

PATOLOGÍA Y MEDICINA BUCAL



## Evaluación de lesiones periapicales de origen endodóntico mediante tomografía computada Cone Beam

Patricia Huamán-Chipana<sup>a,b,\*</sup>, María Fernanda Cortés-Sylvester<sup>c,d</sup>, Marcela Hernández<sup>e,f</sup>

<sup>a</sup>Cirujano Dentista, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú

<sup>b</sup>Programa de Magíster en Ciencias Odontológicas con Mención en Periodontología, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>c</sup>Cirujano Dentista, Especialista en Radiología Dentomaxilofacial, Santiago, Chile

<sup>d</sup>Docente Área Radiología, Departamento de Patología, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>e</sup>Especialista en Patología Bucomaxilofacial, Magíster y PhD en Cs. Odontológicas, Santiago, Chile

<sup>f</sup>Laboratorio de Biología Periodontal y Departamento de Patología y Medicina Oral, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile

Recepción: 27 de abril de 2015; aceptación: 22 de junio de 2015

### PALABRAS CLAVE

Tomografía computada Cone Beam;  
Patología periapical;  
Periodontitis apical;  
Granuloma periapical;  
Radiografía dental

**Resumen** La Periodontitis apical crónica (PAC) es un padecimiento de origen infeccioso que se caracteriza por el desarrollo de una lesión periapical de origen endodóntico y representa además un factor potencial de riesgo sistémico. El manejo clínico exitoso implica el aporte de técnicas de diagnóstico por imagen que proporcionen información crítica sobre los dientes evaluados y su anatomía circundante. La introducción de la tomografía computada de haz cónico (CBCT) brinda información sin distorsión de la región maxilofacial, aporta un enfoque de tres dimensiones (3D), proporciona una baja dosis de radiación efectiva en comparación con la tomografía computada convencional (TC) y una buena resolución espacial para el diagnóstico y seguimiento de lesiones periapicales de origen endodóntico. Este artículo ofrece una revisión de la literatura actual sobre las propiedades de CBCT en el diagnóstico, evaluación y seguimiento de las lesiones periapicales (LPAs) de origen endodóntico comparada con la radiografía periapical convencional. CBCT es superior y favorable para estudios clínicos y de investigación en endodoncia en el diagnóstico y seguimiento de estas lesiones.

© 2015, Universidad Autónoma Metropolitana. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access distribuido bajo los términos de la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

\* Autora para correspondencia: Patricia Huamán-Chipana, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Avenida Sergio Livingstone 943, Comuna de Independencia, Santiago, Chile. Tel./Fax: (+56-2)28781810/(+56-2)27779724. Correo electrónico: patriciahuaman11@hotmail.com (P. Huamán-Chipana).

**KEYWORDS**

Cone-beam computed tomography;  
Periapical diseases;  
Periapical periodontitis;  
Periapical granuloma;  
Dental radiography

**Evaluation of Endodontic Periapical Lesions using Cone-Beam Computed Tomography**

**Abstract** Chronic Apical periodontitis (CAP) is an infectious disease characterised by the development of a periapical lesion of endodontic origin and represents a potential systemic risk factor. The successful clinical management involves the use of imaging techniques that provide critical information on the teeth evaluated and their surrounding anatomy. The introduction of cone-beam computed tomography (CBCT), intended to give information without distortion of the maxillofacial region, uses a three-dimensional approach (3D) with a lower effective radiation dose compared with conventional computed tomography (CT), and a good spatial resolution for diagnosis and monitoring of periapical lesions of endodontic origin. This article aims to review the current literature on the properties of CBCT in the diagnosis, evaluation, and monitoring of periapical lesions (LPAs) of endodontic origin compared with conventional periapical radiography. CBCT is better and more favourable for clinical studies and endodontic research in the diagnosis and monitoring of these lesions.

