

# ARTROGRAFÍA MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA CON SOLUCIÓN FISIOLÓGICA EN EL DIAGNÓSTICO DE LA PERFORACIÓN DEL DISCO DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR. REPORTE DE CASO

MAGNETIC RESONANCE ARTHROGRAPHY WITH PHYSIOLOGICAL SALINE SOLUTION IN THE DIAGNOSIS OF TEMPOROMANDIBULAR JOINT DISC PERFORATION. CASE REPORT

Marcos Gómez<sup>1</sup>

marcosgomezmaxilofacial@gmail.com

Brigitte Rodríguez<sup>2</sup>

brigrdriguezcbmf@gmail.com

Adalsa Hernández-Andara<sup>3\*</sup>

adalsa1@yahoo.com

Ana I. Ortega-Pertuz<sup>4</sup>

anitaortegav@gmail.com

## RESUMEN

La perforación parcial o total del disco articular se observa principalmente en la etapa final del trastorno temporomandibular. La resonancia magnética (RM) es considerada el estándar de oro para el diagnóstico de patologías articulares. La artrografía mediante resonancia magnética consiste en la infiltración de un medio de contraste en una articulación, siendo los quelatos de gadolinio los medios más empleados; sin embargo, posibles efectos nocivos se han asociado con su uso. El objetivo de este trabajo fue evaluar un caso de perforación del disco articular de la articulación temporomandibular mediante artrografía con RM empleando una solución fisiológica (NaCl al 0,9%) como medio de contraste. Se obtuvieron imágenes de RM con una secuencia de pulso ponderada en STIR (*Short Tau Inversion Recovery*) en los planos sagital y coronal en máxima apertura bucal, tras la inyección de la solución fisiológica en el espacio articular superior. Se identificó la comunicación de ambos espacios articulares y se observó un llenado mayor en el espacio articular inferior, así como el desplazamiento latero-medial de los segmentos discales. La artrografía con solución fisiológica permitió el diagnóstico preciso de la perforación, lo que permitió orientar el plan de tratamiento y redujo los tiempos diagnósticos y quirúrgicos, así como disminuyó complicaciones y efectos adversos relacionados con otros medios de contraste, a lo que suma el beneficio de la reducción del costo del examen.

**Palabras clave:** articulación temporomandibular. resonancia magnética, disco de la articulación temporomandibular

Artículo recibido: 10/11/2023

Arbitrado por pares

Artículo aceptado: 01/02/2024

Artículo publicado: 30/03/2024

\* Autor correspondiente:

Adalsa Hernández-Andara

adalsa1@yahoo.com



©Los autores, 2024. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

Citar como: Gómez M, Rodríguez B, Hernández-Andara A, Ortega-Pertuz AI. Artrografía mediante resonancia magnética con solución fisiológica en el diagnóstico de la perforación del disco de la articulación temporomandibular. Reporte de un caso. Rev Cient Odontol (Lima). 2024; 12(1): e190

DOI: 10.21142/2523-2754-1201-2024-190

## ABSTRACT

Partial or total perforation of the articular disc is mainly observed in the final stage of temporomandibular disorder. Magnetic resonance imaging (MRI) is considered the gold standard for the diagnosis of joint pathologies; MRI arthrography consists of the infiltration of a contrast medium into a joint, being Gadolinium chelates the most employed medium, however, possible harmful effects have been associated with its use. The aim of this work was to evaluate a case of perforation of the articular disc of the temporomandibular joint by MRI arthrography using physiological solution (NaCl 0.9%) as contrast medium. MR images were obtained with a STIR (*Short Tau Inversion Recovery*) weighted pulse sequence in the sagittal and coronal planes at maximum mouth opening, after the injection of the physiological solution in the superior articular space. The communication of both articular spaces was identified, observing a greater filling in the inferior articular space, as well as the latero-medial displacement of the disc segments. Arthrography with physiological solution allowed the precise diagnosis of the perforation, which made it possible to guide the treatment plan, reducing diagnostic and surgical times, also considering the reduction of complications and adverse effects related to other contrast media, added to the benefit of the reduction of the cost of the exam.

