

Original

Fiabilidad y precisión de la ortopantomografía en el diagnóstico por imagen de la artrosis en la articulación temporomandibular

Adrián Alberto Cardín Pereda*, Josué Hernando Vázquez, David López Vaquero, Imanol Zubiate Illarramendi y Francisco Javier Martín Rodríguez

Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial. Hospital Universitario Donostia. San Sebastián, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido: 09-03-2025

Aceptado: 02-05-2025

Palabras clave:

Articulación temporomandibular, ATM, radiografía panorámica, ortopantomografía, fiabilidad, precisión.

RESUMEN

Objetivos: Analizar la precisión y fiabilidad de la ortopantomografía en el diagnóstico de la artrosis temporomandibular.

Pacientes y método: Estudio observacional transversal en el que cuatro observadores evaluaron 50 OPG (100 ATM) para identificar el aplanamiento de la cabeza condilar, la erosión ósea y los osteofitos. La fiabilidad del diagnóstico radiográfico se estimó mediante la concordancia interobservador para los tres parámetros de imagen mediante el coeficiente kappa de Fleiss. La precisión diagnóstica se expresó en función de la sensibilidad y la especificidad, estableciendo el diagnóstico por TC o RM como el patrón oro.

Resultados: El análisis de la fiabilidad reveló una concordancia leve para la identificación del aplanamiento condilar, los osteofitos y el diagnóstico de artrosis, y una concordancia aceptable para la erosión ósea radiográfica. La sensibilidad y especificidad encontradas fueron del 81 % y del 50 % para el aplanamiento, del 73 % y del 52 % para la erosión, del 41 % y del 88 % para los osteofitos y del 58 % y del 51 % para el diagnóstico de artrosis, respectivamente.

Conclusiones: La precisión y fiabilidad de la OPG son limitadas a la hora de diagnosticar la artrosis temporomandibular.

*Autor para correspondencia:

Correo electrónico: adrianalberto.cardinpereda@osakidetza.eus (Adrián Alberto Cardín Pereda).

<http://dx.doi.org/10.20986/recom.2025.1617/2025>

Reliability and accuracy of orthopantomography in the diagnosis of temporomandibular joint osteoarthritis

A B S T R A C T

Keywords:

Temporomandibular joint, TMJ, panoramic radiography, orthopantomography, reliability, accuracy.

Objectives: To analyse the accuracy and reliability of orthopantomography in the diagnosis of temporomandibular osteoarthritis.

Patients and methods: Cross-sectional observational study in which four observers evaluated 50 OPGs (100 TMJs) to identify flattening of the condylar head, bone erosion and osteophytes. The reliability of the radiographic diagnosis was estimated by interobserver agreement for the three imaging parameters using Fleiss' kappa coefficient. Diagnostic accuracy was expressed as a function of sensitivity and specificity, with CT or MRI diagnosis as the gold standard.

Results: Reliability analysis revealed a slight concordance for the identification of condylar flattening, osteophytes and the diagnosis of osteoarthritis, and a fair concordance for radiographic bone erosion. The sensitivity and specificity found were 81 and 50 % for flattening, 73 and 52 % for erosion, 41 and 88 % for osteophytes and 58 and 51 % for the diagnosis of osteoarthritis respectively.

Conclusions: The accuracy and reliability of OPG are limited in diagnosing temporomandibular osteoarthritis.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos temporomandibulares son entidades que resultan de la alteración estructural o funcional de la articulación temporomandibular (ATM), los músculos de la masticación y/o estructuras asociadas. Estos abarcan una serie de afecciones caracterizadas por dolor en la ATM o en los tejidos circundantes, limitación funcional y ruidos¹. Se estima que la prevalencia del trastorno temporomandibular es superior al 5 % de la población, con un pico de incidencia entre los 20 y los 40 años y mayor frecuencia en mujeres que en hombres². Dentro de estos trastornos se encuadra la artrosis de la ATM, una enfermedad degenerativa caracterizada por la degradación del cartílago y la remodelación del hueso subcondral³.