© 2015, Universidad Autónoma Metropolitana. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La Periodontitis Apical (PA) es un término utilizado para caracterizar un proceso inflamatorio que ocurre en la región periapical, generalmente como resultado de la contaminación microbiana del sistema de conductos de la pulpa dental<sup>1-3</sup>. Los microorganismos y sus toxinas, principalmente bacterias Gram-negativas anaeróbicas, pueden sobrepasar la capacidad resolutoria de los mecanismos de defensa del organismo y la lesión progresará a la cronicidad, provocando una respuesta inflamatoria sostenida que intentará localizar la infección y proteger al hospedero de la diseminación bacteriana, a expensas de los tejidos periapicales (cemento, ligamento periodontal y el hueso alveolar) dando origen a una lesión osteolítica periapical<sup>1,2,4,5</sup>. Los mediadores inflamatorios locales, las bacterias y sus productos podrían pasar desde el periodonto a la circulación general, provocando una inflamación sistémica de bajo grado, un reconocido factor de riesgo para el desarrollo de enfermedades, tales como enfermedades cardiovasculares, artritis reumatoidea, diabetes mellitus y bajo peso al nacer entre otras<sup>6,7</sup>. Los exámenes imagenológicos juegan un papel central en la detección de las lesiones periapicales. Estas a menudo solo se observan como hallazgos incidentales durante un examen radiográfico de rutina, sin embargo en ocasiones la radiografía periapical no es suficientemente sensible para identificar la lesión<sup>8,9</sup>. Dado que estas lesiones representan un riesgo importante para la salud oral y un potencial factor de riesgo sistémico, deben ser diagnosticadas, evaluadas y tratadas adecuadamente<sup>3,10</sup>.

Los rápidos avances tecnológicos han permitido el desarrollo de nuevos métodos para el diagnóstico y tratamiento dento maxilofacial. Dentro de estos, la Tomografía Computada de Haz Cónico (CBCT) representa uno de los avances más importantes de la radiología dental<sup>11,12</sup>. CBCT ha demostrado validez y fiabilidad en el diagnóstico de lesiones periapicales (LPAs) de origen endodóntico aportando ventajas y beneficios sobre la radiografía convencional.

**Rol de la radiología convencional (2 dimensiones) en el diagnóstico, evaluación y seguimiento de lesiones periapicales**

Como consecuencia de la pérdida de estructura ósea resultante de la reabsorción ósea durante los procesos periapicales crónicos la LPA se manifiesta radiográficamente como un área radiolúcida en la región periapical del diente afectado<sup>4,10</sup>. Histológicamente una LPA puede corresponder a un granuloma periapical o un quiste radicular inflamatorio<sup>13</sup>. Sin embargo, dado que el balance entre los agentes infecciosos y la respuesta del hospedero es un proceso dinámico, las lesiones crónicas pueden reagudizarse en forma secundaria. Generalmente los granulomas y quistes radiculares periapicales tienen exactamente la misma apariencia clínica y radiográfica, por lo tanto su diagnóstico definitivo es anatómopatológico<sup>14</sup>. Estas lesiones se presentan como una imagen radiolúcida circunscrita, bien delimitada y que rara vez alcanza dimensiones superiores a 1 cm (granuloma); con dimensiones mayores (quiste); o mal definida o difusa (absceso dentoalveolar crónico)<sup>3,4,13,14</sup>. Las LPAs suelen presentarse en forma asintomática, siendo muchas veces hallazgos radiográficos de rutina<sup>15</sup>. La radiografía periapical permite el análisis de estructuras como la corona, raíz dentaria y periápice, ofreciendo una visión más específica de un diente o región en particular<sup>3,10</sup>. Presenta una alta sensibilidad, principalmente en la región anterior<sup>16</sup>. Sin embargo, todavía existe dificultad en el diagnóstico debido al espesor de las corticales óseas y las estructuras anatómicas superpuestas sobre las raíces, generando "ruido anatómico"<sup>3,13,15,17</sup>. Las técnicas con variación de ángulos de incidencia vertical y horizontal (técnicas de desplazamiento) en las radiografías periapicales, el uso de la radiografía panorámica y de la imagen digital, representan avances en el diagnóstico radiográfico, a pesar de que aun presentan limitaciones para la determinación de fracturas radiculares, reabsorciones dentales y extensión de lesiones periapicales<sup>10,17,18</sup>. La distorsión geométrica en las radiografías periapicales, puede resultar en un aumento o disminución del tamaño de las lesiones,

resultando muchas veces en la incapacidad para visualizarlas<sup>8,10,19</sup>. Por tanto, existen varios factores que reducen la capacidad diagnóstica de la radiografía periapical convencional por representar una imagen bidimensional de estructuras tridimensionales<sup>20</sup>.

## Sistemas 3D: tomografías computadas

El sistema de tomografía computada (TC) introducida por Hounsfield en la década de 1970, es un método de diagnóstico por imágenes que combina el uso de rayos X con la tecnología informática. Las imágenes son capturadas en un sistema de visualización volumétrica y están hechas de múltiples planos, hasta obtener una imagen completa en 3D. Permite visualizar órganos, huesos y tejidos en gran detalle, precisando una mayor radiación para el paciente<sup>10,21</sup>. Existen dos tipos principales de tomografía: la TC convencional (multicorte) y la TC de haz cónico o CBCT (en inglés, Cone Beam Computed Tomography) y ambas permiten obtener imágenes en cortes de la región dentomaxilar<sup>21</sup>.