**Keywords:** temporomandibular joint, magnetic resonance, temporomandibular joint disk

<sup>1</sup> Unidad Holos. Miranda, Venezuela.

<sup>2</sup> Hospital General del Oeste Dr. José Gregorio Hernández. Caracas, Venezuela.

<sup>3</sup> Unidad de Diagnóstico por Imagen, Clínica Félix Boada. Caracas, Venezuela.

<sup>4</sup> Instituto de Investigaciones, Facultad de Odontología, Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Entre las diversas artropatías que comprometen la articulación temporomandibular (ATM), la más frecuente corresponde al desplazamiento del disco articular (DA) <sup>(1)</sup>. Existen dos condiciones diferentes de desplazamientos discales: con reducción, cuando la relación disco-cóndilo es recuperada durante la máxima apertura bucal, y sin reducción, cuando el disco se ubica en una posición extracondilar y no se logra recuperar la relación disco-cóndilo <sup>(1,2)</sup>.

El desplazamiento del DA sin reducción por tiempo prolongado puede ocasionar una disminución en la irrigación e inervación del tejido retrodiscal, la pérdida de la morfología discal y cambios degenerativos de las superficies articulares, formación de quistes subcondrales, dimorfismo condilar, atrofia de la banda anterior del disco, formación de osteofitos, hipertrofia del tejido retrodiscal y perforación discal (PD) <sup>(3,4)</sup>.

La PD puede ser parcial o total, y ocurre predominantemente en la banda posterior del disco, la zona bilaminar y la unión entre la banda posterior y la zona bilaminar <sup>(5,6)</sup>. Se ha reportado en un 5-15% de los pacientes con desplazamiento discal y su incidencia aumenta con la edad <sup>(3,7-9)</sup>. Las manifestaciones clínicas principales incluyen la limitación del movimiento mandibular, el sonido continuo de fricción y el dolor en el área de la ATM durante los movimientos de apertura y cierre. La presencia de la perforación también puede estar acompañada por alteraciones en otros tejidos blandos de la articulación, lo que conduce a cambios patológicos en el cartílago articular, el hueso subcondral y los ligamentos <sup>(3,4)</sup>.

La RM es el estándar de oro para visualizar la morfología y la posición del DA, las estructuras óseas de la ATM, las relaciones funcionales entre los cóndilos, la fosa mandibular y el tubérculo articular <sup>(8,10)</sup>; sin embargo, la información que proporciona sobre la integridad discal es limitada <sup>(8)</sup>. La deformación del DA, la presencia de efusión, las alteraciones en la cabeza condilar y la interrupción de la señal de la imagen de resonancia magnética (PD) se han relacionado significativamente con la presencia de PD <sup>(3,4)</sup>.

La artrografía con resonancia magnética (artro-RM) es un estudio de imagen que consiste en la infiltración de un medio de contraste en una articulación. Cuando este se aplica por vía endovenosa no es una artrografía, sino una resonancia magnética de la articulación con contraste <sup>(11)</sup>. La artro-RM con infiltración de gadolinio (Gd) en la ATM ha sido empleada para estudiar la posición e integridad del DA, su relación con el tejido retrodiscal y la presencia de adhesiones <sup>(11,12)</sup>. En este sentido, se ha reportado la infiltración de Gd directamente en el espacio articular superior de la articulación realizando movimientos mandibulares para aumentar la presión intra-articular; si existe una fuga del contraste desde el espacio superior al inferior, se considera que la perforación está presente <sup>(12)</sup>.

