



IMÁGENES DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

**INGRID RÓŻYŁO-KALINOWSKA
KAAN ORHAN**



AMOLCA

IMÁGENES DE LA ARTICULACIÓN TEMPOROMANDIBULAR

**INGRID RÓŻYŁO-KALINOWSKA
KAAN ORHAN**

Ingrid Różyło-Kalinowska

Unidad independiente
de Propedéutica de
Radiología Dentomaxilofacial,
Universidad Médica de Lublin,
Lublin, Polonia

Kaan Orhan

Departamento de Radiología
Dentomaxilofacial,
Universidad de Ankara,
Facultad de Odontología,
Ankara, Turquía

2022



Radiografía convencional en las imágenes de la ATM

Keith Horner y David MacDonald*

5.1 Introducción

La radiografía convencional (también conocida como radiografía «plana») es la forma más antigua de imagenología médica. La ATM presenta un desafío particular debido a su ubicación, que hace imposible la obtención de una imagen radiográfica plana, libre de superposición significativa por otras partes del cráneo, en particular la densa base del cráneo. En términos simples, la anatomía ósea normal de la ATM consiste, en esencia, en una cabeza condilar elipsoide posicionada dentro de una fosa articular cóncava, con un espacio que separa a estos dos componentes. La anatomía ósea de la articulación también implica que ninguna proyección radiográfica proporciona información topográfica completa. El bosquejo de estas estructuras de forma irregular en las imágenes radiográficas planas está gobernado por el perfil particular al que el haz de rayos X era tangencial. Las diferencias menores en el posicionamiento y la angulación cambiarán esta relación así como la imagen resultante. Estas limitaciones ayudan a explicar la plétora de proyecciones que se han descrito para la imagenología de los componentes de la articulación (Tabla 5.1). El desarrollo de las imágenes transversales, inicialmente por la tomografía y después por la CT, ha reducido de forma estable el valor percibido de muchos de los métodos radiográficos simples para las imágenes de la ATM. La radiografía panorámica, a menudo disponible en instalaciones de atención primaria dental, sigue siendo de amplio uso y se incluye en este capítulo bajo el encabezado de radiografía «convencional».

Es importante recordar que la radiografía convencional solo proporciona imágenes de los componentes óseos de la ATM. Esta es la limitación de su uso más relevante desde el punto de vista clínico, teniendo en cuenta que las patologías más prevalentes de la ATM (mialgia/dolor miofascial, alteración discal) afectan solo o en su mayor parte a los tejidos blandos. Para la evaluación de los problemas internos, la disponibilidad de artrografía y, en especial, de imágenes de MR, ha reducido en forma dramática las indicaciones de la radiografía convencional.

* K. Horner

División de Odontología, Escuela de Ciencias Médicas, Facultad de Biología, Medicina y Salud, Universidad de Manchester, Manchester, Reino Unido.
e-mail: Keith.horner@manchester.ac.uk.

D. MacDonald

División de Radiología Oral y Maxilofacial, Departamento de Ciencias Orales, Biológicas y Médicas, Facultad de Odontología, Universidad de Columbia Británica, Vancouver, BC, Canadá.

e-mail: dmacdo@dentistry.ubc.ca

Tabla 5.1. Proyecciones radiográficas convencionales que se han utilizado para imágenes de la articulación temporomandibular (ATM)

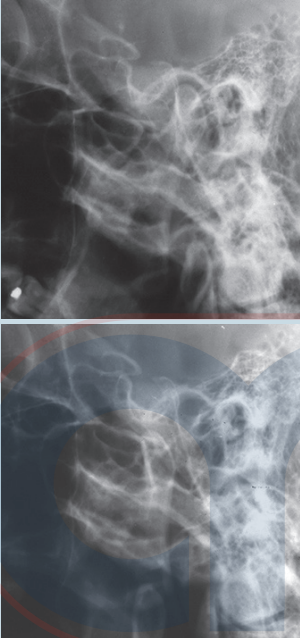
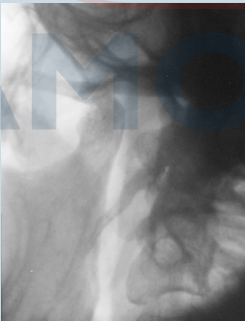

