- Se evidenció que el 100% de estos pacientes se les instauró antibióticos coordinado con el servicio de infectología previo resultados de cultivos y antibiograma de exudados. El 35.4% de los pacientes tuvieron implantes previos (predominando el clavo endomedular), es de señalar que las principales técnicas quirúrgicas fueron Técnica de Papineau, Técnica de Masquelet y Transportación Ósea y que resultaron satisfactorias ya que estos paciente tuvieron una consolidación de las fracturas y deambular sin dificultad.
- 4- El 74.19% de estos pacientes la técnica de Papineau fue la más utilizada, seguida de la técnica de membrana inducida (Masquelet )16.12% y el 9,67% de los casos se manejó con la transportación óseo y nos demostró que sigue siendo una técnica de gran valor para la recuperación de estos pacientes.
- 5- El 93.5% de los pacientes evaluados tuvieron egreso hospitalario con focos inactivos y con buen grado de funcionalidad del miembro afectado.

## **XI. RECOMENDACIONES**

- 1- Promover charlas educativas por parte de atención primaria de salud en grupos de riesgos con mayor incidencia en accidentes de tránsito.
- 2- Mantener la coordinación con el área de infectología y bacteriología para mantener una mayor efectividad en el manejo de antibióticos según resultados de cultivos.
- 3- Elaborar protocolos o guías internas para estandarizar el manejo de osteomielitis crónica incluyendo estudios de alta especificidad como biopsia de tejido óseo tomografía axial computalizada.
- 4- Promover estudios comparativos entre las diferentes técnicas quirúrgicas para el tratamiento de la osteomielitis, midiendo efectividad.
- 5- Extender este estudio a pacientes externados vía consulta externa por un periodo de tiempo mayor.

## XII. REFERENCIAS

1. Shirwaiker RA, Springer BD, Spangehl MJ, et al. A clinical perspective on musculoskeletal infection treatment strategies and challenges. *J Am Acad Orthop Surg.* 2015;23(suppl):S44–S54.
2. Mouzopoulos G, Kanakaris NK, Kontakis G, Obakponovwe O, Townsend R, Giannoudis PV. Management of bone infections in adults: the surgeon's and microbiologist's perspectives. *Injury.* 2011;42(suppl 5):S18–S23.
3. Zimmerli W. Capítulo 126: Osteomielitis. En: Jameson JL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Longo DL, Loscalzo J (editors). *Harrison. Principios de Medicina Interna*, 20 edición.
4. Lima AL, Oliveira PR, Carvalho VC, Cimerman S, Savio E; Directrices Panamericanas para el Tratamiento de las Osteomielitis e Infecciones de Tejidos Blandos Group. Recommendations for the treatment of osteomyelitis. *Braz J Infect Dis.* 2014 Sep-Oct;18(5):526-34. doi: 10.1016/j.bjid.2013.12.005. Epub 2014 Apr 1. Review.
5. Hotchen AJ, McNally MA, Sendi O. The Classification of Long Bone Osteomyelitis: A Systemic Review of the Literature. *J. Bone Joint Infect.* 2017; 2: 167-174.
6. Lipsky BA, Berendt AR: XVI Osteomyelitis. *American College of Physicians Medicine* 2010; 7 Inf Dis, XVI: 1–20.
7. Darouiche RO: Treatment of infections associated with surgical implants. *N Engl J Med* 2004; 350: 1422–9.
8. Trampuz A, Zimmerli W: Prosthetic joint infections: update in diagnosis and treatment. *Swiss Med Wkly* 2005; 135: 243–51.
9. Tenaglia Núñez K, Medina Presentado J. Osteomielitis de huesos largos asociada a osteosíntesis y actualización de las infecciones de prótesis articulares. *Catedra de Enfermedades Infecciosas.* Montevideo, Uruguay: Universidad de la Republica. Facultad de Medicina. 2017.
10. Romanò CL, Romanò D, Logoluso N, Drago L. Bone and joint infections in adults: A comprehensive classification proposal. *Eur Orthop Traumatol.* 2011;1(6):207–17.
11. Parsons B, Strauss E. Surgical management of chronic osteomyelitis. *Am J Surg.* 2004;188 (1 SUPPL. 1):31–3.

