

## Desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con Doxiciclina en pacientes con osteomielitis crónica. *Surgical debridement guided by fluorescence with doxycycline in patients with chronic osteomyelitis.*

Daniela Cárdenas<sup>1</sup> , Wilmer Ruiz<sup>2</sup> , Maiqui Flores<sup>2</sup> .

Fecha de recepción: 11/12/2023. Fecha de aceptación: 05/02/2025.

### Resumen

**Introducción:** Determinar la eficacia del desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina en pacientes con osteomielitis crónica en el Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central de Maracay mayo del 2023 a agosto 2023. **Material y métodos:** Se realizó un diseño observacional, diagnóstico terapéutico, de corte transversal. Se incluyeron pacientes ingresados con diagnóstico clínico y radiológico de osteomielitis crónica o anatomopatológico (biopsia). Las variables estudiadas fueron edad, sexo, causas de la osteomielitis, clasificación Cierny y Mader, Tipo de tejido según el desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina y corroborado por resultados de la biopsia. **Resultados:** Se incluyeron 10 pacientes, con edad promedio de  $45,08 \pm 12,8$  años, 7(70,00%) de sexo masculino. Las causas más comunes fueron infecciones por materiales de osteosíntesis en 40,00%, seguido por fracturas abiertas 20,00%. De acuerdo a la clasificación Cierny y Mader: Tipo 1 30,00%, Tipo 2 30,00%, Tipo 3 10,00%, Tipo 4 20,00%. A 20,00%, B 10,00% Y C 10,00%. El desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina en pacientes con osteomielitis crónica presentó una sensibilidad de 85,71% y especificidad de 33,33% para el diagnóstico de tejidos viable y no viables con referencia de la biopsia **Discusión:** El desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina fue eficaz en el diagnóstico de tejidos viables y no viables en pacientes con osteomielitis crónica. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2025, Vol 57 (1): 19-25.**

**Palabras Clave:** Osteomielitis, Doxiciclina, Desbridamiento, Complicaciones Posoperatorias, Biopsia.

**Nivel de Evidencia:** 4

### Abstract

**Introduction:** To determine the efficacy of fluorescence-guided surgical debridement with doxycycline in patients with chronic osteomyelitis in the Traumatology and Orthopedics Department of the Central Hospital of Maracay from May 2023 to August 2023. **Materials and methods:** An observational, diagnostic, therapeutic, cross-sectional design was used. The study population consisted of 10 patients admitted with a clinical and radiological diagnosis of chronic osteomyelitis or a pathological diagnosis (biopsy) of chronic osteomyelitis, aged 20 to 85 years. Variables were categorized as age, sex, causes of osteomyelitis, Cierny and Mader classification, tissue type according to fluorescence-guided surgical debridement with doxycycline, and corroborated by biopsy results. **Results:** Mean age was  $45,8 \text{ years} \pm 12,8$ ; males predominated, 7% (70,00%). Causes: Infections due to osteosynthesis materials predominated (40.00%), followed by open and open fractures (20,00%). Patients presented according to the Cierny and Mader classification: Type 1 30,00%, Type 2 30,00%, Type 3 10,00%, Type 4 20,00%, Type A 20,00%, Type B 10,00%, and Type C 10,00%. Fluorescence-guided surgical debridement with doxycycline in patients with chronic osteomyelitis showed a sensitivity of 85.71% and a specificity of 33.33% for the diagnosis of viable and nonviable tissue with biopsy reference. **Discussion:** Fluorescence-guided surgical debridement with doxycycline was effective in the diagnosis of viable and nonviable tissue in patients with chronic osteomyelitis. **Rev Venez Cir Ortop Traumatol, 2025, Vol 57 (1): 19-25.**

**Key Words:** Osteomyelitis, Doxycycline, Debridement, Postoperative Complications, Biopsy.

**Level of evidence:** 4

## Introducción

La osteomielitis es una inflamación del hueso producida por un agente infeccioso. Puede permanecer localizado o puede extenderse por el hueso para afectar la medula ósea, cortical, el periostio o los tejidos blandos circundantes<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Médico Especialista en Traumatología y Ortopedia Hospital Central de Maracay. <sup>2</sup>Médico Especialista en Traumatología y Ortopedia Hospital Central de Maracay. <sup>3</sup>Médico Docente Investigador. Profesor Universitario, Especialista en Salud Pública, Gerencia Hospitalaria y Metodología de Investigación y Tesis de Grado.

Autor de correspondencia: Daniela Cárdenas. email: docenciaaragua@gmail.com

Fuente de financiamiento: Este trabajo fue realizado con recursos propios sin subvenciones.