## Tomografía computada Cone Beam

La CBCT o tomografía digital volumétrica CBCT es un escáner de imagen extraoral desarrollado en los noventa para producir una exploración tridimensional del esqueleto maxilofacial con una mínima distorsión y con una dosis de radiación mucho menor que la TC convencional<sup>21,22</sup>. Se diferencia de esta, en que el volumen de datos tridimensionales se adquiere en el curso de un solo barrido del escáner, utilizando una única y directa relación entre la fuente de rayos X y el detector, el cual rota de forma sincrónica entre 180° y 360° alrededor de la cabeza del paciente. El haz de rayos X tiene forma de cono (de donde deriva el nombre de la técnica) y captura un volumen de datos representado en forma cilíndrica o esférica, descritos como campo de visión (FOV, o Field of View)<sup>20</sup>. Los sistemas CBCT se pueden clasificar basado en el máximo campo de visión vertical: (1) Pequeño volumen-Limitado: FOV ≤ 5 cm, (2) Dentoalveolar-individual o inter-arco: FOV entre 5-10 cm. (3) Maxilofacial: FOV ≥ 13 cm<sup>12</sup>. Su uso se centra principalmente en implantología, ortodoncia, cirugía y patología maxilofacial, sin embargo también presenta una importante proyección en periodoncia y endodoncia<sup>23</sup>. Por ello, la selección de los equipos CBCT, y en particular el tamaño máximo del FOV, debe dirigirse a la tarea del diagnóstico previsto<sup>24</sup>. El principal campo de interés de CBCT en la región maxilofacial es el diagnóstico, evaluación y planificación quirúrgica de lesiones que afectan a huesos maxilares: tumores benignos o malignos, lesiones inflamatorias agudas o crónicas, displasia o quiste en desarrollo, o lesiones que se asemejan a un quiste, pudiendo originarse de los tejidos odontogénicos o no odontogénicos<sup>25-27</sup>.

Para el área de Endodoncia, CBCT con FOV mediano parece ser poco efectivo, proponiéndose el uso de FOV de volumen limitado por proveer imágenes con alta resolución espacial y dosis de radiación más baja. Cuanto menor sea el vóxel, mayor será la posibilidad de detectar estructuras más pequeñas<sup>11,28</sup>. Sus aplicaciones se centran principalmente el diagnóstico y planificación del tratamiento de la patología

de origen endodóntico, así como la evaluación morfológica del conducto radicular, fracturas radiculares y traumas, resorciones radiculares (externa e interna, invasiva/cervical) y planificación prequirúrgica<sup>11,23,29</sup>. La exploración con CBCT también permite el diagnóstico diferencial con otras lesiones de origen no endodóntico, tales como quistes y tumores odontogénicos y no odontogénicos en el diagnóstico inicial y en la planificación del tratamiento quirúrgico<sup>30</sup>.