Se han reportado posibles efectos nocivos relacionados con el uso de quelatos de Gd en pacientes con disfunción renal grave, en los que existe el riesgo de una fibrosis sistémica nefrogénica, considerada una enfermedad potencialmente letal <sup>(13)</sup>. También se ha señalado que el Gd se retiene en el cuerpo, incluso en pacientes sin disfunción renal. Esta retención/deposición, aparentemente, está relacionada con el número acumulativo de dosis administradas y también con la estructura química del quelato <sup>(14)</sup>. Asimismo, se han descrito otras complicaciones como hipersensibilidad al Gd con presencia de una reacción anafiláctica, nefropatía inducida por contraste, toxicidad fetal durante su uso en el embarazo y depósito de Gd en el cerebelo, con síntomas colaterales como cefalea, dolor óseo y cambios en la piel <sup>(13,14)</sup>.

La PD ha sido tradicionalmente tratada con cirugía abierta de la ATM para la reparación del DA, discectomía o discectomía con reemplazo. La principal indicación de este procedimiento es el dolor y un rango de movimiento reducido que no responde a la terapia conservadora.

Luego de considerar lo expuesto, se describe un caso clínico de PD estudiado mediante artro-RM utilizando solución fisiológica (NaCl 0,9%) como medio de contraste en sustitución del Gd, lo cual disminuye los costos del examen y el riesgo de efectos secundarios en el paciente.

## REPORTE DE CASO

Paciente femenina de 55 años, que acude a consulta refiriendo artralgia bilateral de ATM, de mayor intensidad en el lado derecho, con limitación de apertura bucal de 29 mm interincisal (Fig. 1). Como antecedentes médicos refirió hipotiroidismo, hiperinsulinismo y trastorno depresivo recurrente controlado. Negó antecedentes traumáticos directos en la región maxilofacial. Se obtuvieron imágenes de RM con el protocolo indicado en la tabla 1.

Tabla 1. Protocolo de adquisición de las imágenes de resonancia magnética

|                                | Vistas  | Secuencia de pulso        |
|--------------------------------|---------|---------------------------|
| Boca cerrada (oclusión molar)  | Sagital | Densidad protónica y STIR |
|                                | Coronal | T2                        |
| Boca abierta (máxima apertura) | Sagital | Densidad protónica        |



Figura 1. Fotografía clínica intrabucal con regla milimetrada que indica 29 mm de apertura bucal interincisal.

En ambas ATM se evidenció, tanto en boca cerrada como abierta, desplazamiento completo del DA sin recaptura, con efusión en ambos espacios articulares (Fig. 2). En la ATM del lado derecho se observó interrupción en la señal correspondiente al DA y hacia la parte posterior del espacio articular se evidenció una ligera imagen hipointensa que sugería ser restos del disco perforado (Fig. 3), por lo que se decidió completar el

estudio con tomografía computarizada (TC). En la TC se evidenciaron severas alteraciones en la densidad ósea y en las características morfológicas de ambas ATM, que sugieren osteoartritis. En la ATM derecha se observó una imagen hiperdensa, con coeficiente de atenuación de 1155,7 UH, lo que indicaba una estructura altamente mineralizada compatible con cuerpo libre, probablemente como consecuencia de la erosión observada en la cabeza mandibular ipsilateral (Fig. 4).