Conflicto de intereses: El autor declara que no existe ningún conflicto de interés en la redacción del artículo.

Los agentes causales de la osteomielitis por lo general están relacionados con ciertos factores de riesgo que favorecen el crecimiento de un microorganismo en particular. Entre los agentes infecciosos más comúnmente asociados con la enfermedad se encuentran agentes bacterianos como el *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus epidermidis*. Esta patología representa un problema de salud pública debido a la elevada morbilidad asociada a la potencial incapacidad en la persona a causa de la enfermedad. Por lo cual, de no ser tratada de forma adecuada tiene efectos devastadores y un pronóstico sombrío para el individuo afectado. Los agentes causales de la osteomielitis por lo general están relacionados con ciertos factores de riesgo que favorecen el crecimiento de un microorganismo en particular<sup>2,3</sup>.

El tratamiento de la osteomielitis crónica requiere un enfoque multifacético. Además de la supresión de antibióticos y el desbridamiento quirúrgico y la reconstrucción, se deben considerar las morbilidades del huésped y tomar medidas para corregirlas, como la optimización de los niveles de azúcar en sangre en pacientes con diabetes, el abandono del hábito de fumar y el tratamiento de la disfunción hepática o renal. La osteomielitis crónica generalmente no se puede erradicar sin tratamiento quirúrgico.

Rocco y cols<sup>3</sup> describe la resección ósea en conjunto con terapia antibiótica, ya que permite el control de infecciones, inflamación y dolor a largo plazo, sin embargo, los márgenes quirúrgicos de la resección ósea son determinados clínicamente por el cirujano basados en su experiencia y parámetros subjetivos como el color del hueso, y

sangrado de los márgenes, reportándose complicaciones asociadas a una exéresis insuficiente y/o excesiva<sup>4-8</sup>.

Recientemente, se ha propuesto la resección ósea guiada por fluorescencia, ya que permitiría la delimitación objetiva de los márgenes quirúrgicos, mediante la discriminación entre tejido óseo vital y necrótico. Por otro lado, se identificaron dos tipos de técnicas de fluorescencia utilizadas a nivel clínico: Fluorescencia estimulada con tetraciclinas (FT) y autofluorescencia (AF). La primera utiliza específicamente doxiciclina o minociclina, ya que presentan una alta afinidad por el calcio, incorporándose en zonas con altas tasa de remodelado y aposición ósea, características de tejido óseo vital. Por otro lado, la auto-fluorescencia se produce por fluoróforos internos del tejido que como el colágeno, elastina, tejido mineralizado, etc. Ambas técnicas requieren un estímulo luminiscente adecuado, que logre estimular la fluorescencia permitiendo la discriminación de los tejidos<sup>4-9</sup>.

En el estado Aragua, el Servicio Autónomo Docente Hospital Central de Maracay (SAHCM) cuenta con el único Servicio de Traumatología y Ortopedia público del Estado. El objetivo de este trabajo es determinar la eficacia del desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina en pacientes con osteomielitis crónica en el Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central de Maracay.

## **Material y métodos**

Se realizó un trabajo con un diseño observacional, diagnóstico, terapéutico,

de corte transversal, en la emergencia traumatológica y servicio de hospitalización en piso 6 del Servicio de Traumatología y Ortopedia del Hospital Central de Maracay entre mayo del 2023 y agosto del 2023.

Se incluyeron pacientes ingresados con diagnóstico clínico y radiológico de osteomielitis crónica o anatomopatológicos (biopsia) de osteomielitis crónica según la clasificación Cierny y Mader, que voluntariamente desee participar en el estudio.

Se excluyeron pacientes tratados anteriormente por esta patología.

Las variables de investigación fueron edad, sexo, causas de la osteomielitis, clasificación Cierny y Mader (Tipo I, II, III- Huésped A B C) Tipo de tejido viable, no viables según el desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina y corroborado por resultados de la biopsia de esos mismos tejidos.

#### **Protocolo de trabajo:**

Para dar respuesta a lo antes expuesto es necesario: distribuir por sexo y grupo etario los pacientes con osteomielitis crónica. Describir las causas osteomielitis crónica. Clasificar anatómica y fisiológicamente la osteomielitis crónica según en Cierny y Mader<sup>1</sup> y finalmente relacionar los tejidos viables y no viables del desbridamiento quirúrgico guiados x fluorescencia con doxiciclina con los resultados de la biopsia ósea intraoperatoria de los mismos tejidos, criterios de inclusión y exclusión mencionados anteriormente.