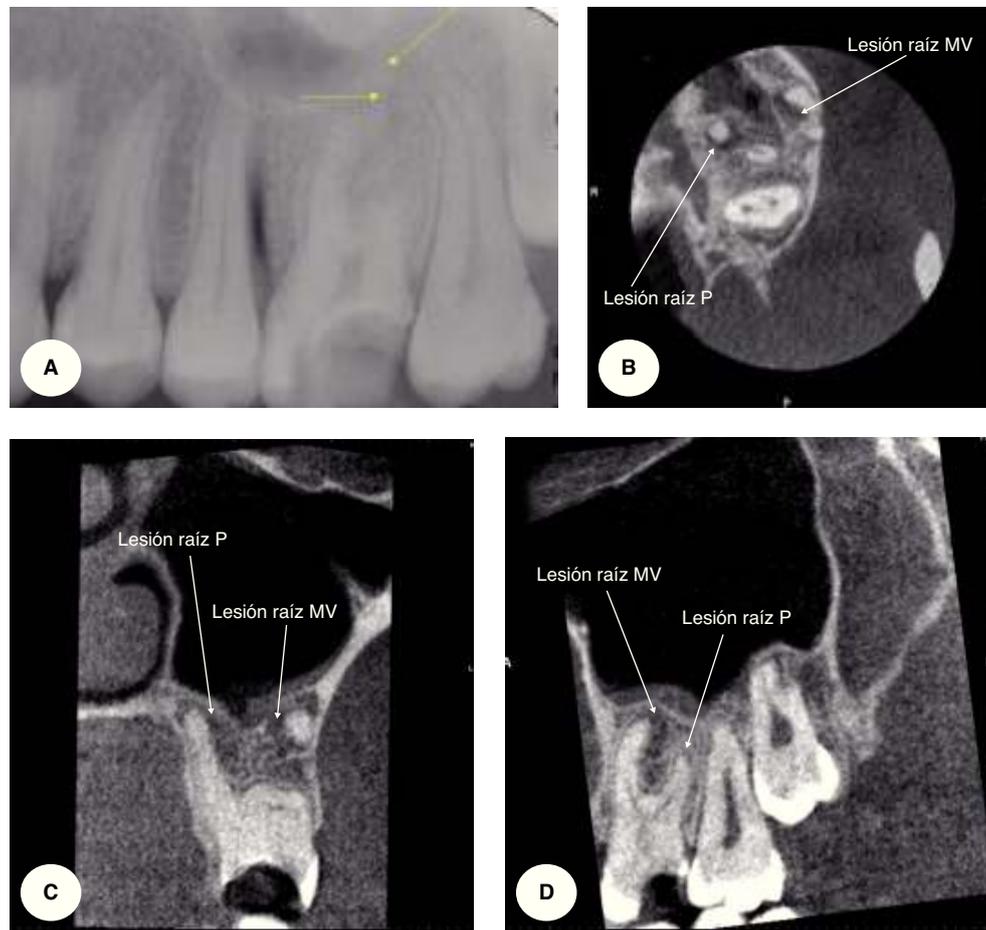
## Principales ventajas de tomografía computada de haz cónico sobre la radiografía convencional en la evaluación de lesiones periapicales

### Identificación y seguimiento

Para que la LPA sea visible con métodos radiográficos convencionales, debe haber generado una pérdida mineral ósea que haya llegado casi al 30-50%<sup>31</sup>. La LPA puede ser detectada en una región cubierta por una cortical ósea externa fina, pero la misma lesión podría no ser detectada en presencia de una cortical ósea más gruesa<sup>3,8,10,15</sup>. Esta destrucción del hueso periapical puede ser detectada por CBCT antes de que sea evidente en las radiografías convencionales<sup>22,32,33</sup>.

Comúnmente, el registro y seguimiento de la PA utilizando radiografías periapicales se efectúa mediante la determinación del índice periapical (PAI), sistema de puntuación que toma como base el estudio de correlación radiológica-histológica de Brynolf<sup>34</sup>. Con la finalidad de realizar el seguimiento de la PA y reducir los falsos negativos por el uso de radiografías periapicales, se propuso un nuevo índice periapical de tomografía computarizada de haz cónico (CBCTPAI) basado en CBCT. Se usó un sistema de puntuación de 6 puntos (0-5) y se incluyeron dos variables adicionales: expansión de la cortical del hueso (E) y destrucción de la cortical del hueso (D). El tamaño de las lesiones fue delimitado y medido en 3 dimensiones: bucopalatino, mesiodistal y direcciones diagonales. De 1,014 imágenes evaluadas, se detectó PA en el 39.5% de los casos con radiografía periapical y en el 60.9% con CBCT, utilizando el CBCTPAI<sup>35</sup>. Posteriormente, se introdujo un nuevo PAI, el CBCT-PAI modificado, basado en un enfoque estandarizado para el análisis y seguimiento de un caso clínico por 2 años. El análisis de las lesiones se realizó en tres dimensiones fijas y reproducibles: mesiodistal (MD), bucolingual (BL) y coronoapical (CA). En este reporte, el uso de la CBCT en conjunto con el CBCT-PAI mostró diferencias relevantes en la información clínica de las puntuaciones del CBCT-PAI en comparación con el PAI de las radiografías periapicales<sup>36</sup>.