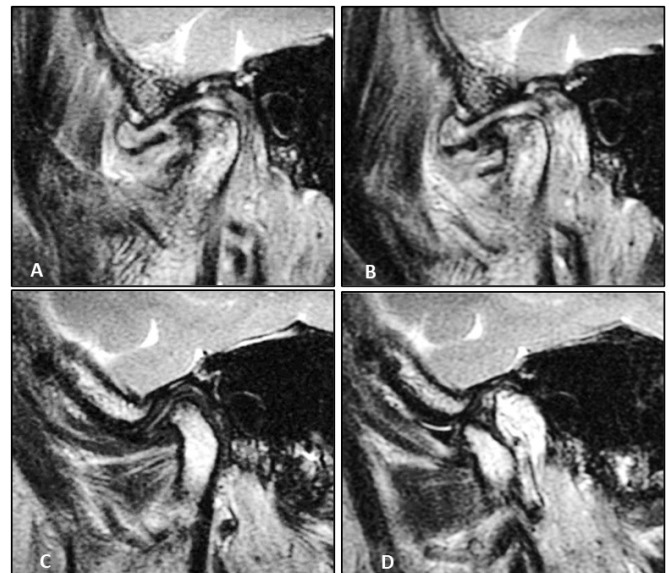
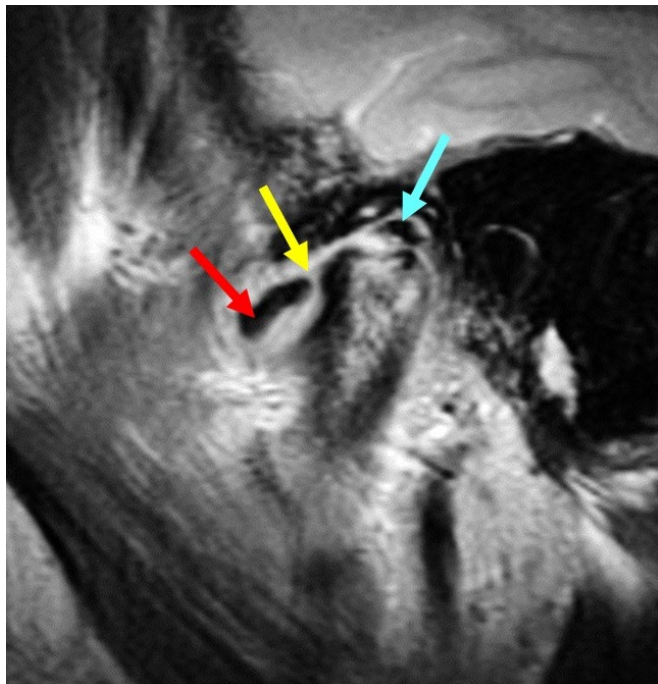


Figura 2. Imágenes de resonancia magnética. A: Vista sagital de articulación temporomandibular del lado derecho en boca cerrada, secuencia en DP, donde se evidencia el desplazamiento completo del disco articular. B: Vista sagital de articulación temporomandibular del lado derecho en boca abierta, no se observa recaptura del disco. C: Vista sagital de articulación temporomandibular del lado izquierdo, en boca cerrada, en secuencia DP, donde se evidencia desplazamiento completo del disco articular. D: Vista sagital de articulación temporomandibular del lado izquierdo en boca abierta, sin recaptura.

Los resultados de ambos estudios no fueron determinantes para el diagnóstico de PD, el cual era indispensable para decidir el tratamiento quirúrgico, por lo que se optó por realizar una artro-RM en tres pasos:

- Localizar el espacio articular superior. El paciente debe estar con la boca abierta o en posición protrusiva. Se trazan dos líneas de referencia, una horizontal que parte de la raíz del hélix en su unión con el tragus, y una vertical, tangente al borde cartilaginosa más anterior



**Figura 3.** Imagen de resonancia magnética de la articulación temporomandibular en vista sagital del lado derecho, en secuencia STIR, que muestra efusión en ambos espacios articulares. La flecha roja señala el disco articular, la amarilla muestra la interrupción en la señal correspondiente al disco y la azul, imagen hipointensa localizada hacia la parte intracapsular posterior.