En cuanto los procedimientos, luego del llenado del consentimiento informado

por parte del paciente. Se procedió a llenar el formulario, datos personales y demográficos de los pacientes en esperas de resolución quirúrgica del caso.

Se aplicó el tratamiento con antibioticoterapia a los pacientes ingresados en el área de hospitalización Se administró doxiciclina oral (100 mg/12 h) durante 14 días previos a la cirugía y previo a las evaluaciones y laboratorios preoperatorios.

#### **Técnica quirúrgica:**

Paciente en decúbito supino, en mesa radiolúcida, se procedió a apagar las luces del quirófano y con una lámpara de Wood o una luz negra genérica se va a evidenciar debido a fluorescencia, como el tejido sano se tiñe de verde, debido al tratamiento previo con doxiciclina permitiendo así un desbridamiento de las zonas de tejido óseo que no presente fluorescencia por la incapacidad para captar la doxiciclina, luego se obtiene muestra de tejido con captación (viable) y no captación (no viable) se traslada al laboratorio de anatomía patológica en centro privado para realizar biopsia y se espera resultados a los 21 días.

#### **Análisis de los resultados y procesamiento de la información**

Se aplicó un análisis estadístico de tipo descriptivo con un Intervalo de confianza del 95%. Se calculó el intervalo de confianza (IC 95%;  $p > 0,05$ ). El análisis fue realizado, a través del cálculo de la distribución numérica y porcentual y representado en tablas de distribución de frecuencia utilizando el paquete estadístico SPSS 23 (IBM; Chicago, Illinois, USA) para Windows.

## Requisitos éticos

En forma previa se les explicó y describió a todos los pacientes el tipo de procedimiento a realizar, aceptando participar en el estudio al firmar el consentimiento informado. Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de la identidad de los pacientes, respetando las normas del FONACIT y de la Declaración de Helsinki.

## Resultados

Se incluyeron 10 pacientes hospitalizados, la edad promedio fue  $45,08 \pm 12,8(27-62)$  años. 7(70,00%) del sexo masculino (Tabla 1).

Se observa la causa de la osteomielitis crónica de los pacientes hospitalizados. El estudio demostró que, de los 10 pacientes, 4 (40,00%) la causa mas frecuente es Infección por material de Osteosíntesis, seguido de 2 (20,00%) defecto cutáneos y Fracturas

**Tabla 1.** Frecuencia por sexo y grupo etario

Variables	FA	%	IC 95%*	
			IC min	IC máx
Edad DE $45,8 \pm 12,8$ (27-62) años				
Grupo etario				
27 - 41	5	50,00	18,71	81,29
42 - 56	1	10,00	0,25	44,50
57 >	4	40,00	12,16	73,76
Sexo				
Femenino	3	30,00	6,67	65,25
Masculino	7	70,00	34,75	93,33

IC 95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad  
FUENTE: Instrumento de recolección de datos.

Abiertas, 1(10,00%) por heridas por proyectil percutado por arma de fuego (Tabla 2).

**Tabla 2.** Frecuencia por causas de osteomielitis crónica

Variables	FA	%	IC 95%*	
			IC min	IC máx
Amputación	1	10,00	0,25	44,50
Defecto Cutáneo	2	20,00	2,52	55,61
Fractura abierta expuesta	2	20,00	2,52	55,61
Herida por proyectil Arma fuego	1	10,00	0,25	44,50
Infección Material Osteosíntesis	4	40,00	12,16	73,76

IC 95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad  
FUENTE: Instrumento de recolección de datos.

Se logró identificar que de los 10 pacientes evaluados con la clasificación de osteomielitis crónica Cierny y Mader, En 3(30,00%) se evidencio que según la clasificación anatómica la de mayor frecuencia es tipo 1 y 2, sin embargo, 1(10,00%) representaron tipo 3. Con respecto al tipo fisiológico en 7 (70,00%) se evidencio de mayor frecuencia tipo A, seguido de tipo B (20,00%) (Tabla 3).

De los 10 pacientes, hospitalizados 6(85.71%) coinciden con los resultados de tinción con fluorescencia y resultados de biopsia intraoperatoria, siendo estos resultados positivos verdaderos, seguido de 1(14.29%) resultado viable con tinción de fluorescencia y no viable por biopsia intraoperatoria, siendo este un falso negativo, seguido de 2(66,67%) pacientes que resulto no viable por medio de la tinción con fluorescencia y viable con resultados de biopsia intraoperatoria y 1(33,33%) paciente que resultó viable

**Tabla 3.** Resultados según la clasificación anatómica de Cierny y Mader

Variables	FA	%	IC 95%*	
			IC min	IC máx
Clasificación anatómica				
No clasificado	1	10,00	0.25	44.50
Tipo 1	3	30,00	6.67	65.25
Tipo 2	3	30,00	6.67	65.25
Tipo 3	1	10,00	0.25	44.50
TIPO 4	2	20,00	2.52	55.61
Clasificación fisiológica				
A	7	70,00	34.75	93.33
B	2	20,00	2.52	55.61
C	1	10,00	0.25	44.50
Infección Material Osteosíntesis	4	40,00	12,16	73,76

IC 95%= Intervalo de confianza al 95% de probabilidad  
FUENTE: Instrumento de recolección de datos.