Numerosos reportes han demostrado que CBCT puede detectar alrededor de 38% más LPAs que las radiografías convencionales<sup>8,37,38</sup> y por tanto mayor sensibilidad y precisión en el diagnóstico (sensibilidad de 0.55 y 0.28 respectivamente)<sup>31</sup>. Más aun, CBCT puede identificar todas las lesiones asociadas a cada raíz dentro de un mismo diente (fig. 1). En un estudio longitudinal tras dos años de seguimiento post endodoncia se demostró que CBCT detectó lesiones periapicales en 37 raíces (25.9%), en comparación con 18 (12.6%) de las radiografías periapicales<sup>39</sup>. Asimismo, CBCT puede detectar cambios en el estado periapical de las raíces post tratamiento endodóntico a través de la identificación de



**Figura 1** Mujer de 23 años de edad que acudió a la clínica de diagnóstico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, para restaurar un molar superior (diente 2.6), el que presentaba una extensa caries coronaria, sin sintomatología clínica. La radiografía convencional muestra 2 lesiones radiolúcidas periapicales ubicadas en la raíz palatina y mesio vestibular, señaladas con fechas amarillas (A). La exploración volumétrica, CBCT (3D ProMax Planmeca, Helsinki, Finlandia) en los 3 planos axial (B), coronal (C) y sagital (D), reveló en total 3 lesiones periapicales en sus reales dimensiones. En este conjunto de imágenes, es posible observar una lesión en la raíz disto vestibular que no fue identificada con la radiografía convencional.

una nueva radiolucidez periapical. En línea con los anterior y tras un año de seguimiento post endodoncia, CBCT pudo identificar nuevas LPAs en los dientes sin radiolucidez periapical preoperatoria (17.6%) vs. (1.3%) de las radiografías periapicales, diferencia que se observó principalmente en las raíces de los molares<sup>40</sup>.

### Relación espacial y evaluación pre-quirúrgica

El uso de CBCT se recomienda en la planificación de cirugías periapicales debido a que permite evaluar el verdadero alcance de las lesiones y su relación espacial con importantes puntos de referencia anatómicos importantes, como el canal mandibular, el seno maxilar y el agujero mentoniano<sup>22,41</sup>. Por esto, representa una herramienta importante para la microcirugía en las raíces palatinas de primeros molares superiores, dado que permite medir la distancia entre las corticales y el ápice de la raíz palatina y la presencia o ausencia del prolongaciones sinusales maxilares entre las raíces<sup>42</sup>. La CBCT también puede reportar cambios en los senos maxilares y posibles patologías asociadas, como la sinusitis<sup>43</sup>. La evaluación preoperatoria de dientes maxilares posterior-

es (37 premolares y 37 molares, total 156 raíces) de pacientes remitidos para una posible cirugía apical con CBCT mostró significativamente 34% más lesiones que las radiografías periapicales y reveló datos adicionales que incluían la evolución intrasinusal de las lesiones, engrosamiento de la membrana sinusal y conductos radiculares no identificados previamente<sup>37</sup>. Respecto del maxilar inferior, CBCT puede detectar lesiones en molares inferiores referidos para cirugía apical en relación al canal mandibular, de 58 lesiones detectadas con CBCT, 15 (25.9%) no fueron detectados con la radiografía periapical. La distancia de los molares inferiores a canal mandibular solo pudo ser medida en 24 de las 64 radiografías evaluadas<sup>38</sup>.

### Ruido anatómico

Las características anatómicas pueden dificultar la interpretación radiográfica de la imagen y complicar la detección precisa de las lesiones periapicales<sup>22,32,40</sup>. Estas pueden ser radio opacas (proceso cigomático) o radiolúcidas (seno maxilar)<sup>37</sup>. Las LPAs pequeñas no son fácilmente visibles en las radiografías periapicales<sup>8,31</sup>, debido a factores tales

como la anatomía que recubre las estructuras adyacentes, el espesor del hueso cortical que enmascara la lesión, y finalmente la relación de los ápices radiculares con esta<sup>3,19,40,43</sup>. La identificación de las patologías periapicales en los segundos molares o en las raíces próximas a el piso del seno maxilar tienen una alta probabilidad de perderse en las radiografías periapicales, o cuando el espesor del hueso entre la lesión y el piso del seno es  $\leq 1$  mm<sup>37</sup>. La CBCT supera varias de estas limitaciones; permite seleccionar los cortes tomográficos y visualizar el área de interés por separado, de este modo, los problemas de ruido anatómico observados con las radiografías periapicales pueden ser eliminados<sup>20,41</sup>. Al evaluar el estado periapical de las raíces, CBCT pudo detectar más lesiones periapicales comparadas con radiografía convencional, principalmente en la región mandibular y del segundo molar maxilar, probablemente por una combinación de datos pertinentes de CBCT sin ruido anatómico adyacente y la precisión geométrica del escáner<sup>8</sup>.