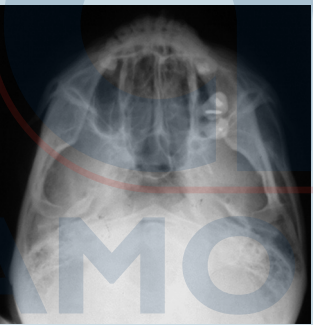



Proyección	Ejemplo	Técnica	Estructuras de la ATM captadas en imágenes
Transcraneal oblicua lateral («proyección de Stenver modificada»)		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Plano sagital de la cabeza paralelo al receptor de imágenes Articulación de interés próxima al receptor de imágenes Proyecciones con la boca del paciente cerrada y luego abierta</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Rayo central angulado 25° caudalmente y centrado en un punto ubicado 5 cm superior a la articulación más alejada del receptor de imágenes</p>	Cabeza condilar Fosa articular Espacio articular (Proyección cerrada)
Transfaringea («proyección Parma», «proyección McQueen», «proyección de Toller»)		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Plano sagital de la cabeza paralelo al receptor de imágenes Articulación de interés próxima al receptor de imágenes El paciente abre la boca lo más posible</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Rayo central angulado 5-10° cranealmente y 5-10° posteriormente, con el rayo central dirigido a través de la escotadura sigmoidea de la mandíbula más cercana a la fuente de rayos X hacia la ATM más cercana al receptor de imágenes</p>	Cuello y cabeza condilar

Tabla 5.1. (continuación)

Proyección	Ejemplo	Técnica	Estructuras de la ATM captadas en imágenes
Transorbital («proyección de Zimmer»)		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Receptor de imágenes en la parte posterior de la cabeza, con el paciente enfrentando la fuente de rayos X, con el plano axial horizontal y con el plano sagital girado alrededor de 30° hacia el lado de interés El paciente abre la boca lo más posible</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Haz central dirigido a través de la órbita ipsilateral hacia la ATM</p>	Cuello y cabeza condilar
Submento-vertical		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> El paciente enfrenta la fuente de rayos X y luego extiende máximamente el cuello de forma tal que el plano orbitomeatal esté lo más paralelo posible al receptor de imágenes</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Haz central dirigido perpendicular al plano orbitomeatal y paralelo al plano sagital en la línea media, a nivel de las ATM</p>	Cabeza condilar
PA de huesos faciales («proyección de Towne inversa»)		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Plano sagital de la cabeza perpendicular al receptor de imágenes El paciente enfrenta el receptor de imágenes El paciente abre la boca lo más posible</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Angulación craneal de 10-30° del haz Centro del haz posicionado para pasar a través de los cuellos condilares</p>	Cuello y cabeza condilar

(continúa)

Tabla 5.1. (continuación)

Proyección	Ejemplo	Técnica	Estructuras de la ATM captadas en imágenes
Cefalometría lateral		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Cabeza en el cefalostato con el plano sagital paralelo al receptor de imágenes y en posición natural de la cabeza con los dientes en oclusión</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Perpendicular al plano sagital y al receptor de imágenes y centrada sobre el meato auditivo externo</p>	No aplicable
Cefalometría PA		<p><i>Posición del paciente y del receptor de imágenes</i> Cabeza en el cefalostato con el plano sagital y el plano de Frankfort perpendiculares al receptor de imágenes y en posición natural de la cabeza, con los dientes en oclusión</p> <p><i>Dirección y localización del haz de rayos X</i> Perpendicular al receptor de imágenes y centrada sobre el puente nasal</p>	No aplicable

La mayoría solo tiene interés histórico. Los nombres de las proyecciones y los detalles de las técnicas radiográficas son inconsistentes en la literatura y aquellos utilizados son consistentes con la preferencia y práctica de los autores. Nótese que las imágenes de las estructuras enumeradas se limitan al perfil bidimensional de dichas estructuras, según lo determinado por la anatomía del paciente, su posición y la angulación del haz de rayos X. La proyección transfaríngea se tomaba tradicionalmente utilizando un set de rayos X dental, con una distancia corta desde el foco hasta la piel.