12. Walter G, Kemmerer M, Kappler C, Hoffmann R. Treatment algorithms for chronic osteomyelitis. *Dtsch Arztebl Int* 2012; 109(14): 257–64. DOI: 10.3238/arztebl.2012.0257
13. Geurts J, Hohnen A, Vranken T, Moh P. Treatment strategies for chronic osteomyelitis in low- and middle-income countries: systematic review. *Tropical Medicine and International Health* 2017; 22 (9): 1054–1062. Doi:10.1111/tmi.12921
14. O'Brien C.L, Menon M, and Jomha N.M. Controversies in the management of open fractures. *Open Orthop J*. 2014;8:178-84. doi: 10.2174/1874325001408010178.
15. Lou TF, Wen G, Wang CY, Chai YM, Han P, Yin XF. L-shaped corticotomy with bone flap sliding in the management of chronic tibial osteomyelitis: surgical technique and clinical results. *J Orthop Surg Res*. 2019 Feb 12;14(1):47. doi: 10.1186/s13018-019-1086-0.
16. Weber D, Dulai SK, Bergman J, Buckley R, Beaupre LA. Time to initial operative treatment following open fracture does not impact development of deep infection: a prospective cohort study of 736 subjects. *J Orthop Trauma*. 2014 Nov;28(11):613-9. doi: 10.1097/BOT.000000000000197.
17. Pollak AN, Jones AL, Castillo RC, Bosse MJ, MacKenzie EJ. LEAP Study Group. The relationship between time to surgical debridement and incidence of infection after open high-energy lower extremity trauma. *J Bone Joint Surg* 2010; 92(1): 7-15.
18. Tripuraneni K, Ganga S, Quinn R, Gehlert R. The effect of time delay to surgical debridement of open tibia shaft fractures on infection rate. *Orthopedics* 2008; 31(12). pii: orthosupersite.com/view.asp?rID=32925.
19. Cetz RT. Osteomielitis en pacientes con antecedente de fractura expuesta. Servicio de Ortopedia y Traumatología del Hospital Regional de Alta Especialidad de Veracruz, México: Tesis (Especialista Ortopedia). 2008.
20. Morales JA. Factores de riesgo relacionados a osteomielitis crónica en el Departamento de Ortopedia y Traumatología del HEODRA durante el periodo de enero 2000 – 2002. UNAN-León. Tesis (Especialista Ortopedia y Traumatología). 2004.
21. Shingo Chihara, John Segreti. (2010). Osteomyelitis. *Dis Mon* 2010; 56:6-31.
22. Nicaragua. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional. Ministerio de Salud. Normativa No. 135: Norma para la garantía de la prevención, vigilancia y control de infecciones asociadas a la atención de salud. Managua: MINSa. 2015.