### Resolución y precisión geométrica tridimensional

La TC y la CBCT están compuestos por un gran volumen de datos constituidos en millones de píxeles tridimensionales llamados voxels. La altura axial de un vóxel de TC depende del espesor del corte y por tanto es anisotrópico, limitando la exactitud de las imágenes reconstruidas en determinados planos<sup>11,44</sup>. Los voxels de CBCT en cambio son isotrópicos, iguales en altura, longitud y profundidad, permitiendo una medición geométrica más exacta en cualquier plano evaluado<sup>22,44</sup>. Para el seguimiento de LPAs es deseable una resolución óptima en que el espesor del vóxel no exceda los 0.2 mm (ancho promedio del ligamento periodontal), teniendo en cuenta que la discontinuidad de la lámina dura y el ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal son los primeros signos de la patología periapical, por ejemplo el *3D Accuitomo (J. Morita Corporation, Osaka, Japón)* es capaz de formar imágenes con alta resolución espacial con vóxel isotrópico entre 0.076-0.125 mm<sup>20</sup>.

La precisión geométrica de CBCT se ha confirmado en varios estudios y permite evaluar el tamaño exacto de las LPAs, naturaleza, posición y resorción<sup>8,22,38,41</sup>. Imágenes CBCT (*New Tom 3G*) demostraron exactitud para medir el volumen de cavidades óseas creadas artificialmente en un modelo *ex vivo* usando mandíbulas de cerdo y fueron casi dos veces más sensibles al compararlas con la radiografía periapical digital y la radiografía convencional<sup>45</sup>. Al evaluar la capacidad diagnóstica de CBCT en mandíbulas humanas secas con cavidades pequeñas (2 mm) y grandes (4 mm), la tasa de detección resultó en 24.8% para la radiografía intraoral y 100% para CBCT<sup>18</sup>. Asimismo, CBCT es más preciso en el diagnóstico de lesiones periapicales asociadas a dientes inferiores, donde la medición volumétrica fue más exacta con CBCT en comparación con radiografías periapicales<sup>46</sup>. Igualmente, CBCT demostró un alto grado de concordancia en la medición volumétrica al compararla con la tomografía micro-computarizada ( $\mu$ CT) en un modelo *ex vivo* con hueso bovino, resultando en un volumen promedio de 175.9 mm<sup>3</sup> para CBCT y 163.1 mm<sup>3</sup> para  $\mu$ CT. Aplicado a la clínica, CBCT garantiza un control exacto de las mediciones volumétricas para el control de la tasa de "resolución" de LPAs<sup>47</sup>.

### Dosis efectiva

Una de las mayores ventajas del CBCT sobre la TC es la menor dosis de radiación efectiva a la cual es sometido el paciente<sup>44,48</sup>. Para realizar una comparación significativa del riesgo de radiación, la exposición del paciente se evalúa en dosis efectiva y es medida en Sievert (Sv). Esta se calcula a partir de la suma ponderada de acuerdo con la sensibilidad a la radiación de diversos tejidos/órganos<sup>20</sup>. La dosis de radiación producida por un sistema CBCT puede estar influenciada por numerosos factores, tales como la naturaleza del haz de rayos (continuo o pulsátil), el grado de rotación de la fuente de rayos X, el detector y tamaño del campo de visión o FOV, el tiempo de exposición (s), miliamperaje (mA), kilovoltaje (kVp) y tamaño del voxel<sup>20,21</sup>. La dosis efectiva de CBCT resulta comparable con una radiografía panorámica (6.3 Sv) y considerablemente menor que la TC (44.5 a 288.9 Sv)<sup>11,49</sup>. La fuente de rayos X puede ser colimada, permitiendo que la radiación se limite a la zona de interés (diente y estructuras circundantes), y por tanto, cuanto menor sea el FOV menor será la radiación para el paciente<sup>22</sup>. Por ello, los escáneres CBCT de volumen limitado ofrecen una dosis efectiva menor y son los más adecuados para casos clínicos de endodoncia<sup>48</sup>. Como ejemplos, el *3D ProMax (Planmeca, Helsinki, Finlandia)* proporciona un pequeño campo de visión que se adapta bien a los procedimientos de diagnóstico y evaluación de las áreas dentoalveolares<sup>50</sup>. A un FOV de 40 × 40 mm (ancho y alto como una radiografía periapical), la dosis efectiva del *3D Veraviewepocs (Morita, Kyoto, Japón)* es 30.3 Sv, mayor a la dosis efectiva del *3D Accuitomo (Morita, Kyoto, Japón)* que es de 20.02 Sv, equivalente a la dosis de radiación emitida por 2 radiografías periapicales en la región molar<sup>51</sup>. A su vez, este a un FOV de 40 × 30 mm resulta en una dosis de exposición más baja (7.3 Sv) equivalente a una radiografía convencional (5Sv)<sup>49</sup>.