El diagnóstico clínico de la artrosis a nivel de la ATM incluye un examen radiográfico que proporciona información adicional acerca de las alteraciones óseas del cóndilo y la fosa articular⁴. Los cambios óseos secundarios a la artrosis son radiográficamente perceptibles en estadios suficientemente evolucionados de la enfermedad, e incluyen: el aplanamiento de la cabeza condilar, la erosión y la esclerosis ósea, el pinzamiento del espacio articular, los quistes subcondrales y los osteofitos⁵. En este sentido, la radiografía panorámica u ortopantomografía (OPG) tiene muchas ventajas sobre la radiografía simple convencional en la evaluación de las estructuras dentales y maxilofaciales, constituyendo la prueba de imagen de elección en el abordaje inicial de los trastornos temporomandibulares. La OPG permite visualizar los dientes y el hueso alveolar, los senos maxilares, la cavidad nasal y las ATM simultáneamente y mediante una sola proyección. Además, comporta una baja dosis de exposición a la radiación, una rápida ejecución y un bajo coste. Con la OPG se puede valorar todo

el componente óseo de la ATM, incluidos el cóndilo mandibular, la eminencia articular y la fosa articular. Sin embargo, la OPG tiene un valor limitado en el diagnóstico de los trastornos temporomandibulares al no permitir la valoración de las partes blandas. La OPG es inferior a la tomografía computarizada (TC), a la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y a la resonancia magnética (RM) para evaluar los cambios óseos de la ATM⁴. Así, parece existir una discrepancia entre el papel que la OPG tiene en el abordaje diagnóstico inicial del paciente con disfunción de la ATM y la validez de esta prueba para detectar una patología relevante, como es la enfermedad articular degenerativa. Con frecuencia, el clínico confía en la TC o la RM para descartar o confirmar la artrosis de ATM (Figura 1). Sin embargo, debemos recordar que en la disfunción ATM no siempre existe una adecuada correlación entre sintomatología, exploración y severidad del daño articular. Además, la TC o la RM de ATM presentan en muchos centros una disponibilidad limitada. Hasta el momento, muy pocos trabajos han analizado la precisión y/o fiabilidad de la OPG en el diagnóstico de la artrosis de la articulación temporomandibular⁴⁻¹⁰.

El objetivo del presente estudio es el de comparar la fiabilidad, sensibilidad y especificidad de la OPG, en manos de cirujanos maxilofaciales, a la hora de identificar lesiones óseas degenerativas características a nivel de la ATM.

PACIENTES Y MÉTODO

Presentamos un estudio observacional transversal realizado de acuerdo con las directrices de la iniciativa STROBE¹¹. Los sujetos incluidos fueron hombres y mujeres de 18 a 82 años (edad media de 32 años), diagnosticados de síndrome