Así, la mayor parte de los exámenes radiográficos simples solo tienen interés histórico y pueden describirse razonablemente como obsoletos. En su revisión del año 2010, Petersson [1] resaltó sus limitaciones y aplaudió la ausencia de radiografías simples en los criterios diagnósticos de investigación para los trastornos temporomandibulares (RDC/TMD) [2]. Las revisiones y textos recientes no mencionan a la radiografía simple, aparte de la radiografía panorámica, como parte de la estrategia imagenológica para la ATM [3-7].

De las radiografías simples enumeradas en la tabla 5.1, en la actualidad solo pudiera tomarse la proyección de Towne inversa en casos de sospecha de fractu-

ra con compromiso del cóndilo o cuello mandibular, aunque la práctica actual favorece cada vez más el uso de imágenes transversales para dichos casos (véase la sección 5.3). Las cefalometrías (proyección lateral y/o posteroanterior) se usan para la evaluación imagenológica de ciertas condiciones relacionadas con la ATM que llevan a anomalías del crecimiento facial, como la hipoplasia y la hiperplasia condilar, aunque no proporcionan información detallada sobre las ATM mismas, debido a las superposiciones. Por lo tanto, aparte de estas excepciones, para la abrumadora mayoría de pacientes con signos o síntomas clínicos relacionados con la ATM, el único examen radiográfico convencional sería la radiografía panorámica.

5.2 Radiografía panorámica: aspectos técnicos

A esta técnica se le han dado diferentes nombres, que incluyen tomografía panorámica dental, pantomografía y panoral, junto con los nombres de varios fabricantes que se han usado de manera incorrecta como términos generales para equipos. Aquí se prefiere el término radiografía panorámica. Tradicionalmente, las radiografías panorámicas proporcionan una imagen de la mandíbula y el maxilar completos, lo cual incluye los componentes óseos de la ATM (Fig. 5.1).

Se dispone de excelentes descripciones en los textos sobre los principios de las imágenes radiográficas panorámicas [5,8] y aquí solo se proporcionará un resumen. Por lo general, la radiografía panorámica se considera una forma de tomografía en donde se toma la imagen de una capa dentro de la cara del paciente. Al igual que con cualquier tomografía radiográfica, hay una rotación de la fuente de rayos X y del receptor de imágenes alrededor de la cabeza del paciente. Con la radiografía panorámica se establece un movimiento bastante complejo con un centro de rotación en continuo movimiento para tomar la imagen de una capa curva dentro del paciente (conocida también como la capa de imagen, el plano o el canal focal), correspondiente a los dientes y mandíbulas del paciente. Otro aspecto importante del método es que se utiliza un haz de rayos X de hendidura vertical. Para los sistemas digitales basados en película o indirectos (placa de fósforo), un movimiento horizontal coordinado del receptor de imágenes implica que el haz de hendidura escanea a través de este durante la exposición, construyendo los datos de la imagen. Los sistemas digitales directos utilizan un detector vertical estrecho y alto, alineado con el haz de hendidura, para capturar el haz de rayos X atenuado.

La capa de imagen se diseña para acomodar la forma del arco dental y las mandíbulas. Es más estrecho a nivel anterior, aunque se hace progresivamente más ancho a nivel posterior para acomodar los arcos dentales maxilar y mandibular. La capa de



Fig. 5.1 Radiografía panorámica de excelente calidad, que incluye las regiones de las ATM.

imagen representa una zona de máxima nitidez de imagen, en cuyo centro las magnificaciones vertical y horizontal se tornan equivalentes. Las estructuras ubicadas por fuera de la capa de imagen se hacen progresivamente más borrosas mientras más lejos estén de esta y su forma también se distorsiona cada vez más. Las estructuras bucolabiales con respecto a la capa de imagen sufren de una magnificación horizontal relativamente menor que la apreciada en la dirección vertical, mientras que lo opuesto se observa para las estructuras posicionadas palatolingualmente. El movimiento detallado del equipo panorámico variará entre los fabricantes, mientras que la anatomía del paciente muchas veces se desviará del modelo inicial usado en el diseño del equipo. Por ello, un cambio en el equipo puede cambiar la apariencia de las mandíbulas, incluyendo las ATM. Además, el posicionamiento de los pacientes es de importancia crítica para determinar la apariencia de la imagen panorámica. En el contexto de la región de la ATM, esto significa que las dimensiones absolutas de los componentes óseos de la articulación son poco confiables y que la forma puede estar distorsionada [9,10]. En particular, el posicionamiento asimétrico de las ATM en relación con la capa de imagen, bien sea debido a una técnica inadecuada del operador o a una asimetría anatómica, puede introducir diferencias marcadas entre los lados derecho e izquierdo que no son reales (Fig. 5.2).