### Relación con la histopatología

Actualmente se acepta que el diagnóstico preciso de las LPAs debe efectuarse mediante estudio anatomopatológico<sup>14</sup>. La comparación entre los métodos de imagen y la histología permite evaluar la sensibilidad y la especificidad de CBCT para el diagnóstico de la LPA<sup>52</sup>. Un estudio *in vivo* en perros usando hallazgos histopatológicos como "estándar de oro" demostró la precisión diagnóstica de CBCT en el diagnóstico de PA. Los resultados fueron de un 71% (radiografía periapical), 84% (CBCT) y 93% (análisis histológico)<sup>32</sup>. Asimismo al evaluar la reparación periapical en un estudio *in vivo* con perros y compararlo con la evaluación microscópica como "estándar de oro" luego de 6 meses del tratamiento endodóntico, CBCT proporcionó información similar respecto las dimensiones de la lesión con la obtenida mediante el análisis microscópico, mientras que la radiografía periapical subestimó el tamaño de la LPA<sup>33</sup>. Actualmente no hay acuerdo sobre la posibilidad de diferenciar quistes de granulomas con imágenes CBCT<sup>14</sup>, sin embargo se ha demostrado que CBCT puede determinar la diferencia de densidad entre el contenido de la cavidad quística y el tejido de granulación a través del "valor de escala de grises", favoreciendo su elección para un diagnóstico no invasivo<sup>53</sup>. Sin embargo, al investigar el potencial de CBCT para diferenciar quistes de granulomas en 45 pacientes programados para una apicect-

tomía, los resultados mostraron fuerte confiabilidad entre patólogos; más débil entre radiólogos, concluyendo que CBCT no es un método de diagnóstico fiable para diferenciar quistes radiculares de granulomas y que la biopsia quirúrgica y evaluación histopatológica permanece como procedimiento estándar para diferenciar los quistes radiculares de granulomas<sup>14</sup>.

### Limitaciones de tomografías computadas de haz cónico

Un problema significativo que puede afectar a la calidad de la imagen y la precisión diagnóstica de imágenes CBCT es la dispersión y endurecimiento de haz de rayos, debido a la alta densidad de las estructuras adyacentes, tales como el esmalte, postes de metal y restauraciones, reduciendo en valor diagnóstico CBCT en la evaluación del diente con PA<sup>8,22,31</sup>. Adicionalmente, los tiempos de exploración son largos (entre 10 a 40 s), dependiendo del escáner utilizado y requieren que el paciente se quede totalmente inmóvil, pues el movimiento puede afectar negativamente la nitidez de la imagen final<sup>22</sup>. Finalmente, las imágenes producidas con la tecnología CBCT no alcanzan la resolución espacial de las radiografías convencionales. La resolución espacial de las radiografías convencionales y sensores digitales es del orden de 15-20 pares de líneas mm<sup>-1</sup>, mientras que las imágenes del CBCT solo presentan una resolución espacial de dos pares de líneas mm<sup>-1</sup>, inferior a la película convencional (aproximadamente 20 pares de líneas mm<sup>-1</sup>) y digital intraoral (entre 8-20 pares de líneas mm<sup>-1</sup>)<sup>20</sup>.

Por tanto, CBCT representa un cambio importante de sistemas desde los sistemas 2D a 3D, introduciendo la imagen volumétrica en diversas disciplinas de la odontología con una tecnología de diagnóstico accesible económicamente y aceptada por los dentistas<sup>27,54</sup>. Desde la introducción de la primera unidad CBCT aprobada en el año 2001 por la "Food and Drug Administration (FDA) para uso dental, la TVP NewTom 9000, seguida por otras como Accuitomo 3D, i-CAT, New Tow 3G, CB MercuRay, Pro Max 3D, Veraviewpocs 3D y Kodak 9000 3D de alta resolución espacial, estos sistemas se encuentran en constante evolución y existen una amplia oferta en el mercado<sup>11,20,24,51</sup>. CBCT ha mostrado un gran avance en imágenes dentoalveolares, con dosis de radiación similares<sup>23,49,50</sup>.

Además, CBCT con FOV limitado reduce el volumen de examinación a interpretar por el profesional y utiliza un hardware más simple y menos costoso que la TC<sup>11,22</sup>. En base a las propiedades favorables del CBCT, este representa un importante aporte para estudios de investigación<sup>33,52</sup>. De modo similar, CBCT se proyecta como un método de diagnóstico complementario promisorio para el diagnóstico y evaluación de LPAs en la práctica de la endodoncia<sup>11,37,39</sup>.

