



## ***Crioablación Guiada por Imagen en el Osteoma Osteoide Infantil: Seguridad y Resultados.***

Jean Carlos cruz Sanabria <sup>1</sup>, Daysi Ivonne Reyes Rosero <sup>2</sup>, Ramón Josué Mora León<sup>3</sup>, Judith Alejandra Moreira Ortega <sup>4</sup>, Juan Antonio García Romero <sup>5</sup>, María José Valverde Looor <sup>6</sup>, Dayanna Brigitte Obando Ramón <sup>7</sup>, Stefano Sigifredo Zambrano Pacheco<sup>8</sup>, Boris Juan Caldas Calle <sup>9</sup>, Jimena Carolina Cundulle Chamorro <sup>10</sup>, Edson Javier Macías Cedeño <sup>11</sup>, Andrés Amir Becerra Hernández<sup>12</sup>



<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n10p323-335>

Artigo recebido em 13 de Agosto e publicado em 03 de Outubro

### **ARTICULO DE REVISIÓN**

#### **RESUMEN**

**Introducción:** El osteoma osteoide es un tumor óseo benigno que afecta mayormente a la población pediátrica, causando dolor nocturno que responde a AINEs. Las técnicas tradicionales como la cirugía abierta y la ablación por radiofrecuencia (ARF) tienen complicaciones y largos periodos de recuperación. La crioablación guiada por imagen, que utiliza temperaturas ultrabajas para destruir tejido tumoral, emerge como una opción terapéutica prometedora, ofreciendo visualizaciones precisas mediante imágenes de tomografía computarizada. **Objetivo:** Evaluar la seguridad y los resultados clínicos de la crioablación guiada por imagen en el tratamiento del osteoma osteoide infantil. **Metodología:** Revisión de la literatura desde 2014 hasta 2023 en bases de datos como PubMed y Scopus, utilizando palabras clave específicas y criterios rigurosos de inclusión y exclusión. **Resultados:** La crioablación mostró un éxito técnico y clínico superior, con tasas de éxito del 96% al 100% y reducciones significativas del dolor posprocedimiento. Se reportaron menores complicaciones comparadas con ARF y cirugía, destacándose por su baja tasa de recurrencia del tumor y mejoras marcadas en la calidad de vida de los pacientes. **Discusión:** La crioablación guiada por imagen es menos invasiva y tiene una recuperación más rápida que otros métodos. Estudios muestran menores complicaciones y recurrencias comparado con ARF y cirugía. La crioablación ofrece visualización en tiempo real del área tratada, mejorando la precisión y seguridad del procedimiento. **Conclusión:** La crioablación guiada por imagen se presenta como una técnica segura, eficaz y mínimamente invasiva para el tratamiento del osteoma osteoide infantil. Se recomienda su consideración como primera línea de tratamiento debido a sus múltiples beneficios clínicos y su impacto positivo en la calidad de vida de los pacientes.

**Palabras clave:** Crioablación, Osteoma osteoide, Imagen guiada, Niños, Seguridad, Eficacia.



## ***Image Guided Cryoablation in Pediatric Osteoid Osteoma: Safety and Results.***

### **ABSTRACT**

**Introduction:** Osteoid osteoma is a benign bone tumor that primarily affects the pediatric population, causing nocturnal pain that responds to NSAIDs. Traditional techniques such as open surgery and radiofrequency ablation (RFA) have complications and long recovery periods. Image-guided cryoablation, which uses ultra-low temperatures to destroy tumor tissue, emerges as a promising therapeutic option, offering precise visualizations through computed tomography imaging. **Objective:** To evaluate the safety and clinical outcomes of image-guided cryoablation in the treatment of pediatric osteoid osteoma. **Methodology:** Literature review from 2014 to 2023 in databases such as PubMed and Scopus, using specific keywords and rigorous inclusion and exclusion criteria. **Results:** Cryoablation demonstrated superior technical and clinical success, with success rates of 96% to 100% and significant reductions in post-procedural pain. Fewer complications were reported compared to RFA and surgery, standing out for its low tumor recurrence rate and marked improvements in patients' quality of life. **Discussion:** Image-guided cryoablation is less invasive and has a faster recovery time than other methods. Studies show fewer complications and recurrences compared to RFA and surgery. Cryoablation offers real-time visualization of the treated area, improving the procedure's precision and safety. **Conclusion:** Image-guided cryoablation is presented as a safe, effective, and minimally invasive technique for the treatment of pediatric osteoid osteoma. It is recommended for consideration as the first line of treatment due to its multiple clinical benefits and positive impact on patients' quality of life.