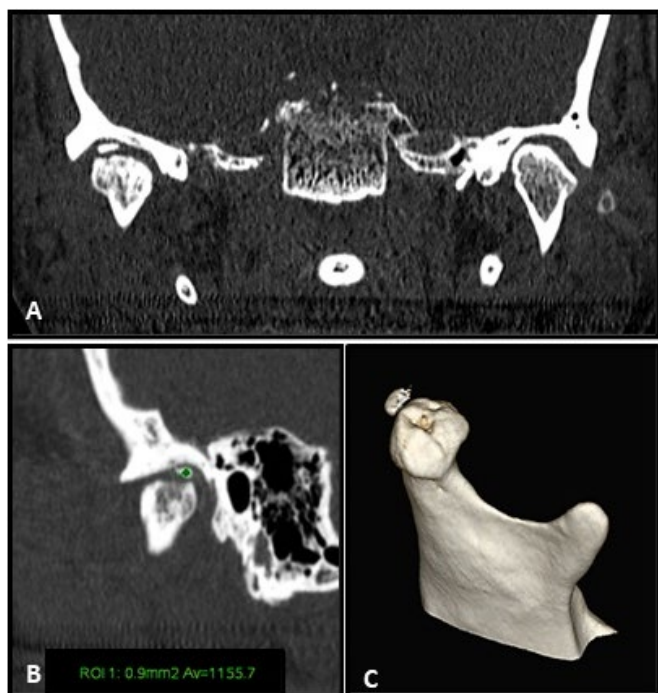
del meato acústico externo, por delante del tragus. La intersección de ambas líneas debe describir un ángulo recto. El punto de penetración debe marcarse a 2 mm por debajo de la horizontal y sobre la vertical (Fig. 5). Definido este punto, se procede a la infiltración subcutánea de 1 cc de anestésico local (lidocaína al 2%) con una aguja de 21G x 1 ½.

- b. Insuflar el espacio articular superior a través del punto previamente localizado. Para ello, se utilizó una jeringa de 3 cc (aguja de 21G x 11/2) precargada con solución fisiológica (NaCl 0,9%). La aguja debe ser orientada hacia arriba y adelante hasta lograr contacto con el arco cigomático en su unión con la vertiente posterior de la eminencia articular del temporal, para entonces acceder a la fosa mandibular. El ingreso al espacio articular debe comprobarse por la presencia de una burbuja de aire al aspirar. La insuflación debe alcanzarse con 1,5 a 3 cc de NaCl 0,9% hasta ver el llamado rebote del embolo de la jeringa, dato que indica el llenado del espacio articular; simultáneamente, el paciente referirá la desoclusión de los molares ipsilaterales. No debe utilizarse portal de drenaje alguno.
- c. Realizar, inmediatamente, la RM en secuencia de pulso ponderada en STIR, en plano sagital y coronal con boca abierta. Obtenidas las imágenes se pudo identificar la comunicación de ambos espacios articulares y se observó un llenado mayor en el espacio articular inferior, así como el desplazamiento lateromedial de los segmentos discales, lo que corroboró la sospecha de PD (Fig. 6).

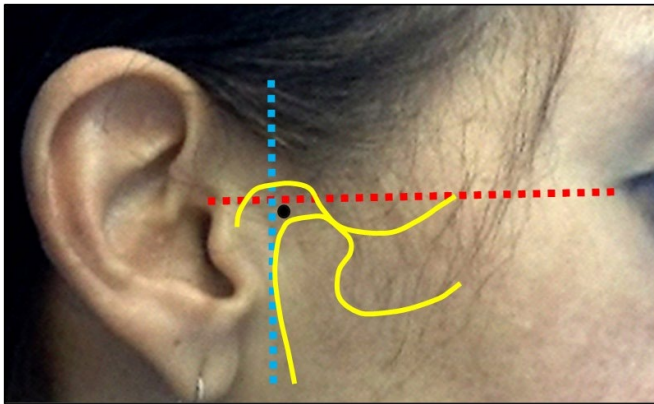
Confirmado el diagnóstico de PD, se programó a la paciente para cirugía, la cual consistió en la exéresis quirúrgica de DA en ATM derecha y rotación de colgajo de músculo temporal de base anterior, más eminoplastia y shaving condilar (Fig. 7). En el control posquirúrgico inmediato, la paciente manifestó ausencia del dolor.