La radiografía panorámica no es un medio confiable de evaluación de la forma de los cóndilos mandibulares [11-13]. En cualquier caso, Crow y cols. reportaron que la forma condilar por sí sola no es un indicador de trastorno o enfermedad de la articulación temporomandibular (TMD, por sus siglas en inglés). Ellos añadieron que es posible que las discrepancias menores no sean significativas [14]. En consecuencia, es importante no sobreestimar la veracidad de la información diagnóstica obtenida de las imágenes panorámicas de la ATM.

Las radiografías panorámicas normalmente se toman con los dientes anteriores del paciente ubicados borde con borde, lo que se facilita gracias a un surco presente en el bloque de mordida. Esto debería garantizar que los dientes maxilares y mandibulares se encuentran en el plano focal. Por supuesto, puede que para algunos pacientes esto no sea posible, por ejemplo, en relaciones esqueléticas clase 3 y/o en las maloclusiones clase III o en el caso de algunos pacientes parcial o completamente edéntulos, para quienes el posicionamiento es menos preciso. Para la mayoría de los pacientes, el posicionamiento de los dientes anteriores superiores e inferiores borde con borde requiere cierto grado de protrusión mandibular. Esto trasladará la cabeza condilar en dirección anterior, en un grado dependiente de la sobre mordida horizontal y vertical, lo que puede ser útil para reducir o remover la superposición del componente temporal de la articulación (Fig. 5.3). Si no es esencial obtener una imagen perfecta de los dientes mandibulares anteriores, puede ser útil pedirle al paciente que realice una protrusión máxima en forma deliberada, más allá del surco del bloque de mordida, para poder lograr esto.

5.2.1 Equipo panorámico multifunción

Muchos modelos modernos de equipo panorámico incorporan más de una sola función. Son comunes los diseños panorámicos-cefalométricos combinados. Algunos sistemas panorámicos han sido combinados con una forma simple de tomografía lineal, mientras que, más recientemente, se ha puesto a disposición sistemas panorámicos/CBCT híbridos. Las escogencias selectivas del tamaño de campo, como mitades de imágenes (derechas o izquierdas) o cuadrantes de imágenes (Fig. 5.4), los ajustes pediátricos y, en algunos casos, programas específicos de la ATM, también se

Fig. 5.2 Radiografía panorámica de un paciente con fracturas mandibulares, que muestra asimetría de las cabezas condilares producida por un error de posicionamiento. **(a)** La imagen original muestra un agrandamiento relativo del cóndilo izquierdo. **(b)** La radiografía tomada después de la reducción y fijación de la fractura muestra el cóndilo izquierdo en un tamaño más normal. **(c)** Corte CT axial que muestra que el cóndilo izquierdo era de tamaño similar al derecho, incluso quizás más pequeño en la dirección mediolateral.