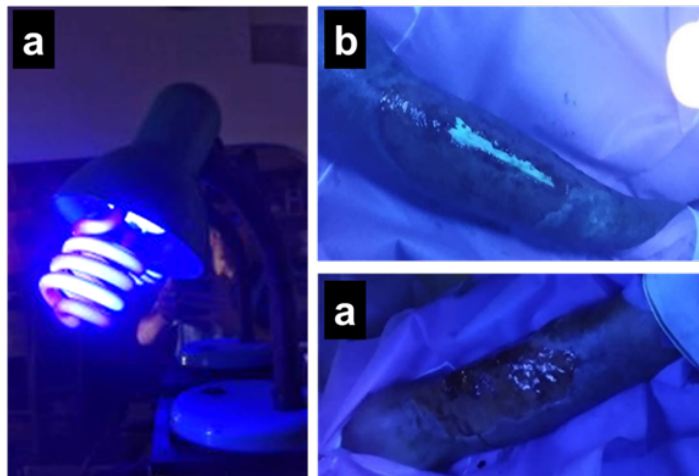
**Tabla 4.** Resultados según la clasificación anatómica de Cierny y Mader

Debridamiento Fluorescencia	Resultados de biopsia tejido		
	No viable FR (%)	Viable FR (%)	
No viable	6 (85,71)	2(66,67)	
Viable	1 (14,29)	1 (33,33)	
Valores de pruebas predictivas		%	IC 95%*
Sensibilidad (%)		85,71	78,41 93,01
Especificidad (%)		33,33	16,34 50,32
Índice de Validez (%)		70,00	64,83 75,17
Valor predictivo + (%)		75,00	68,57 81,43
Valor predictivo - (%)		50,00	24,58 75,42
Prevalencia (%)		70,00	64,83 75,17

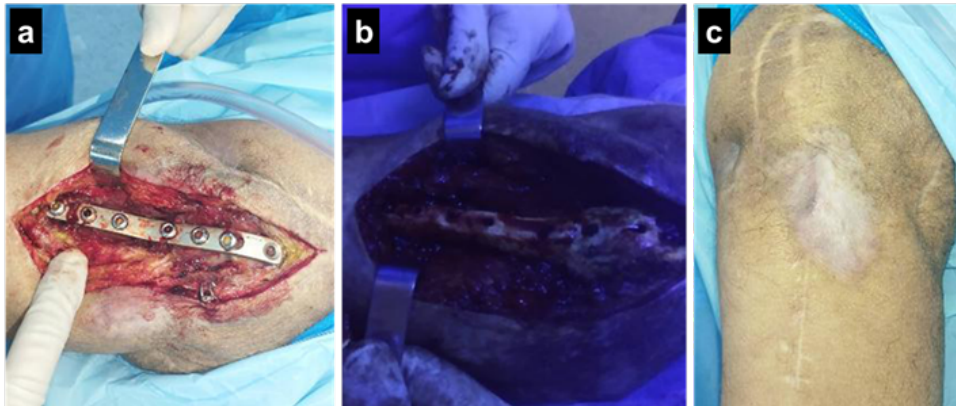
Prueba predictiva calculada programa EPIDAT. Intervalo de confianza 95%  
FUENTE: Instrumento de recolección de datos.

por tinción con fluorescencia y viable con biopsia, coincidiendo muestras, siendo así un

negativo verdadero (Tabla 4). En las figuras 1 y 2 presentamos algunos casos tratados.



**Figura 1.** (a) Lámpara de Wood o lámpara negra previo a ingresar a quirófano; (b y c) Paciente masculino de 25 años, en mesa operatoria, una vez encendida la luz se observa la fluorescencia por el segmento comprometido de la tibia (b), posteriormente se observa el tejido sano, sin signos macroscópicos de osteomielitis por ausencia de fluorescencia.



**Figura 2.** Paciente masculino de 32 años. Con antecedentes de PCI y operado a los 15 años, se evidencia el material (a) con osteomielitis, se retira a través de la luz de Wood (b) las zonas de captación de la doxiciclina. Se observa la curación final (c).