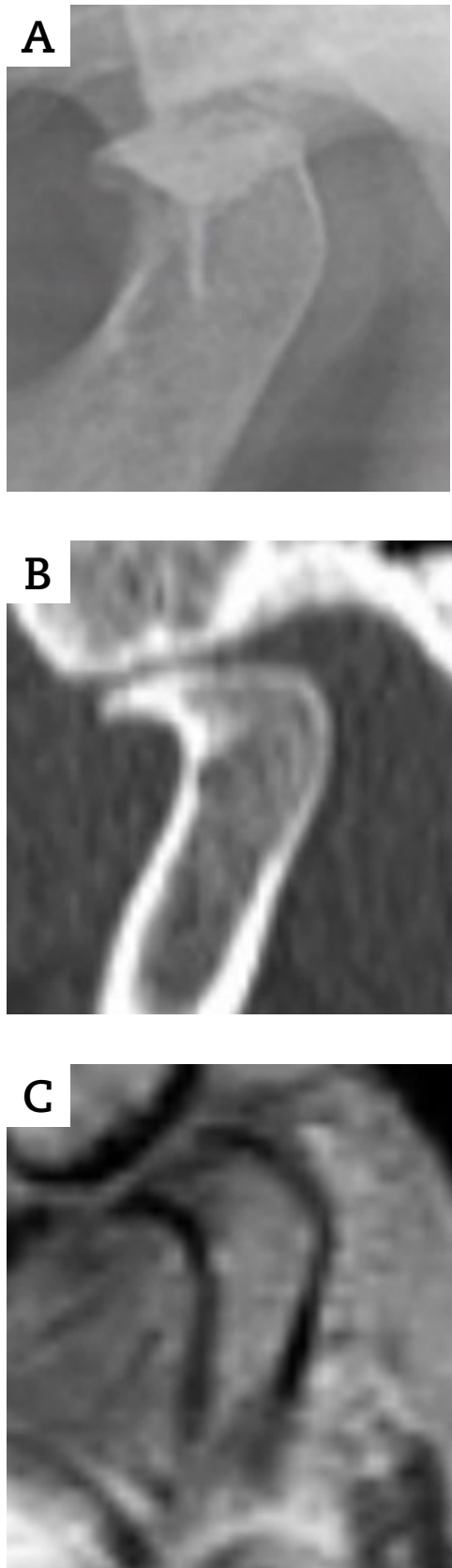


Figura 1. Imagen de ATM izquierda con signos radiológicos degenerativos a nivel condilar: aplanamiento, erosión y osteofito anterior. A: ortopantomografía; B: tomografía computarizada; C: resonancia magnética nuclear (secuencia de densidad protónica, con la boca cerrada).

de disfunción temporomandibular en uno o ambos lados por nuestro servicio durante el periodo de 2021 a 2025, que contasen con una OPG y un TC o RM como pruebas de imagen. Los criterios de exclusión fueron: antecedentes de lesión traumática, infección, neoplasia, deformidad o cirugía en la región de la ATM, o pacientes con imágenes de muy pobre calidad. Todos los sujetos fueron examinados por un especialista en cirugía oral y maxilofacial, y el trastorno temporomandibular se diagnosticó basándose en los Criterios Diagnósticos de Investigación para los Trastornos Temporomandibulares (RDC/TMD)¹². Inicialmente, se reclutaron 172 sujetos, excluyéndose según los criterios anteriormente citados 122, consistiendo nuestra muestra en 100 ATM de 50 sujetos.

Para analizar la precisión y fiabilidad de la OPG en el diagnóstico de la artrosis de ATM, se pidió a cuatro observadores que evaluaran las 50 radiografías panorámicas. Estos debían identificar la presencia o ausencia de tres cambios óseos radiográficos característicos de la artrosis en la ATM a nivel del cóndilo mandibular: el aplanamiento de la cabeza condilar, la erosión ósea y los osteofitos, y que confirmasen o descartasen un diagnóstico de artrosis a dicho nivel. Los observadores fueron cirujanos maxilofaciales familiarizados con los hallazgos radiológicos propuestos a los que no se les facilitó más información acerca de los casos a evaluar. Entre las radiografías seleccionadas había imágenes tanto normales como patológicas.

La fiabilidad del diagnóstico radiográfico se estimó mediante la concordancia interobservador en la identificación de la presencia/ausencia de los tres parámetros de imagen citados anteriormente. El grado de concordancia entre los observadores se definió en función del valor estadístico como: *pobre*, *leve*, *aceptable*, *moderada*, *sustancial* u *óptima*¹³. La fiabilidad de la concordancia entre observadores se calculó mediante el coeficiente kappa de Fleiss para datos categóricos.

La precisión diagnóstica total y para cada uno de los observadores se expresó, de acuerdo con la iniciativa STARD¹⁴, en función de la sensibilidad, especificidad y valores predictivos, estableciendo el diagnóstico por TC o RM como el patrón oro. La significación estadística se consideró cuando el umbral de probabilidad del valor *p* fue inferior a 0,05. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa informático SPSS (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

RESULTADOS

En relación con la fiabilidad, el análisis de la concordancia entre los cuatro observadores para identificar los cuatro signos radiológicos (aplanamiento, erosión y osteofitos a nivel del cóndilo, así como el diagnóstico total de artropatía degenerativa) en la ATM mediante OPG se recogen en la Tabla I. El valor del estadístico kappa de Fleiss para datos categóricos presentó para el aplanamiento, los osteofitos y la artrosis unos valores comprendidos entre 0,145 y 0,209, lo que equivale a un grado de concordancia leve¹³ (del inglés *slight*). Para la erosión radiológica el valor kappa reveló un valor de 0,25, catalogado como una concordancia aceptable¹³ (del inglés *fair*).