**Keywords:** Cryoablation, Osteoid Osteoma, Image-Guided, Children, Safety, Efficacy.

**Instituição afiliada:** Universidad de Guayaquil <https://orcid.org/0009-0009-4014-2322><sup>1</sup>, Universidad Nacional de Chimborazo <https://orcid.org/0009-0003-1706-1459><sup>2</sup>, Universidad de Guayaquil <https://orcid.org/0009-0007-2304-3141><sup>3</sup>, Universidad de Guayaquil <https://orcid.org/0009-0008-6994-2537><sup>4</sup>, Universidad de Guayaquil <https://orcid.org/0009-0000-3654-6062><sup>5</sup>, Universidad de Guayaquil <https://orcid.org/0009-0004-5410-4814><sup>6</sup>, Universidad de Guayaquil<sup>7</sup>, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí <https://orcid.org/0009-0001-0814-5699><sup>8</sup>, Pontificia Universidad Católica del Ecuador <https://orcid.org/0009-0003-8204-5148><sup>9</sup>, Pontificia Universidad Católica del Ecuador <https://orcid.org/0009-0005-6815-2806><sup>10</sup>, Universidad Técnica de Manabí <https://orcid.org/0009-0007-4542-9897><sup>11</sup>, Universidad UTE <https://orcid.org/0009-0000-7776-4656><sup>12</sup>.

**Autorcorrespondente:** Jean Carlos cruz Sanabria [jeankarlos92.jccl@gmail.com](mailto:jeankarlos92.jccl@gmail.com)

***This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).***



## INTRODUCCIÓN.

El osteoma osteoide (OO) es un tumor óseo benigno que principalmente afecta a la población pediátrica, con una prevalencia significativa entre los adolescentes y adultos jóvenes(1–3). Caracterizado por dolor óseo nocturno que responde notablemente a los antiinflamatorios no esteroides (AINEs), el manejo del OO plantea relevantes desafíos clínicos debido a la alta demanda de tratamientos efectivos y mínimamente invasivos(3,4). Durante décadas, los métodos tradicionales como la cirugía abierta y la ablación por radiofrecuencia (ARF) han sido las principales opciones terapéuticas. Sin embargo, estas técnicas no están exentas de complicaciones y a menudo requieren períodos de recuperación prolongados.

Históricamente, el manejo del osteoma osteoide ha involucrado tanto modalidades médicas como intervenciones quirúrgicas(5–7). La crioablación guiada por imagen (CGI) ha emergido en los últimos años como una prometedora alternativa terapéutica para el tratamiento del OO en niños(7–10). Esta técnica, que utiliza temperaturas extremadamente bajas para destruir el tejido tumoral, se lleva a cabo bajo la guía de imágenes como la tomografía computarizada (TC), proporcionando una visualización precisa de la zona a tratar. Los beneficios potenciales de la crioablación incluyen una mayor precisión en la ablación del tumor, menores tasas de complicaciones y una recuperación postoperatoria más rápida comparada con la ARF y la cirugía abierta(11).

Este artículo de revisión de la literatura tiene como objetivo evaluar la seguridad y los resultados clínicos asociados con la CGI en el tratamiento del osteoma osteoide infantil. Para ello, se ha llevado a cabo una exhaustiva revisión de la literatura, analizando diversas fuentes de información científica y estudios publicados en un rango de tiempo que abarca desde 2014 hasta 2023. Se presentan y discuten los hallazgos en términos de eficacia clínica, tasas de complicaciones, y resultados a largo plazo, proporcionando una visión integral del estado actual del conocimiento sobre esta innovadora técnica terapéutica.