## Discusión

La osteomielitis afecta tanto a hombres como mujeres que son ingresados con este diagnóstico en el Hospital Central de Maracay. En este estudio, se incluyeron un total de 10 pacientes que cumplieron con los criterios exigidos, con una edad promedio fue  $45,08 \pm 12,8$ . Se pudo evidenciar un predominio del sexo masculino, siendo 7 (70,00%) lo cual concuerda con otros trabajos<sup>3,4,6</sup>.

Asimismo se pudo observar en ésta investigación que la mayoría de los pacientes presentaron diversas causas, siendo las Infecciones por materiales de osteosíntesis la de mayor frecuencia (40,00%) seguido fracturas abiertas y expuestas (20,00%).

Encontramos que la distribución según clasificación de Cierny y Mader (1) fue Tipo 1 30,00%, Tipo 2 30,00%, Tipo 3 10,00% y Tipo 4 20,00%, mientras que tipo A 20,00%, B 10,00% Y C 10,00%.

Uno de los datos más destacables de esta investigación ha sido el poder identificar y estadificar la clasificación Cierny y Mader<sup>1</sup> en pacientes con diagnóstico clínico y anatomopatológicos.

Se estableció la eficacia del desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina con referencia de los resultados de la biopsia ósea intraoperatoria, con una sensibilidad de 85,71% y especificidad de 33,33%.

En Conclusión, la osteomielitis crónica representa una complicación de difícil manejo en el manejo de fracturas y otras patologías músculo-esqueléticas, provocando altos costos, reintervenciones y complicaciones.

Encontramos que el desbridamiento quirúrgico guiado por fluorescencia con doxiciclina puede ser eficaz en el diagnóstico de tejidos viables y no viables en pacientes con osteomielitis crónica.

Sin embargo, recomendamos realizar otros estudios comparativos de asociación de variables que permita relacionar de forma simultánea los diagnósticos de osteomielitis. Asimismo se recomienda la realización de estudios longitudinales y prospectivos para dar seguimiento a individuos particulares durante un período prolongado de tiempo para evidenciar mejorías y tratamientos adecuados, así como incluir mayor cantidad de individuos.

### Referencias

1. Frederick A, James B, Canale T, editors. Campbell's Operative Orthopaedics. Volúmen 4, 13th ed. Philadelphia: Elsevier; 2017, p. 4776. DOI: 10.1016/j.artd.2017.05.008
2. Llerena F, Guaman F, Suárez F, Martínez F, Sinchiguano F, Aldaz F. y cols. Osteomielitis: Abordaje diagnóstico terapéutico. Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica 2019;38(1):53. DOI: redalyc.org/articulo.oa?id=55959379012
3. Roco B, Pinto G, Dethlefs C. Resección ósea guiada por fluorescencia en pacientes con osteonecrosis mandibular asociada a medicamentos: scoping review. Int. J. Odontostomat 2022;16(2):321-330. DOI:10.4067/S0718-381X2022000200321
4. Muñoz E, Fernández Á, Combalia A, Morata L, Soriano Á. Fluorescent tetracycline bone labeling as an intraoperative tool to debride necrotic bone during septic hip revision: a preliminary case series. J Bone Jt Infect. 2021;6(4):85-90. DOI: 10.5194/jbji-6-85-2021.
5. Otto S, Ristow O, Pache C, Troeltzsch M, Fliefel R, Ehrenfeld M, Pautke C. Fluorescence-guided surgery for the treatment of medication-related osteonecrosis of the jaw: A prospective cohort study. J Craniomaxillofac Surg. 2016;44(8):1073-80. DOI: 10.1016/j.jcms.2016.05.018.
6. Harvey B, Ephros H, Defalco R. Tetracycline bone labeling in surgical management of chronic osteomyelitis: a case report. J Oral Maxillofac Surg. 2004;62(6):752-4. DOI 10.1016/j.joms.2003.08.036.
7. Ballardin C, Pereira C, Stabile G. Use of a generic violet light in the surgical management of medication-related osteonecrosis of the jaws: a technical note. Oral Maxillofac Surg. 2018 Dec;22(4):477-481. DOI: 10.1007/s10006-018-0718-6.
8. Pautke C, Bauer F, Tischer T, Kreutzer K, Weitz J, Kesting M, Hölzle F, Kolk A, Stürzenbaum S, Wolff K. Fluorescence-guided bone resection in bisphosphonate-associated osteonecrosis of the jaws. J Oral Maxillofac Surg. 2009;67(3):471-6. DOI: 10.1016/j.joms.2008.09.037.