## DISCUSIÓN

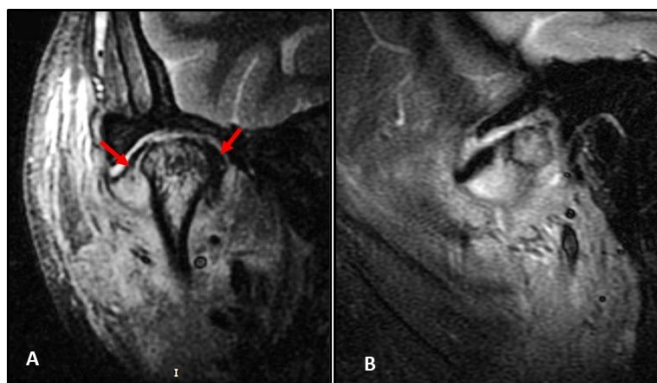
Las patologías de la ATM rerepresentan un desafío al realizar estudios para el correcto diagnóstico y plan



**Figura 4.** TC de articulaciones temporomandibulares. A: Vista coronal donde se observan severos cambios artróticos en ambas articulaciones, más significativos en el lado derecho. B: Imagen hiperdensa en zona correspondiente a espacio articular, con coeficiente de atenuación de 1155.7 UH, que sugiere un cuerpo libre mineralizado. C: Reconstrucción volumétrica de la apófisis condilar del lado derecho que muestra un cuerpo libre relacionado con erosión en cabeza mandibular.



**Figura 5.** Líneas de referencia para la localización del espacio articular superior. En color rojo, la línea de referencia "raíz del hélix-tragus"; en color azul, la línea tangente al borde cartilaginoso. Inmediatamente, por debajo de la intersección de ambas líneas, a 2 mm por debajo de la horizontal y sobre la vertical, señalado por un punto negro, se indica el lugar de abordaje hacia el espacio articular superior.



**Figura 6.** Imágenes de resonancia magnética en STIR inmediatamente después de administrada la solución fisiológica. A: Vista coronal que evidencia la perforación discal; las flechas indican los dos segmentos del disco perforado. B: Vista sagital que muestra la comunicación entre ambos espacios articulares, con distensión anterior de imagen correspondiente a la cápsula articular.

de tratamiento <sup>(1)</sup>. La RM es el estándar de oro para evaluación de la morfología y la posición del DA <sup>(8,10)</sup>; por ello, fue el primer estudio de elección en el presente caso y permitió observar el desplazamiento completo sin recaptura en ambas ATM, así como la interrupción de la señal correspondiente al disco del lado derecho, lo que sugirió la existencia de PD.

La PD conduce a cambios morfológicos en las superficies articulares <sup>(3)</sup>, por lo que se decidió realizar una TC como examen complementario. Esto permitió observar severas alteraciones en la densidad ósea y en las características morfológicas de ambas ATM, que sugirieron osteoartritis. Estos hallazgos, junto con los de la RM inicial, fueron determinantes para indicar la artro-RM.

La evidencia sobre el uso de artro-RM para el estudio de la PD es limitada <sup>(11,12)</sup>, y para ello se ha empleado el Gd como medio de contraste. En este sentido, Toyama *et al.* <sup>(11)</sup> administraron Gd en ambos compartimentos articulares, mientras que Venetis *et al.* <sup>(12)</sup> seleccionaron el compartimiento superior de la ATM, debido a la facilidad de su localización sin el uso de guía fluoroscópica, y a que minimiza la posibilidad de penetrar el DA, lo que conduce a un falso positivo de PD. Con esto en consideración, la artro-RM de este caso fue realizada inyectando el medio de contraste seleccionado en el compartimiento superior.