## METODOLOGIA.

La metodología de este trabajo se centra en llevar a cabo una revisión de la literatura exhaustiva sobre la CGI en el tratamiento del OO infantil, evaluando tanto su seguridad como los resultados clínicos asociados. La estrategia de búsqueda incluyó la consulta de múltiples bases de datos reconocidas, tales como PubMed y Scopus, utilizando palabras clave específicas

como "crioablación," "osteoma osteoide," "imagen guiada" y "niños."

Para asegurar la relevancia y calidad de los estudios seleccionados, se establecieron criterios de inclusión específicos: se incluyeron estudios en inglés y español publicados entre 2014 y 2023 que presentaran datos controlados y metodologías rigurosas. Se excluyeron aquellos estudios con metodologías dudosas o sin datos de control adecuados. El proceso de selección se llevó a cabo en varias etapas: primero, se realizó una búsqueda inicial utilizando las palabras clave determinadas; luego, se filtraron los estudios basados en títulos y resúmenes, y finalmente, se llevó a cabo una revisión detallada de los textos completos para confirmar la inclusión. La información extraída se sintetizó en categorías temáticas para facilitar su comparación y análisis

## **RESULTADOS.**

### **Eficacia de la Crioablación Guiada por Imagen.**

La CGI ha emergido como una técnica segura y eficaz en el tratamiento del OO en la población pediátrica. La evidencia disponible, derivada de múltiples estudios, sustenta su efectividad clínica y técnica en la resolución de esta patología.

Un estudio incluyó una cohorte de 29 pacientes pediátricos a quienes se les realizó crioablación guiada por tomografía computarizada (TC) convencional y de haz cónico. Los resultados mostraron un éxito técnico del 100% y un éxito clínico a corto plazo del 96% y a largo plazo del 90.5%, respectivamente(8). La puntuación media de dolor en la escala analógica visual (EVA) disminuyó significativamente de 10 a 0 después del procedimiento ( $p < 0.0001$ ). Similarmente, se reportó una tasa de éxito clínico del 100% en una serie de nueve pacientes pediátricos tratados con crioablación bajo sedación consciente, alcanzando una reducción significativa de la puntuación EVA de 5.55 a 1.22 en la primera semana y a 0 en los seguimientos posteriores ( $p < 0.01$ )(12).

Otro análisis abarcó una serie de 50 pacientes, incluyendo jóvenes adultos, y reportó una tasa de éxito clínico del 96%, con puntuaciones medianas de dolor que disminuyeron de 8 a 0 después del procedimiento. Solo dos pacientes presentaron recidiva, que fueron manejadas exitosamente con un segundo procedimiento de crioablación(9).

### **Comparación con otras Técnicas**

La ARF ha sido tradicionalmente el estándar de tratamiento para el OO(6,10). Una

revisión sistemática que incluyó 1615 tratamientos encontró que la ablación percutánea, incluyendo ARF, mostró una tasa de éxito clínico alta(6). En comparación directa, se evaluó la eficacia de la ARF y la intervención quirúrgica, revelando tasas de éxito clínico de 86.3% y 90.7%, respectivamente, con tasas de complicaciones del 15.1% para ARF frente a 7.0% para la cirugía ( $p = 0.196$ )(10).

Se ha reportado que la CGI permite una visualización en tiempo real de la zona ablacionada, aumentando la seguridad del procedimiento. Además, la terapia con ultrasonido focalizado guiado por resonancia magnética es una opción no invasiva, pero todavía en etapas emergentes(13).

Un estudio demostró un éxito clínico primario del 86% con angiografía local guiada por resonancia magnética, similar a la crioablación pero con una ventaja adicional en términos de monitoreo preciso de la temperatura durante el procedimiento(14).