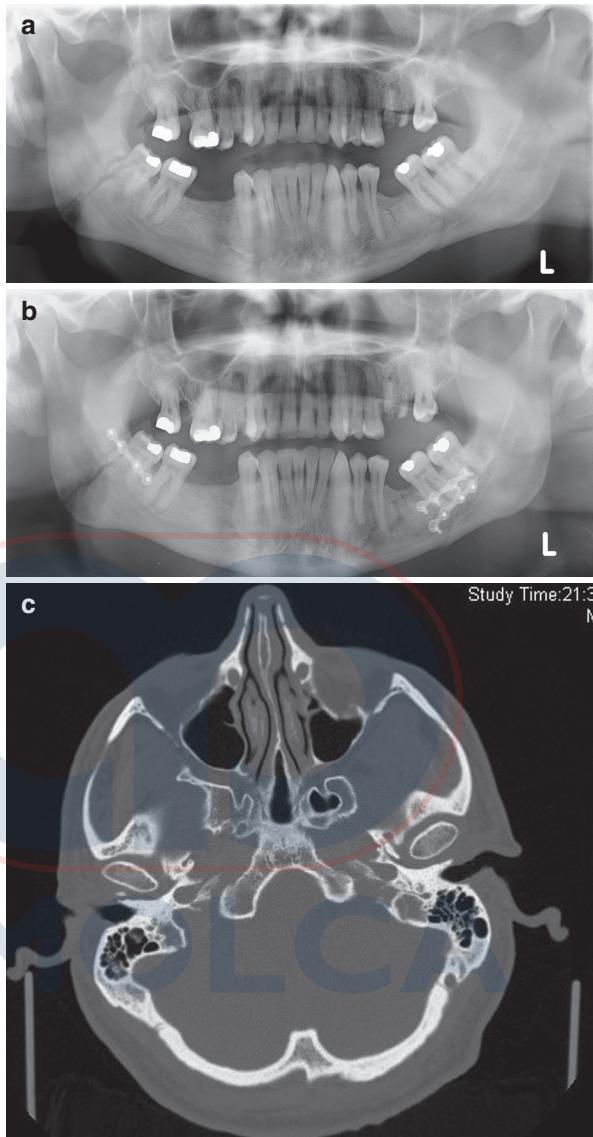


Fig. 5.3. Radiografía panorámica con protrusión que lleva a traslación condilar anterior y a imágenes consecuentes mejoradas de los cóndilos.



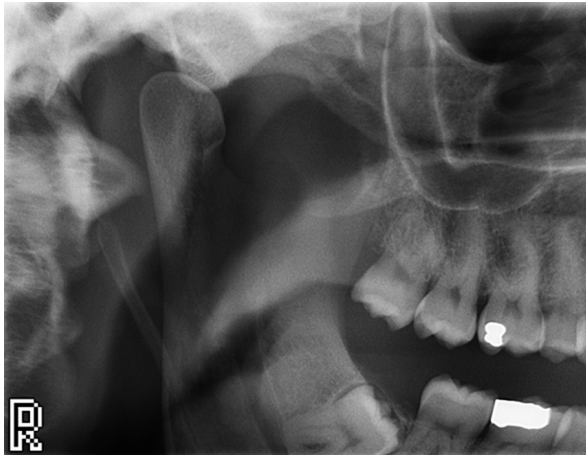


Fig. 5.4. Imagen de la región de la ATM derecha, producida con un programa para ATM en la unidad de rayos X panorámicos. Nótese el largo proceso estiloides y el arco anterior del atlas, justo posterior al cuello condilar.

incluyen en ocasiones como estándares o como opciones en el equipo panorámico moderno. Estos ofrecen la ventaja de una menor dosis de radiación [15,16]. Algunos equipos panorámicos también ofrecen la elección de formas en la capa de imagen en un intento por acomodar variaciones mayores en la anatomía mandibular.

5.3 Selección de radiografías convencionales

Se han determinado criterios de selección (también conocidos como «criterios de referencia» o como «criterios de idoneidad») como «descripciones de condiciones clínicas derivadas de los signos, síntomas e historia del paciente que identifican a aquellos con probabilidad de beneficiarse de una técnica radiográfica particular» [REF RP 136] [17]. De este modo, las elecciones imagenológicas se basan en la historia clínica y el examen físico únicos de cada paciente, así como en el diagnóstico provisional del médico. No debe solicitarse ninguna imagen para un paciente sin tomar una historia y realizar un examen físico.

Hoy en día, la gran mayoría de pacientes con síntomas de la ATM puede manejarse con un examen radiográfico simple muy limitado o sin este. Al menos las radiografías transfaríngea y transorbital son obsoletas y lo mismo casi siempre es cierto para la radiografía lateral oblicua transcraneal, aunque es notable que esta todavía se incluya en una edición reciente de un libro de texto estándar internacional de posicionamiento radiográfico [5].

Es común el compromiso de la región de la ATM en el trauma mandibular. La prevalencia de la fractura condilar fue del 64,8 % en pacientes con fracturas mandibulares y, en el mismo estudio, utilizando CT, se encontró fractura de la fosa glenoidea en el 1,4 % de los pacientes con fracturas condilares [18]. La radiografía panorámica, junto con la radiografía simple, casi siempre proyecciones mandibulares PA como la proyección de Towne inversa, es adecuada para la evaluación del trauma mandibular *no complicado*. Sin embargo, no es apropiada en pacientes que no cooperan o que tienen múltiples lesiones [19]. Existe evidencia de que la CT capta más fracturas que la radiografía panorámica si esta última se utiliza sola

[20]. En los casos de trauma con compromiso de la ATM, pueden ser apropiadas las imágenes transversales (CT o CBCT). Cuando hay lesión discal o capsular de la ATM o fracturas condilares más severas (es decir, intracapsulares), la MR puede ser útil para evaluar los tejidos blandos [19].