Cabe mencionar que para los test clínicos, especialmente para el diagnóstico por imagen, se considera adecuado un valor kappa mayor o igual a 0,6 (un grado de concordancia que se corresponde con el término inglés *substantial*),

considerándose óptimo a partir de 0,8. Los valores encontrados se sitúan, por tanto, muy lejos de lo deseable en el ámbito asistencial. Únicamente en estudios de naturaleza exploratoria o durante fases de aprendizaje de los clínicos se aceptan valores kappa iguales o superiores a 0,4, lo que corresponde a un nivel de concordancia moderado (del inglés *moderate*). Por el contrario, cuando el diagnóstico emitido implica una actitud agresiva, por ejemplo a la hora de indicar cirugía, se prefieren valores kappa superiores a 0,8¹⁵.

En relación con la precisión diagnóstica, los resultados de la identificación por parte de los observadores de los citados signos radiológicos respecto al patrón de referencia empleado se agrupan en la Tabla II. La precisión se expresa fundamentalmente en función de la sensibilidad (S), la especificidad (E), el valor predictivo positivo (VPP) y el valor predictivo negativo (VPN), pudiéndose emplear además las razones de verosimilitud o el área bajo la curva¹⁶. A la hora de identificar correctamente el aplanamiento, la erosión radiológica o la artrosis del cóndilo mandibular, encontramos unos valores de precisión global próximos al 50 %. A este respecto, cabe destacar que un valor de precisión por debajo del 70 % se considera unánimemente bajo, siendo deseables valores por encima del 90 %¹⁷. Solo la identificación de los osteofitos presentó una precisión moderada, con un valor de 78 %.

La sensibilidad encontrada, sinónimo de pocos falsos negativos en la identificación, presentó valores entre 41 y 81 %, clasificados como bajos o moderados. En cuanto a la especificidad, expresión de los pocos falsos positivos, solo la identificación de los osteofitos presentó un valor considerado como bueno (88 %)¹⁷.

En referencia a los valores predictivos, su valor está supeditado al contexto clínico y consecuencias diagnósticas para el paciente, así como a la prevalencia, pero generalmente se consideran deseables a partir del 80 %¹⁷. En nuestro estudio,

el VPP osciló entre 23-46 %. Por el contrario, el VPN presentó valores entre el 71 y el 93 %, considerados aceptables.

DISCUSIÓN

La artrosis de la ATM es una enfermedad incapacitante producto de una sobrecarga mecánica. Este proceso degenerativo afecta a todas las estructuras articulares, incluidos el cartílago articular, la membrana sinovial, el hueso subcondral, la cápsula, los ligamentos y los músculos periarticulares¹⁸. En la evaluación clínica de la patología articular temporomandibular se emplea de forma rutinaria la OPG. Las limitaciones de dicha prueba para la evaluación de la degeneración articular son en parte conocidas. Por ejemplo, las manifestaciones clínicas de estos pacientes no siempre guardan una estrecha correlación con los hallazgos por imagen. Se ha reportado una relación estadísticamente significativa entre los sonidos de crepitación y los hallazgos radiográficos en la OPG, pero no con el dolor¹⁹. Además, la superposición anatómica que implica la generación de la OPG dificulta en muchas ocasiones la correcta identificación de estructuras. Entonces, ¿podemos confiar en la radiografía panorámica para confirmar o descartar una artrosis a nivel temporomandibular? Actualmente existen muy pocos estudios destinados a responder a esta pregunta. En general, la precisión de esta prueba para diagnosticar esta patología se considera moderada-baja, existiendo hallazgos dispares en la literatura³. A este respecto, nuestro trabajo reveló una sensibilidad y una especificidad del 58 % y del 51 %, respectivamente (Tabla II), valores muy por debajo de lo deseable, e incluso menores que los encontrados por otros autores, como Poveda-Roda y cols. en 2015¹⁰ o Ahmad y cols. en 2009²⁰. Estas diferencias entre nuestros hallazgos y la evidencia disponible pueden explicarse en base a varios motivos. En primer lugar, cabe citar que en el presente trabajo se

Tabla I. Fiabilidad de la concordancia entre observadores mediante el coeficiente kappa de Fleiss.