Se han descrito diversas complicaciones al utilizar el Gd como medio de contraste, entre ellas la presencia



**Figura 7.** Imágenes quirúrgicas. A: Realizado el abordaje de la ATM del lado derecho, se observa erosión en cabeza mandibular. B: Tras la exéresis del disco articular, se observa la rotación de colgajo de músculo temporal. C: Disco articular totalmente deformado y restos de tejido óseo retirado del espacio articular, lo que confirma el diagnóstico imagenológico de cuerpo libre.

de reacción anafiláctica, necrosis tisular, nefropatía inducida por contraste, toxicidad fetal durante su uso en el embarazo y depósito de Gd en el cerebelo, asociado a síntomas colaterales como cefalea, dolor óseo y cambios en la piel (13,14). Por su parte, la solución salina es inocua, de bajo costo, ampliamente disponible en cualquier ambiente hospitalario y se ha reportado su uso con éxito en la artro-RM del codo para el diagnóstico de desgarro del ligamento ulnar colateral, con una especificidad del 100% y una sensibilidad del 92% (15).

En el presente estudio se realizó una artro-RM adquiriendo imágenes en secuencias de pulso ponderadas en STIR en boca abierta, tras la administración de solución NaCl 0,9%, teniendo en cuenta que en dicha secuencia se observa intensificación de los líquidos (6). La secuencia de pulso en STIR es una secuencia alternativa de RM que suprime la señal de la grasa y los efectos aditivos de los mecanismos de T1 y T2 en el brillo de los tejidos. Es comúnmente empleada para evaluar lesiones de médula ósea debido a su alta sensibilidad para detectar tumores, edema e infección en esta (16). Los hallazgos en las imágenes de la artro-RM fueron determinantes para el diagnóstico definitivo de PD, lo que permitió la indicación quirúrgica.

## CONCLUSIONES

El empleo de solución fisiológica como medio de contraste en artro-RM de la articulación temporomandibular, realizada en secuencia STIR, permitió observar la presencia de líquido en ambos espacios articulares, lo que fue indicativo de perforación discal. La solución fisiológica constituye un medio de contraste de bajo costo, fácilmente disponible, que debe ser considerado en los estudios de artro-RM para la articulación temporomandibular.

**Contribución de los autores:** Marcos Gómez y Adalsa Hernández-Andara participaron en la concepción, recopilación de información e interpretación de los datos, así como en la redacción y aprobación de la versión final del artículo. Brigitte Rodríguez y Ana Isabel Ortega-Pertuz participaron en la revisión, redacción y aprobación de la versión final del artículo.