En otra comparación, se mostró que la crioablación tuvo menor estancia hospitalaria y complicaciones postoperatorias. El grupo de crioablación no presentó recurrencias durante el seguimiento, destacando su eficacia a largo plazo(7).

### **Seguridad y Complicaciones.**

#### **Tipos y Frecuencia de Complicaciones.**

La CGI para el tratamiento del OO en pacientes pediátricos ha demostrado ser una técnica relativamente segura, con una baja incidencia de complicaciones, la mayoría de las cuales son menores. En un estudio de cohorte de 29 pacientes, se documentaron seis complicaciones menores (21%) sin reportar ninguna complicación mayor. Las complicaciones mencionadas incluyeron dolor transitorio y parestesias, y todos los pacientes fueron dados de alta sin secuelas a largo plazo(8). De manera similar, ninguno de los nueve pacientes pediátricos tratados experimentó complicaciones intra o posoperatorias, lo que sugiere que la crioablación es segura cuando se realiza bajo sedación consciente(12). Este hallazgo es corroborado por otro estudio, que encontró una tasa de complicaciones menores del 6% en una serie de 50 pacientes, nuevamente sin complicaciones mayores(9).

En una revisión sistemática de diversos tratamientos percutáneos para osteoma osteoide, se encontró que la crioablación presentó un perfil de complicaciones posoperatorias menor en comparación con la ARF y las resecciones quirúrgicas. El estudio subdividió las complicaciones menores y mayores, reportando principalmente infecciones y quemaduras

leves con una tasa de complicaciones menor del 8%, frente a un 19.5% para ARF(6).

También se compararon crioablación con resección quirúrgica en una serie de 68 pacientes, encontrando que tres pacientes en el grupo quirúrgico presentaron sangrado masivo (>500 ml) y necesidad de transfusión, mientras que solo un paciente del grupo de crioablación experimentó entumecimiento leve de la extremidad, que se resolvió sin intervención adicional. La tasa general de complicaciones fue significativamente menor en el grupo de crioablación ( $p < 0.05$ ), destacando su perfil de seguridad superior(7).

### **Comparación de la Seguridad con Otros Métodos.**

Cuando se compara la crioablación con otras técnicas de tratamiento para el OO, la seguridad sigue siendo un factor determinante. La ablación por radiofrecuencia (ARF), uno de los métodos más tradicionales, ha sido relacionada con mayores tasas de complicaciones mayores en comparación con la crioablación. En una revisión sistemática se encontró que la ARF presentaba una tasa de complicaciones del 6.2%, derivadas principalmente de quemaduras y edema pulmonar, en contraste con crioablación, donde no hubo complicaciones mayores documentadas(6).

Se reportó una tasa de complicaciones del 15.1% para la ARF, comparada con un 7.0% en tratamientos quirúrgicos, indicando un perfil de complicaciones significativo en la ARF(10). Las ventajas de la crioablación sobre la ARF fueron destacadas al permitir una visualización en tiempo real de la zona ablacionada, incrementando la seguridad del procedimiento y reduciendo el riesgo de complicaciones mayores(13).

Por otro lado, la resección quirúrgica ha demostrado tener una mayor incidencia de complicaciones severas en comparación con la crioablación. Las operaciones quirúrgicas conllevaban mayores riesgos, como sangrado masivo y necesidad de terapia de transfusión, además de una mayor probabilidad de cicatrices postprocedimiento(7).

La eficacia de la angiografía local guiada por resonancia magnética fue evaluada, indicando una tasa de complicaciones menores del 14.3%, pero sin complicaciones mayores, similar a la crioablación(14). La terapia con ultrasonido focalizado guiado por resonancia magnética presenta la ventaja de ser no invasiva, aunque todavía se encuentra en etapas emergentes y necesita más estudios conjuntos para evaluar su perfil de seguridad en comparación con la crioablación(13).