Variable	Valor kappa	Valor p	Límite inferior del IC	Límite superior del IC	Grado de concordancia
Aplanamiento	0,145	0,041	0,064	0,224	Leve
Erosión	0,25	0,041	0,155	0,315	Aceptable
Osteofitos	0,165	0,041	0,085	0,245	Leve
Artrosis	0,209	0,01	0,129	0,289	Leve

Tabla II. Precisión para el diagnóstico de los signos radiológicos.

Variable	S	E	VPP	VPN	Precisión	IC precisión	Prevalencia en la muestra
Aplanamiento	81,82 %	50,82 %	24,06 %	93,62 %	55,78 %	43,58 % a 67,48 %	16 %
Erosión	73,33 %	52,38 %	23,98 %	90,56 %	55,94 %	44,24 % a 67,18 %	17 %
Osteofitos	41,67 %	88,24 %	46,96 %	85,82 %	78,92 %	68,36 % a 87,25 %	20 %
Artrosis	58,33 %	51,06 %	36,99 %	71,33 %	53,46 %	41,23 % a 65,40 %	33 %

S: sensibilidad. E: especificidad. VPP: valor predictivo positivo. VPN: valor predictivo negativo.

empleó la RM como patrón de referencia, siendo el TC en la mayoría de las publicaciones el método empleado para estudiar la precisión de la OPG. A pesar de que la RM es considerada la prueba de elección para el estudio de la artropatía ATM, esta presenta una menor sensibilidad que el TC en la detección de osteofitos, erosiones o esclerosis óseas²¹. Otras posibles causas de discrepancia en los resultados podrían ser el azar, al basarse estos estudios en tamaños muestrales moderados, o diferencias en el número o la pericia diagnóstica de los evaluadores empleados. En cualquier caso, estos resultados contribuyen a desaconsejar el uso de la radiografía panorámica para el diagnóstico de artrosis en la ATM.

Entre los signos radiológicos característicos de la artrosis a nivel de la ATM destaca entre todos el aplanamiento de la cabeza condilar (Figura 1). En la literatura, este es el signo más prevalente y más frecuentemente identificado por imagen⁵. Nuestro trabajo encontró una sensibilidad y una especificidad del 81 % y del 50 %, respectivamente (Tabla II) a la hora de identificar este signo, cifras que contrastan con los hallazgos del 60 % y del 69 % de Im y cols., en 2018⁴. Estas discrepancias subrayan la dificultad para valorar una estructura tridimensional tan compleja en términos de posicionamiento y morfología, como es el cóndilo mediante una técnica que reduce la realidad a dos dimensiones¹⁸. Además, la fiabilidad en la identificación de este signo depende tanto de la modalidad de imagen empleada como de la experiencia del observador, estando su significado supeditado a la presencia de otros signos degenerativos. Cabe destacar aquí que la pérdida de la convexidad normal del cóndilo puede representar, más allá de una artropatía, un cambio adaptativo o formar parte de un proceso de remodelación funcional²². En base a nuestros hallazgos, consideramos la OPG una técnica cuanto menos subóptima para evaluar dicha estructura.

En referencia a la precisión para identificar osteofitos en la ATM, varios trabajos han situado esta para la OPG en valores del 60-70 %, con sensibilidades inferiores al 60 % y especificidades entre el 75-90 %^{4,7,8}. En el presente trabajo encontramos una precisión diagnóstica para este signo del 78 %, con una sensibilidad del 41 % y una especificidad del 88 %, replicándose en gran medida la evidencia disponible. El hecho de presentar una especificidad moderadamente alta con una baja sensibilidad implica que la utilización de esta técnica presentará numerosos falsos negativos, fenómeno condicionado por el tamaño y localización de estas lesiones⁵.

En relación con la consistencia diagnóstica, el análisis de la fiabilidad interobservador reveló en nuestro estudio un grado generalmente aceptado como leve¹³ para la identificación de casi todos los signos radiológicos estudiados, incluyendo el diagnóstico final de artrosis (Tabla I). Las erosiones, manifestadas como áreas radiolúcidas irregulares en la superficie condilar presentan en la literatura una fiabilidad que comprende valores kappa entre 0,3 y 0,5, una concordancia aceptable-moderada que nuestros resultados replican. En su identificación, el clínico se enfrenta a la superposición de estructuras y a la limitada resolución de la OPG, además, incluso las erosiones más evidentes pueden confundirse con variaciones anatómicas normales o artefactos de la imagen.