**Fuente de financiamiento:** Autofinanciado.

**Potenciales conflictos de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Li CX, Liu X, Gong ZC, Jumatai S, Ling B. Morphologic Analysis of Condyle among Different Disc Status in the Temporomandibular Joints by Three-dimensional Reconstructive Imaging: A Preliminary Study. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):395. doi:[10.1186/s12903-022-02438-1](https://doi.org/10.1186/s12903-022-02438-1).
2. Machoň V, Sedý J, Klíma K, Hirjak D, Foltán R. Arthroscopic lysis and lavage in patients with temporomandibular anterior disc displacement without reduction. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2012;41(1):109-13. doi:[10.1016/j.ijom.2011.07.907](https://doi.org/10.1016/j.ijom.2011.07.907).
3. Kuribayashi A, Okochi K, Kobayashi K, Kurabayashi T. MRI findings of temporomandibular joints with disk perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(3):419-25. doi:[10.1016/j.tripleo.2007.11.020](https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2007.11.020).
4. Heredia N, Hernández-Andara A, Ortega-Pertuz AI. Caracterización clínica, imagenológica y quirúrgica de la perforación discal en pacientes con disfunción de la articulación temporomandibular. Estudio de serie de casos. *Rev Odontol UNICID*. 2018;29(3):260-7. doi: [10.26843/ro\\_unicidv2932017p260-267](https://doi.org/10.26843/ro_unicidv2932017p260-267).
5. Gao W, Lu J, Gao X, et al. Biomechanical effects of joint disc perforation on the temporomandibular joint: a 3D finite element study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):943. doi:[10.1186/s12903-023-03521-x](https://doi.org/10.1186/s12903-023-03521-x).
6. Liu XM, Zhang SY, Yang C, Chen MJ, Y Cai X, Haddad MS, Yun B, Chen ZZ. Correlation between disc displacements and locations of disc perforation in the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol*. 2010 Mar;39(3):149-56. doi: [10.1259/dmfr/72395946](https://doi.org/10.1259/dmfr/72395946).
7. Shen P, Huo L, Zhang SY, Yang C, Cai XY, Liu XM. Magnetic resonance imaging applied to the diagnosis of perforation of the temporomandibular joint. *J Craniomaxillofac Surg*. 2014;42(6):874-878. doi:[10.1016/j.jcms.2014.01.001](https://doi.org/10.1016/j.jcms.2014.01.001).
8. Kim JY, Jeon KJ, Kim MG, Park KH, Huh JK. A nomogram for classification of temporomandibular joint disk perforation based on magnetic resonance imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2018;125(6):682-92. doi:[10.1016/j.oooo.2018.02.009](https://doi.org/10.1016/j.oooo.2018.02.009).
9. Ko D, Nam H, Shim YJ, Kang JK. Diagnosis of articular disc perforation: a case series. *J Med Pain* 2019; 4:189-94. doi: [10.14476/jomp.2019.44.4.189](https://doi.org/10.14476/jomp.2019.44.4.189).
10. Serindere G, Aktuna Belgin C. MRI investigation of TMJ disc and articular eminence morphology in patients with disc displacement. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*. 2021;122(1):3-6. doi:[10.1016/j.jormas.2020.09.019](https://doi.org/10.1016/j.jormas.2020.09.019).
11. Toyama M, Kurita K, Koga K, Rivera G. Magnetic resonance arthrography of the temporomandibular joint. *J Oral Maxillofac Surg*. 2000;58(9):978-84. Doi:[10.1053/joms.2000.8738](https://doi.org/10.1053/joms.2000.8738).
12. Venetis G, Pilavaki M, Triantafyllidou K, Papachristodoulou A, Lazaridis N, Palladas P. The value of magnetic resonance arthrography of the temporomandibular joint in imaging disc adhesions and perforations. *Dentomaxillofac Radiol*. 2011;40(2):84-90. doi:[10.1259/dmfr/13255885](https://doi.org/10.1259/dmfr/13255885).
13. Blomqvist L, Nordberg GF, Nurchi VM, Aaseth JO. Gadolinium in medical imaging-usefulness, toxic reactions and possible Countermeasures-a review. *Biomolecules*. 2022;12(6):742. doi:[10.3390/biom12060742](https://doi.org/10.3390/biom12060742).
14. Cheong BYC, Wilson JM, Preventza OA, Muthupillai R. Gadolinium-based contrast agents: updates and answers to typical questions regarding gadolinium use. *Tex Heart Inst J*. 2022;49(3):e217680. doi:[10.14503/THIJ-21-7680](https://doi.org/10.14503/THIJ-21-7680).
15. Schwartz ML, al-Zahrani S, Morwessel RM, Andrews JR. Ulnar collateral ligament injury in the throwing athlete: evaluation with saline-enhanced MR arthrography. *Radiology*. 1995;197(1):297-9. doi:[10.1148/radiology.197.1.7568841](https://doi.org/10.1148/radiology.197.1.7568841).
16. Tokuda O, Hayashi N, Matsunaga N. MRI of bone tumors: Fast STIR imaging as a substitute for T1-weighted contrast-enhanced fat-suppressed spin-echo imaging. *J Magn Reson Imaging*. 2004;19(4):475-81. doi:[10.1002/jmri.20031](https://doi.org/10.1002/jmri.20031).