Las cefalometrías lateral y posteroanterior (PA) pueden usarse para las imágenes de los pacientes con anomalías del crecimiento relacionadas con la ATM o con compromiso de esta, aunque su propósito primario es servir como medio imagenológico de las mandíbulas, más que para proveer imágenes detalladas de las ATM mismas.

Por lo tanto, en la práctica clínica contemporánea, la radiografía panorámica probablemente es la única técnica radiográfica simple de uso amplio, e incluso es probable que se utilice de manera excesiva. Con frecuencia, los odontólogos justifican la radiografía panorámica debido a que proporciona una «visión general» de las mandíbulas y los dientes o como herramienta de cribado; lo primero representa un término diagnósticamente nebuloso, mientras que el último está ampliamente desacreditado. Al igual que con todas las técnicas radiográficas, la radiografía panorámica solo debe utilizarse cuando existan indicaciones clínicas específicas. Varias pautas internacionales en Europa, junto con la Agencia Federal de Fármacos de Estados Unidos, proscriben de manera expresa el uso de la radiografía panorámica (y de cualquier otra modalidad que utilice radiación) como herramienta para cribado [17,21]. Desafortunadamente, la asesoría legal en muchos sitios de Norteamérica propone la utilización de la radiografía panorámica para cribado, incluso cuando existe evidencia en contrario [22].

Es notable que, para los pacientes que asisten a clínicas especializadas de TMD, exista la posibilidad de que clínicos experimentados no utilicen radiografía convencional para la mayoría de los casos. La mayor parte de los pacientes que asisten a estas clínicas o a la práctica dental general con síntomas relacionados con las ATM tendrá dolor miofascial o un trastorno interno del disco. En el primer caso, no hay hallazgos radiológicos relacionados con los componentes óseos de la ATM, por lo que la radiografía no mostrará nada, mientras que, en el último caso, pueden observarse cambios óseos en algunos pacientes, aunque es muy poco probable que alteren el manejo. Para los clínicos experimentados en TMD, la radiografía se utiliza en casos seleccionados para los que no hay certeza acerca del diagnóstico provisional, así como cuando hay síntomas que pueden ser explicables con un origen dental, pero que no están localizados o son lo suficientemente específicos como para ser evaluados con radiografía intraoral. Para los clínicos poco experimentados, la radiografía panorámica probablemente se está utilizando como un método para «captar» todas las anomalías macroscópicas o debido al miedo percibido de pasar por alto algo importante.

Varios autores han descrito criterios para las imágenes de la ATM. Por ejemplo, un autor enumera criterios como: cuando existe la sospecha de una anomalía o infección ósea, cuando los síntomas empeoran a pesar del tratamiento conservador o por un tratamiento fallido, cuando hay trauma, cuando hay disfunción significativa, cuando hay alteración en el rango de movimiento, cuando hay anomalías nerviosas sensoriales o motoras o cambios significativos en la oclusión [4]. Este rango de síntomas y signos clínicos es muy amplio, por lo que es importante reconocer que estos criterios se relacionan con las imágenes en general y no con la radiografía convencional de manera específica. Por ejemplo, cuando un clínico hace un diagnóstico provisional confiable de desplazamiento discal que no se reduce, para el que la historia clínica y el examen físico pueden ser precisos [23], se puede hacer una referencia directa para MR sin una radiografía.

La alteración del rango del movimiento mandibular es un hallazgo común en el dolor miofascial y los trastornos internos, aunque es posible que no todos los pacientes se beneficien de una radiografía. Se han descrito indicios específicos para resaltar cuando debe tomarse una radiografía panorámica (más una radiografía intraoral adicional de ser necesaria) si un paciente se presenta con trismo [24]:

- Apertura interincisal menor de 15 mm.
- Trismo con empeoramiento progresivo.
- Ausencia de historia de clics.
- Dolor de origen no miofascial (p. ej., neuralgia).
- Tumefacción de glándulas linfáticas.
- Lesión sospechosa de tejidos blandos intraorales.