### **Resultados a Largo Plazo.**

### **Tasa de Recurrencia del Tumor.**

La evaluación de la tasa de recurrencia del OO infantil tratado con crioablación guiada por imagen revela resultados prometedores y consistentes en múltiples estudios. En una investigación, se observó una tasa de recurrencia postoperatoria mínima del 9.5% dentro de un seguimiento a largo plazo(8). Este hallazgo fue respaldado por otro estudio que reportó una ausencia total de recurrencia en nueve pacientes pediátricos tratados, durante un periodo de seguimiento de hasta tres meses(12). También se documentó una tasa de recurrencia baja del 4%, con solo dos de 50 pacientes experimentando una recidiva que se manejó de manera efectiva con una segunda crioablación(9).

Un metaanálisis que incluyó 1615 tratamientos de OO indicó que la crioablación tenía una menor tasa de recurrencia en comparación con la ARF y la cirugía abierta, con solo un 4.8% de recurrencia observada en el seguimiento(6). De manera similar, se encontró que ninguno de los pacientes pediátricos tratados con crioablación experimentó recurrencia durante un seguimiento prolongado, en contraste con el grupo de resección quirúrgica que presentó una recurrencia del 1.8%(7).

### **Resultados Funcionales y de Calidad de Vida.**

Los resultados funcionales y la mejora en la calidad de vida de los pacientes pediátricos tratados con CGI son altamente satisfactorios, según evidencia de varios estudios. La reducción del dolor es un parámetro crítico en la evaluación de resultados funcionales. En un estudio, se informó una reducción significativa de la puntuación de dolor en la escala analógica visual (EVA) de 10 a 0 ( $p < 0.0001$ ) en pacientes pediátricos tratados, constatando un impacto positivo notorio en la calidad de vida tras el procedimiento, con un éxito clínico a largo plazo del 90.5%(8).

Otra investigación mostró una disminución notable en las puntuaciones de dolor EVA de 5.55 a 0 en el seguimiento de una semana, con una alta tasa de éxito clínico (100%), lo que sugiere una mejora rápida y sostenida en la calidad de vida de los niños tratados(12). En un estudio más extenso, se observó una mejora significativa en las puntuaciones de dolor EVA de una mediana de 8 a 0 en el seguimiento, reportando un éxito clínico global del 96%(9).

Se subrayó que la visualización en tiempo real de la zona ablacionada proporcionada por la crioablación permite una mayor seguridad y eficacia del procedimiento, contribuyendo a mejores resultados funcionales y una menor necesidad de intervenciones adicionales(13). En

una revisión comparativa entre técnicas mínimamente invasivas y cirugía abierta, se resaltó que la crioablación no solamente tiene un alto índice de éxito, sino que también se asocia con menores tasas de complicaciones y, por ende, con una mejor calidad de vida post-procedimiento.

En un estudio de seguimiento a largo plazo, con un periodo de hasta 10 años, se halló un alto nivel de satisfacción del paciente (97% a corto plazo y 100% a largo plazo) y una disposición unánime a someterse nuevamente al procedimiento si fuera necesario(14). Este nivel de satisfacción refleja una percepción positiva de la calidad de vida después del tratamiento.

## **DISCUSIÓN.**

La CGI ha demostrado ser una técnica mínimamente invasiva, segura y eficaz en el tratamiento del OO infantil, superando en varios aspectos a otras modalidades terapéuticas. En términos de menor invasividad y una recuperación más rápida, la crioablación permite a los niños y adolescentes volver a sus actividades cotidianas con mayor prontitud en comparación con la cirugía abierta y otras técnicas de ablación. Un estudio halló que el grupo tratado con crioablación tuvo una estancia hospitalaria significativamente más corta que aquellos sometidos a resección quirúrgica, y no presentaron recurrencia durante el seguimiento a largo plazo, subrayando la eficacia y seguridad de esta modalidad(7).

La reducción del dolor postoperatorio es un beneficio adicional importante de la crioablación. Estudios han mostrado reducciones significativas en las puntuaciones de la escala analógica visual (EVA) del dolor, lo cual se traduce en una mejora notable de la calidad de vida de los pacientes pediátricos(8,12). Un estudio documentó una disminución en la puntuación EVA de 10 a 0 ( $p < 0.0001$ ) y otro de 5.55 a 0 en el seguimiento a los tres meses después de la crioablación.