23. Nicaragua. Ministerio de Salud. Ley No 423. Ley General de Salud y su Reglamento. Capítulo I Arto. 5 Principios Básicos. Gaceta Diario Oficial No. 91 del 17 de mayo del año 2002.
24. Ugalde CE, Morales D. Osteomielitis. Med. Leg. Costa Rica Heredia 2014; 31 (1): Jan./Mar. 2014. Revisión bibliográfica.
25. Kremers HM, Nwojo ME, Ransom JE, Wood-Wentz CM, Melton LJ, Huddleston PM. Trends in the epidemiology of osteomyelitis: a population-based study, 1969 to 2009. *J Bone Joint Surg Am.* 2015;97(10):837-45. doi: 10.2106/JBJS.N.01350.
26. Hogan A, Heppert VG, Suda AJ. **Osteomyelitis.** *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013; 133 (9): 1183-96. doi: 10.1007/s00402-013-1785-7. Epub 2013 Jun 16.
27. Llerena LF, et al. Osteomielitis: abordaje diagnóstico terapéutico. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica* 2019; 38 (1): 53-62.
28. Orekunrin O: Africa's Trauma Epidemic. Disponible en:  
<http://www.nytimes.com/2013/10/18/opinion/africas-traumaepidemic.html>.  
Accessed 31
29. McNally M and Sendi P. Implant-Associated Osteomyelitis of long bones. In: Bone and joint infections. From microbiology to diagnostic and treatment. First edition. Edited by Werner Zimmerli. Published 2015 by John Wiley and Sons, Inc. Chapter 20, p303-320.
30. Mitchell C. Birt, David W. Anderson, E. Bruce Toby, Jinxi Wang. Osteomyelitis: Recent advances in pathophysiology and therapeutic strategies. Review Article. *Journal of Orthopaedics* 14 (2017) 45–52.
31. Unión Mundial de Sociedades de Cicatrización de Heridas (World Union of Wound Healing Societies, WUWHS), Congreso de Florencia, Documento de Posición. Tratamiento del biofilm. *Wounds International* 2016.
32. Zimmerli W, Sendi P. Orthopaedic biofilm infections. *APMIS.* 2017;125(4):353-364. doi: 10.1111/apm.12687.
33. Zalavras CG. Prevention of Infection in Open Fractures. *Infect Dis Clin N Am* 31 (2017) 339–352.
34. Schmidt HG, Tiemann AH, Braunschweig R, et al.: Zur Definition der Diagnose Osteomyelitis-Osteomyelitis-Diagnose-Score (ODS). *Z Orthop Unfall* 2011; 149: 449–60.
35. Sendi P, Zimmerli W. Antimicrobial treatment concepts for orthopaedic device-related infection. *Clin Microbiol Infect* 2012;18:1176–84.



### **XIII. ANEXOS**

**ANEXO 1: Instrumento de Recolección de la Datos**  
**Evolución clínica de la osteomielitis de tibia en pacientes ingresados en el Departamento de**  
**Ortopedia y Traumatología del HEODRA, durante 2019-2022.**

No. Ficha \_\_\_\_\_

No. Expediente clínico: \_\_\_\_\_

**I. Datos sociodemográficos:**

1. Edad : \_\_\_\_\_
2. Sexo: a) Femenino: \_\_\_\_\_ b) Masculino: \_\_\_\_\_
3. Estado civil: a) casado: \_\_\_\_\_ b)acompañado: \_\_\_\_\_ b) Soltero: \_\_\_\_\_
4. Escolaridad: a) Ninguna: \_\_\_\_\_ b) Primaria: \_\_\_\_\_ b) Secundaria: \_\_\_\_\_ c) Universitaria: \_\_\_\_\_
5. Procedencia: a) Urbana: \_\_\_\_\_ b) Rural: \_\_\_\_\_
6. Ocupación: \_\_\_\_\_

**II. Antecedentes de fractura de tibia:**

7. Fecha en que ocurrió la fractura: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
8. Fecha de ingreso: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
9. Fecha en que se realizó la cirugía: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
10. Fecha de egreso: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

11. Causas de la fractura:

- a) Accidente de tránsito
- b) Caídas
- c) Herida por arma de fuego
- d) Herida por arma blanca
- e) Lesión con objeto contundente
- f) Otro tipo (especifique):

12. La fractura fue: a) Cerrada b) Abierta/expuesta

13. Clasificación de la fractura (Gustilo-Anderson):

- a) Gustilo I
- b) Gustilo II
- c) Gustilo IIIA
- d) Gustilo IIIB
- e) Gustilo IIIC