Cualquiera de estos indicios debería motivar un examen radiográfico.

La tabla 5.2 proporciona algunas situaciones clínicas en las que la radiografía convencional puede estar indicada o no. Muchas de estas serán discutidas como hallazgos radiográficos convencionales en los trastornos de la ATM en el capítulo 6.

Tabla 5.2. Indicaciones potenciales para la radiografía convencional de acuerdo con el diagnóstico provisional realizado por el clínico según la historia clínica y el examen físico

Condiciones incluidas en el diagnóstico clínico provisional	¿Normalmente está indicada la radiografía convencional?	Comentarios
Dolor facial sin confianza suficiente en el diagnóstico provisional, también si hay síntomas que pueden ser explicables si tienen origen dental	Sí	La radiografía panorámica es un buen punto de inicio cuando el diagnóstico clínico provisional es incierto, así como cuando hay síntomas que puedan ser explicables si tuvieran origen dental. También pueden ser necesarias radiografías dentales intraorales.
Dolor miofascial	No	Sin anomalías óseas. La radiografía no alterará el manejo
<i>Alteración sospechada del disco</i>		A menudo sin cambios óseos. En ocasiones se observan algunos cambios degenerativos, aunque no alteran el manejo
DD + R	No	Los hallazgos radiográficos no alterarán el manejo; la MR es la modalidad imagenológica apropiada
DD - R	No	
<i>Anormalidades del desarrollo</i>		La radiografía panorámica es un buen punto de inicio, pero necesitará ser suplementada con otras radiografías o imágenes transversales
Hipoplasia condilar	Sí	
Hiperplasia condilar	Sí	
Hiperplasia coronoides	Sí	
<i>Enfermedades articulares degenerativas/artritis sospechadas y sintomáticas</i>		La osteoartritis puede mostrar remodelado y deformidad de los componentes óseos de la ATM, pero es posible que la información radiográfica no afecte el manejo. Las radiografías panorámicas tienen valor diagnóstico limitado.
Osteoartritis	En ocasiones	La radiografía panorámica usualmente es apropiada para los pacientes sintomáticos con artritis reumatoide o psoriática.
Artritis reumatoide	Sí	
Artritis psoriática	Sí	
Espondilitis anquilosante	Sí	

(continúa)

Tabla 5.2. (continuación)

Condiciones incluidas en el diagnóstico clínico provisional	¿Normalmente está indicada la radiografía convencional?	Comentarios
<i>Trauma</i>		
Sospecha de fractura mandibular con compromiso del cuello o cabeza condilar	Sí	La radiografía panorámica con proyección de Towne inversa es un buen punto de inicio, pero puede necesitar suplementación con imágenes transversales (CT o CBCT; MR)
Sospecha de luxación	Sí	
Sospecha de anquilosis	Sí	La radiografía es esencial antes de intentar la reducción
Sospecha de tumor	Sí	La radiografía panorámica es un buen punto de inicio, aunque si los hallazgos confirman la posibilidad de anquilosis ósea, esto necesitará suplementación con imágenes transversales (CT o CBCT)
<i>Otros</i>		
Condromatosis sinovial	Sí	La radiografía panorámica es un buen punto de inicio, pero puede necesitar suplementación con imágenes transversales (CT o MR)
Condrocálcinosis	Sí	
Miositis osificante	Sí	

DD + R, desplazamiento discal con reducción; DD - R, desplazamiento discal sin reducción.