Estos resultados replican la fiabilidad moderada-baja de otros trabajos^{4,23}, sujeta a la interpretación subjetiva y experiencia del evaluador y condicionada por la superposición de estructuras, la calidad técnica de la imagen y el tamaño

de las lesiones sujeto de estudio²⁴. En conjunto, estos hallazgos en combinación con el análisis de la precisión concurren en disuadir acerca del empleo de la OPG para el diagnóstico de la artropatía degenerativa en la ATM. Esta herramienta, siendo útil como aproximación inicial diagnóstica y pudiendo sugerir la presencia de una artrosis moderada-avanzada cuando se objetiven cambios evidentes, no es suficiente para un diagnóstico definitivo de artrosis temporomandibular.

Para concluir, algunas limitaciones del presente trabajo merecen ser mencionadas a la hora de establecer conclusiones: 1) este estudio solo evalúa el cóndilo, y no la fosa ni la eminencia; 2) se han analizado tres signos radiológicos característicos, pero podrían haberse incluido otros como la esclerosis, geodas, etc.; 3) se tomaron como patrón oro las imágenes de TC y RM, pero el diagnóstico definitivo de la artrosis es anatomopatológico; 4) en este trabajo no se evalúa la artrosis leve, no objetivable mediante radiología simple; 5) el tamaño muestral es similar al de trabajos previos, y permitió obtener resultados estadísticamente significativos, pero se necesita más investigación para establecer una evidencia consistente.

CONCLUSIONES

La radiografía panorámica permite identificar lesiones óseas a nivel temporomandibular, como fracturas, tumores o deformidades, pudiendo proporcionar información adicional en el diagnóstico de la artrosis de la ATM. Sin embargo, su precisión y fiabilidad son limitadas a la hora de diagnosticar la artrosis temporomandibular, recomendándose otras modalidades de imagen como el TC o la RM.

ASPECTOS ÉTICOS

El trabajo se realizó con la aprobación del Comité Ético de Investigación del Área Sanitaria de Guipuzkoa y respetando las recomendaciones internacionales sobre investigación clínica de la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial, revisada en 2013.

CONFLICTO DE INTERESES

Ninguno.

FINANCIACIÓN

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arzoz García de Eulate A, Medina del Valle J, Criado Villalón P, Caubet Sáez-Torres I, Vázquez Gutiérrez B, García Reija MF. Tratamiento del síndrome miofascial de la articulación temporomandibular con toxina botulínica: revisión bibliográfica