**III. Datos clínicos de la osteomielitis:**

14. Factores de riesgo de osteomielitis (marque con una X según corresponda):

<b>Factores de riesgo Sistémicos:</b>	<b>Factores de riesgo Locales:</b>
a. Desnutrición u Obesidad	a. Linfedema crónico
b. Insuficiencia renal o hepática	b. Insuficiencia venosa crónica
c. Diabetes mellitus	c. Macroangiopatía
d. Insuficiencia respiratoria	d. Amplia cicatrización
e. Deficiencia inmune (SIDA, etc.)	e. Fibrosis por radiación
f. Tumor maligno	f. Vasculitis de vasos pequeños
g. Muy joven o muy viejo	g. Neuropatía
h. Supresión inmune (quimioterapia, trasplante)	h. Colocación implantes quirúrgicos
	i. Traumatismo
	j. Hipoperfusión (arteriopatía oclusiva)

15. Presentó previamente osteomielitis aguda:

a) Si: \_\_\_\_\_

b) No: \_\_\_\_\_

16. Si su respuesta es positiva diga la fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

17. Manifestaciones clínicas de la osteomielitis crónica (marque con una X según corresponda):

- a) Fiebre
- f) Enrojecimiento
- g) Inflamación
- h) Leucocitosis
- i) Fistula
- j) Purulencia
- k) Otros (especifique):

#### IV. Manejo de la osteomielitis:

18. Métodos diagnósticos usados en osteomielitis (marque las que aplican):

<b>Tipo de medios diagnósticos</b>	<b>Principales hallazgos</b>
<b>1. Laboratorios:</b>	
a. VSG	
b. PCR	
c. Conteo glóbulos blancos	
d. Hemocultivo	
e. Histopatología	
f. Biopsia	
<b>2. Radiografía simple:</b>	
<b>3. Ultrasonido:</b>	
<b>4. TAC</b>	
<b>5. RM</b>	
<b>6. Otros (especificar):</b>	

19. Microorganismos aislados y resultados de antibiograma:

**V. Clasificación de osteomielitis (marque con una X según corresponda):**

Según Waldvogel	Según Cierny y Mader
<b>3. Según vía de diseminación :</b>	<b>3. Lugar anatómico:</b>
a. Hematógena	a. Medular
b. Contigüidad	b. Superficial
c. Inoculación Directa.	c. Localizada
	d. Difusa
<b>4. Según la duración:</b>	<b>4. Condición del huésped:</b>
a. Aguda	a. Sano o inactivo
b. subaguda	b. Compromiso local
c. Crónica	d. Compromiso sistémico
	e. Condición clínica deficiente

**VI. Manejo de osteomielitis:**

20. Uso previo de antibióticos: a) Si: \_\_\_\_\_  
 b) No: \_\_\_\_\_

21. Implantes previos: a) Si: \_\_\_\_\_  
 b) No: \_\_\_\_\_

22. Si la respuesta es sí, diga cuales:

23. Describir el manejo médico:

- a) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

24. Describir los procedimientos quirúrgicos realizados:

- a) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- b) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- c) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_
- d) \_\_\_\_\_
- \_\_\_\_\_

25. Egreso hospitalario:

- a) Inactivo
- b) Compromiso local
- c) Compromiso sistémico
- d) Condición clínica deficiente