Referencias

- Petersson A. What you can and cannot see in TMJ imaging—an overview related to the RDC/TMD diagnostic system. *J Oral Rehabil.* 2010;37:771–8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02108.x>.
- 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;107:844–60.
- MacDonald D. Temporomandibular joint. In: *Oral and maxillofacial radiology: a diagnostic approach.* Ames: Wiley; 2011. p. 225–32.
- Perschbacher S. Temporomandibular joint abnormalities. In: White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral radiology principles and interpretation.* 7th ed. St Louis: Elsevier; 2014. p. 492–523.
- Whitley AS, Jefferson G, Holmes K, Sloane C, Anderson C, Hoadley G. *Clark's positioning in radiography.* 13th ed. Boca Raton: CRC Press; 2015.
- Boeddinghaus R, Whyte A. Trends in maxillofacial imaging. *Clin Radiol.* 2018;73:4–18. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2017.02.015>.
- Tamimi D, Jalali E, Hatcher D. Temporomandibular joint imaging. *Radiol Clin North Am.* 2018;56:157–75. <https://doi.org/10.1016/j.rcl.2017.08.011>.
- Mallya SM, Lurie AG. Panoramic imaging. In: White SC, Pharoah MJ, editors. *Oral radiology principles and interpretation.* 7th ed. St Louis: Elsevier; 2014. p. 166–84.
- Türp JC, Vach W, Harbich K, Alt KW, Strub JR. Determining mandibular condyle and ramus height with the help of an Orthopantomogram®—a valid method? *J Oral Rehabil.* 1996;23:395–400.

10. Van Elslande DC, Russett SJ, Major PW, Flores-Mir C. Mandibular asymmetry diagnosis with panoramic imaging. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134:183–92. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.07.021>.
11. Mawani F, Lam EW, Heo G, McKee I, Raboud DW, Major PW. Condylar shape analysis using panoramic radiography units and conventional tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99:341–8.
12. Schmitter M, Gabbert O, Ohlmann B, Hassel A, Wolff D, Rammelsberg P, et al. Assessment of the reliability and validity of panoramic imaging for assessment of mandibular condyle morphology using both MRI and clinical examination as the gold standard. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006;102:220–4.
13. Fallon SD, Fritz GW, Laskin DM. Panoramic imaging of the temporomandibular joint: an experimental study using cadaveric skulls. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64:223–9.
14. Crow HC, Parks E, Campbell JH, Stucki DS, Daggy J. The utility of panoramic radiography in temporomandibular joint assessment. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005;34:91–5.
15. Lecomber AR, Downes SL, Mokhtari M, Faulkner K. Optimisation of patient doses in programmable dental panoramic radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2000;29:107–12.
16. Pakbaznejad Esmaeili E, Waltimo-Sirén J, Laatikainen T, Haukka J, Ekholm M. Application of segmented dental panoramic tomography among children: positive effect of continuing education in radiation protection. *Dentomaxillofac Radiol.* 2016;45:20160104. <https://doi.org/10.1259/dmfr.20160104>.
17. European Commission. Radiation protection 136. European guidelines on radiation protection in dental radiology. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; 2004. ISBN 92-894-5958-1. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/136_0.pdf. Accessed 22 June 2018.
18. Ogura I, Sasaki Y, Kaneda T. Analysis of mandibular condylar and glenoid fossa fractures with computed tomography. *Eur Radiol.* 2014;24:902–6. <https://doi.org/10.1007/s00330-013-3085-6>.
19. iRefer guidelines: making the best use of clinical radiology. Version 8.0.1. London: Royal College of Radiologists. <https://www.irefer.org.uk/>. Accessed 22 June 2018.
20. Wilson IF, Lokeh A, Benjamin CI, Hilger PA, Hamlar DD, Ondrey FG, et al. Prospective comparison of panoramic tomography (zonography) and helical computed tomography in the diagnosis and operative management of mandibular fractures. *Plast Reconstr Surg.* 2001;107:1369–75.
21. American Dental Association and US Department of Health and Human Services. The selection of patients for dental radiographic examinations. Revision 2012. <https://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/RadiationEmittingProductsandProcedures/MedicalImaging/MedicalX-Rays/ucm116504.htm>. Accessed 22 June 2018.
22. Kratz R, Walton JN, MacEntee MI, Nguyen CT, MacDonald DS. Panoramic radiographs made before complete removable dental prostheses fabrication: a retrospective study of clinical significance. *J Prosthet Dent.* 2017;118:26–30.
23. Schiffman E, Ohrbach R. Executive summary of the diagnostic criteria for Temporomandibular disorders for clinical and research applications. *J Am Dent Assoc.* 2016;147:438–45. <https://doi.org/10.1016/j.adaj.2016.01.007>.
24. Beddis HP, Davies SJ, Budenberg A, Horner K, Pemberton MN. Temporomandibular disorders, trismus and malignancy: development of a checklist to improve patient safety. *Br Dent J.* 2014;217:351–5. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.862>.