Comparando con la ARF, la crioablación presenta una menor incidencia de complicaciones. En una revisión sistemática se encontró que la crioablación tenía una tasa de complicaciones menor del 8%, versus el 19.5% reportado para ARF, que incluyó quemaduras y infecciones graves(6). Además, se reportó una baja tasa de complicaciones (6%), sin eventos adversos mayores en una cohorte de 50 pacientes, lo que valida aún más la seguridad de la crioablación(9).

Un aspecto crucial en la discusión sobre las técnicas de ablación es la tasa de recurrencia del tumor. Se ha demostrado que la CGI tiene una tasa de recurrencia del OO



significativamente baja. En un estudio se documentaron una tasa mínima de recurrencia del 9.5% durante el seguimiento a largo plazo, y otro no observó ninguna recurrencia en su estudio a tres meses(8,12). También se destacó la eficacia de la crioablación en comparación con ARF y cirugía abierta, con una menor tasa de recurrencia del 4.8%(6).

En términos de resultados funcionales y la mejora en la calidad de vida, la CGI ha demostrado ser superior. La disminución rápida y sostenible del dolor postoperatorio y la capacidad para realizar el procedimiento sin necesidad de anestesia general en muchos casos, como evidenciado por un estudio, proporcionan una ventaja significativa en la recuperación postoperatoria(15). Además, la visualización en tiempo real del área ablacionada durante el procedimiento, una característica única de la crioablación reportada, aumenta la precisión y seguridad del tratamiento, lo que se traduce en menores tasas de complicaciones y mejor calidad de vida para los pacientes(13).

La CGI no solo se presenta como una técnica segura y mínimamente invasiva, sino que también ofrece beneficios adicionales de recuperación rápida y menores complicaciones postoperatorias. Este procedimiento ha demostrado ser clínicamente eficaz y técnicamente viable, proporcionando una opción terapéutica superior para el tratamiento del OO en la población pediátrica. Las bajas tasas de recurrencia y complicaciones, junto con una significativa mejora en los niveles de dolor y calidad de vida, posicionan a la crioablación guiada por imagen como una herramienta indispensable en el manejo de esta patología.

## **CONCLUSIÓN.**

La revisión de literatura sobre la CGI en el tratamiento del OO infantil revela resultados prometedores en términos de seguridad y eficacia. Esta técnica mínimamente invasiva ofrece ventajas significativas en comparación con métodos tradicionales como la ablación por radiofrecuencia (ARF) y la cirugía abierta. Los estudios revisados demuestran una reducción notable del dolor posterior al procedimiento y un alto nivel de éxito clínico, con mínimas complicaciones reportadas. Además, se observan bajas tasas de recurrencia del tumor, lo que refuerza la durabilidad y efectividad de esta intervención.

En términos de seguridad, la crioablación destaca por su baja incidencia de complicaciones mayores, siendo predominantemente menores y transitorias. La capacidad de realizar el procedimiento bajo sedación consciente y la visualización en tiempo real del área ablacionada aumentan su precisión y seguridad, factores cruciales en el tratamiento pediátrico.



Desde una perspectiva clínica, se recomienda considerar la CGI como una primera línea de tratamiento para el OO en niños, dadas sus ventajas en la recuperación rápida y menor dolor postoperatorio. Es crucial fomentar la formación y el acceso a esta técnica en centros médicos especializados para optimizar los resultados clínicos y la calidad de vida de los pacientes. Recomendamos la implementación de protocolos estándar que incluyan seguimiento a largo plazo para monitorear posibles recidivas, asegurando así un manejo integral y eficaz de esta patología.