**VI. Datos clínicos durante el seguimiento:**

26. Diga el número de días desde el egreso al último seguimiento: \_\_\_\_\_

27. Se repitió la cirugía: a) Si

b) No

28. Si es si, explique por qué:

29. Mencione los resultados funcionales:

a) Infección

b) Apoyo parcial

c) Apoyo total sin dolor

d) Flexión rodilla  $>90^\circ$

e) Afectación por los implantes

f) Otras (especifique): \_\_\_\_\_

30. Mencione los resultados óseos:

a) Deformidad

b) No unión

c) Alineación

d) Rotación

e) Se repitió la cirugía

f) Otras (especifique): \_\_\_\_\_

31. Egreso al final del seguimiento:

a) Inactivo

b) Compromiso local

c) Compromiso sistémico

d) Condición clínica deficiente

## ANEXO 2: ACRÓNIMOS

- BLEE:  
Betalactamasas espectro extendido
- BMP: Proteína  
morfo genética ósea.
- CA-MRSA: Estafilococo aureus resistente a Meticilina  
Asociado a Comunidad
- GNB: Bacterias  
gramnegativas
- IAOM: Osteomielitis asociada a implante.
- OAMS: Osteomielitis asociada a material de osteosíntesis.
- MRSA: *Estafilococo aureus* resistente a la Meticilina
- MS: Multisensible
- OTA: Asociación Ortopédica de Trauma
- OTS: Elementos de osteosíntesis
- PCR: Proteína C reactiva
- PET-CT: Tomografía por emisión de positrones
- PJI: Infección de la articulación periprotésica
- PMMA: Polimetilmetacrilato.
- RM: Resonancia magnética
- RN: Recién nacido
- TAC: Tomografía axial computarizada
- VSG: Tasa de sedimentación globular
- SIGN Red de  
generación de implantes quirúrgicos

### ANEXO 3: GLOSARIO

- **Biofilm:** Un grupo coherente de células bacterianas incrustadas en una matriz, que son más tolerantes a la mayoría de los antimicrobianos y la defensa del huésped que las células bacterianas planctónicas.
- **BMP:** Proteína morfogenética ósea, moléculas de señalización, citosinas de la ruta de la señal beta del factor de crecimiento transformante. BMP-2 y BMP-7 se fabrican industrialmente, estimulan: entre otras cosas, osteoblastos, y son con licencia para ciertas indicaciones para la promoción de hueso crecimiento. Costo intensivo.
- **Detección de quórum:** Circuitos de comunicación que operan entre y dentro de especies bacterianas y regulan los procesos metabólicos en respuesta a fluctuaciones en la densidad de la población celular, a través de moléculas de señalización. Permite la reacción a situaciones de los cambios ambientales, dando así una importante ventaja de selección.
- **Evolución de una enfermedad:** se refiere a la forma en que esta enfermedad se va a curar, estabilizar o empeorar. Esta evolución puede ser favorable y en este caso la enfermedad se resuelve espontáneamente o con tratamiento. A veces puede dejar secuelas mínimas o complicaciones duraderas de la enfermedad curada. El pronóstico de una enfermedad puede ser también desfavorable y causar repercusiones significativas en la vida del paciente. La curación a veces se puede obtener pero con graves secuelas. En algunos casos, los cuidados paliativos se ocuparán de los síntomas de la enfermedad cuando no existen posibilidades de curación. La evolución de una enfermedad depende de su origen, del diagnóstico precoz y de los tratamientos existentes.
- **Fase planctónica:** Bacterias flotantes, virulentas, reproductivas, desencadenantes de las reacciones del huésped, sensibles a los antibióticos, pueden ser cultivadas. Contiene <0.1% de las bacterias en el ecosistema.
- **Fase sésil:** Población bacteriana que vive en una capa de limo, que se comunica a través de moléculas de señalización. Baja actividad metabólica, restringida reproducción, difícil de cultivar, tolerante a los antibióticos y defensas inmunes.
- **Involucrum:** (Latín: cubierta, envoltura) Formación reactiva de hueso nuevo alrededor de un foco de infección / secuestro o absceso.
- **PMMA:** Polimetilmetacrilato, cemento óseo utilizado para fijar implantes. Como cuentas de PMMA, se pueden impregnar con gentamicina a varias dosis, por ejemplo, 30 cuentas



de 7 mm diámetro y 7.5 mg de sulfato de gentamicina. Utilizado para terapia antibiótica local y remodelación ósea. Producido industrialmente.

- **Resección ósea segmentaria parcial /media:** Extracción de hueso de espesor medio o parcial. Es usualmente posible retener algo de estabilidad ósea, de modo que el llenado del defecto con un injerto óseo esponjoso es suficiente para la consolidación ósea. La osteosíntesis adicional es requerida solo excepcionalmente.
- **Resección ósea segmentaria:** Eliminación de hueso de espesor completo. Deja un defecto inestable que solo puede tratarse mediante acortamiento / interposición más osteosíntesis o distracción de callos.
- **Secuestro: Fragmento** de hueso muerto, portador potencial de bacterias y biofilm.