- de su efectividad y complicaciones. *Rev Esp Cir Oral Maxilofac.* 2024;46:71-8. DOI: 10.20986/recom.2024.1555/2024.
2. Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, diagnosis, and treatment of temporomandibular disorders. *Dent Clin North Am.* 2013;57(3):465-79. DOI: 10.1016/j.cden.2013.04.006.
 3. Choi E, Kim D, Lee JY, Park HK. Artificial intelligence in detecting temporomandibular joint osteoarthritis on orthopantomogram. *Sci Rep.* 2021;11(1):10246. DOI: 10.1038/s41598-021-89742-y.
 4. Im YG, Lee JS, Park JI, Lim HS, Kim BG, Kim JH. Diagnostic accuracy and reliability of panoramic temporomandibular joint (TMJ) radiography to detect bony lesions in patients with TMJ osteoarthritis. *J Dent Sci.* 2018;13(4):396-404. DOI: 10.1016/j.jds.2018.08.006.
 5. Jaber M, Khalid A, Gamal A, Faisal R, Mathew A, Ingafou M. A Comparative Study of Condylar Bone Pathology in Patients with and without Temporomandibular Joint Disorders Using Orthopantomography. *J Clin Med.* 2023;12(18):5802. DOI: 10.3390/jcm12185802.
 6. Ludlow JB, Davies KL, Tyndall DA. Temporomandibular joint imaging: a comparative study of diagnostic accuracy for the detection of bone change with biplanar multidirectional tomography and panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80(6):735-43. DOI: 10.1016/s1079-2104(05)80259-8.
 7. Hussain AM, Packota G, Major PW, Flores-Mir C. Role of different imaging modalities in assessment of temporomandibular joint erosions and osteophytes: a systematic review. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(2):63-71. DOI: 10.1259/dmfr/16932758.
 8. Hintze H, Wiese M, Wenzel A. Comparison of three radiographic methods for detection of morphological temporomandibular joint changes: panoramic, scanographic and tomographic examination. *Dentomaxillofac Radiol.* Mar 2009;38(3):134-40. DOI: 10.1259/dmfr/31066378.
 9. Salemi F, Shokri A, Mortazavi H, Baharvand M. Diagnosis of simulated condylar bone defects using panoramic radiography, spiral tomography and cone-beam computed tomography: A comparison study. *J Clin Exp Dent.* 2015;7(1):e34-9. DOI: 10.4317/jced.51736.
 10. Poveda-Roda R, Bagan J, Carbonell E, Margaix M. Diagnostic validity (sensitivity and specificity) of panoramic X-rays in osteoarthritis of the temporomandibular joint. *Cranio.* 2015;33(3):189-94. DOI: 10.1179/2151090314Y.0000000018.
 11. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Declaración de la iniciativa STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology): directrices para la comunicación de estudios observacionales. *Rev Esp Salud Pública.* 2008;82:251-9.
 12. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E, Look J, Anderson G, Goulet JP, et al. Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders (DC/TMD) for Clinical and Research Applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network* and Orofacial Pain Special Interest Group†. *J Oral Facial Pain Headache.* 2014;28(1):6-27. DOI: 10.11607/jop.1151.
 13. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33(1):159-74.
 14. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, et al. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ Open.* 2016;6(11):e012799. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-012799.
 15. Sim J, Wright CC. The kappa statistic in reliability studies: use, interpretation, and sample size requirements. *Phys Ther.* 2005;85(3):257-68.
 16. Bossuyt PM, Reitsma JB, Bruns DE, Gatsonis CA, Glasziou PP, Irwig LM, et al. Towards complete and accurate reporting of studies of diagnostic accuracy: the STARD initiative. *Fam Pract.* 2004;21(1):4-10. DOI: 10.1093/fampra/cmh103.
 17. Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 1: sensitivity, specificity and predictive values. *Acta Paediatr.* 2007;96(3):338-41. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2006.00180.x
 18. Honey OB, Scarfe WC, Hilgers MJ, Klueber K, Silveira AM, Haskell BS, et al. Accuracy of cone-beam computed tomography imaging of the temporomandibular joint: comparisons with panoramic radiology and linear tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):429-38. DOI: 10.1016/j.ajodo.2005.10.032.
 19. Arayasantiparb R, Mitirattanakul S, Kunasarpun P, Chutima-taewin H, Netneparat P, Sae-Heng W. Association of radiographic and clinical findings in patients with temporomandibular joints osseous alteration. *Clin Oral Investig.* 2020;24(1):221-7. DOI: 10.1007/s00784-019-02945-6.
 20. Ahmad M, Hollender L, Anderson Q, Kartha K, Ohrbach R, Truelove EL, et al. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD): development of image analysis criteria and examiner reliability for image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(6):844-60. DOI: 10.1016/j.tripleo.2009.02.023.
 21. Jadeja N, Sahu AK, Thakur R, Ismail BM, Kumar KH, Sadananda K, et al. Comparative Evaluation of CBCT and MRI in Temporomandibular Joint (TMJ) Disorders and their Relationship to Periodontal Health. *J Pharm Bioallied Sci.* 2024;16(Suppl 1):S844-S846. DOI: 10.4103/jpbs.jpbs_1056_23.
 22. González-García R. ¿Cuál es la relación entre hiperplasia condílea y la disfunción temporomandibular? *Rev Esp Cir Oral Maxilofac.* 2021;43(3):85-9. DOI: 10.20986/recom.2021.1315/2021.
 23. Dahlström L, Lindvall AM. Assessment of temporomandibular joint disease by panoramic radiography: reliability and validity in relation to tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996;25(4):197-201. DOI: 10.1259/dmfr.25.4.9084273.
 24. Kiliç SC, Kiliç N, Güven F, Sümbüllü MA. Is magnetic resonance imaging or cone beam computed tomography alone adequate for the radiological diagnosis of symptomatic temporomandibular joint osteoarthritis? A retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2023;52(11):1197-204. DOI: 10.1016/j.ijom.2023.04.005.