## REFERENCIAS.

1. Noordin S, Allana S, Hilal K, Nadeem N, Lakdawala R, Sadruddin A, et al. Osteoid osteoma: Contemporary management. *Orthop Rev (Pavia)*. 25 de septiembre de 2018;10(3):7496.
2. Amini B, Valenzuela RF, Bird JE, Haygood TM. Osteoid Tumors of Bone. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*. 1 de abril de 2021;42(2):134-49.
3. Tepelenis K, Skandalakis GP, Papathanakos G, Kefala MA, Kitsouli A, Barbouti A, et al. Osteoid Osteoma: An Updated Review of Epidemiology, Pathogenesis, Clinical Presentation, Radiological Features, and Treatment Option. *In Vivo*. 2021;35(4):1929-38.
4. Carneiro BC, Da Cruz IAN, Ormond Filho AG, Silva IP, Guimarães JB, Silva FD, et al. Osteoid osteoma: the great mimicker. *Insights Imaging*. 8 de marzo de 2021;12:32.
5. Cerny J, Soukup J, Cerna S, Novotny T. Current Approaches to Osteoid Osteoma and Minimally Invasive Surgery—A Minireview and a Case Report. *J Clin Med*. 30 de septiembre de 2022;11(19):5806.
6. Shu M, Ke J. The surgical management of osteoid osteoma: A systematic review. *Front Oncol* [Internet]. 22 de julio de 2022 [citado 23 de septiembre de 2024];12. Disponible en: <https://www.frontiersin.org/journals/oncology/articles/10.3389/fonc.2022.935640/full>
7. Meng L, Zhang X, Xu R, Wu B, Zhang X, Wei Y, et al. A preliminary comparative study of percutaneous CT-guided cryoablation with surgical resection for osteoid osteoma. *PeerJ*. 15 de enero de 2021;9:e10724.
8. Whitmore MJ, Hawkins CM, Prologo JD, Marshall KW, Fabregas JA, Yim DB, et al. Cryoablation of Osteoid Osteoma in the Pediatric and Adolescent Population. *J Vasc Interv Radiol*. febrero de 2016;27(2):232-7; quiz 238.
9. Le Corroller T, Vives T, Mattei JC, Pauly V, Guenoun D, Rochwerger A, et al. Osteoid Osteoma: Percutaneous CT-guided Cryoablation Is a Safe,



- Effective, and Durable Treatment Option in Adults. *Radiology*. febrero de 2022;302(2):392-9.
10. Igréc J, Smolle MA, Meszarics M, Godschachner TM, Steiner J, Feichtinger M, et al. A comparative study assessing the efficacy and safety of radiofrequency ablation versus surgical treatment for osteoid osteoma: retrospective analysis in a single institution. *Insights into Imaging*. 22 de marzo de 2024;15(1):82.
  11. Hinshaw JL, Lubner MG, Ziemlewicz TJ, Lee FT, Brace CL. Percutaneous Tumor Ablation Tools: Microwave, Radiofrequency, or Cryoablation—What Should You Use and Why? *Radiographics*. septiembre de 2014;34(5):1344-62.
  12. Pusceddu C, Vergantino E, Santucci D, Marsico S, Cappucci M, Vaccarino F, et al. Percutaneous Cryoablation under Conscious Sedation: A Safe, Effective and Painless Option for the Treatment of Pediatric Osteoid Osteoma. *Journal of Clinical Medicine*. enero de 2023;12(21):6889.
  13. Parmeggiani A, Martella C, Ceccarelli L, Miceli M, Spinnato P, Facchini G. Osteoid osteoma: which is the best miniminvasive treatment option? *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 1 de diciembre de 2021;31(8):1611-24.
  14. Seemann R, Böning G, Schwabe P, Teichgräber U, Gebauer B, Streitparth F. Osteoid osteoma: treatment outcome and long-term follow-up after MRI-guided laser ablation. *Ann Transl Med*. marzo de 2022;10(5):240.
  15. Santiago E, Pauly V, Brun G, Guenoun D, Champsaur P, Le Corroller T. Percutaneous cryoablation for the treatment of osteoid osteoma in the adult population. *Eur Radiol*. 1 de junio de 2018;28(6):2336-44.