### Conclusión

La capacidad tecnológica del CBCT para mostrar imágenes geoméricamente precisas en las tres dimensiones, la relación y naturaleza espacial, la eliminación de ruido anatómico adyacente, la sensibilidad y la dosis efectiva comparable, confieren ventajas importantes para el diagnóstico, evalua-

ción y seguimiento de LPAs, superando la mayoría de las limitaciones de la radiografía convencional, lo posiciona como un método recomendable para estudios de diagnóstico y seguimiento de LPAs de origen endodóntico y se proyecta como un método de diagnóstico complementario promisorio para el diagnóstico y evaluación de LPAs en la práctica clínica endodóntica.

### Financiamiento

FONDECYT 1120138.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### Bibliografía

1. Belmar MJ, Pabst C, Martínez B, Hernández M. Gelatinolytic activity in gingival crevicular fluid from teeth with periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105:801-6.
2. Nair PNR. Pathogenesis of apical periodontitis and the causes of endodontic failures. *Crit Rev Oral Biol Med* 2004;15:348-81.
3. Huuononen S, Ørstavik D. Radiological aspects of apical periodontitis. *Endod Top.* 2002;1:3-25.
4. Abbott PV. Classification, diagnosis and clinical manifestations of apical periodontitis. *Endod Top.* 2004;8:36-54.
5. Rocas IN, Siqueira JF. Root canal microbiota of teeth with chronic apical periodontitis. *J Clin Microbiol.* 2008;46:3599-606.
6. Cotti E, Dessì C, Piras A, Flore G, Deidda M, Madeddu C, et al. Association of endodontic infection with detection of an initial lesion to the cardiovascular system. *J Endod.* 2011;37:1624-9.
7. Marcaccini AM, Meschiari CA, Sorgi CA, Saraiva MC, de Souza AM, Faccioli LH, et al. Circulating interleukin-6 and high-sensitivity C-reactive protein decrease after periodontal therapy in otherwise healthy subjects. *J Periodontol.* 2009;80:594-602.
8. Lofthag-Hansen S, Huuononen S, Gröndahl K, Gröndahl HG. Limited cone-beam CT and intraoral radiography for the diagnosis of periapical pathology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;103:114-9.
9. Abella F, Patel S, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. Evaluating the periapical status of teeth with irreversible pulpitis by using cone-beam computed tomography scanning and periapical radiographs. *J Endod.* 2012;38:1588-91.
10. Cotti E. Advanced techniques for detecting lesions in bone. *Dent Clin North Am.* 2010;54:215-35.
11. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007;33:1121-32.
12. Scarfe WC, Li Z, Aboelmaaty W, Scott SA, Farman AG. Maxillofacial cone beam computed tomography: essence, elements and steps to interpretation. *Aust Dent J.* 2012;57:46-60.
13. Becconsall-Ryan K, Tong D, Love RM. Radiolucent inflammatory jaw lesions: a twenty-year analysis. *Int Endod J.* 2010;43:859-65.
14. Rosenberg PA, Frisbie J, Lee J, Lee K, Frommer H, Kottal S, et al. Evaluation of pathologists (histopathology) and radiologists (cone beam computed tomography) differentiating radicular cysts from granulomas. *J Endod.* 2010;36:423-8.
15. Petersson A, Axelsson S, Davidson T, Frisk F, Hakeberg M, Kvist T, et al. Radiological diagnosis of periapical bone tissue lesions in endodontics: a systematic review. *Int Endod J.* 2012;45:783-801.

16. Georgopoulou MK, Spanaki-Voreadi AP, Pantazis N, Kontakiotis EG. Frequency and distribution of root filled teeth and apical periodontitis in a Greek population. *Int Endod J.* 2005;38:105-11.
17. Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod.* 2007;33:1-6.
18. Patel S, Dawood A, Mannocci F, Wilson R, Pitt Ford T. Detection of periapical bone defects in human jaws using cone beam computed tomography and intraoral radiography. *Int Endod J.* 2009;42:507-15.
19. Gröndahl HG, Huumonen S. Radiographic manifestations of periapical inflammatory lesions. *Endod Top.* 2004;8:55-67.
20. Scarfe WC, Levin MD, Gane D, Farman AG. Use of cone beam computed tomography in endodontics. *Int J Dent.* 2009;2009:1-20.
21. Garib DG, Raymundo R Jr, Raymundo MV, Raymundo DV, Ferreira SN. Tomografia computadorizada de feixe cônico (*Cone beam*): entendendo este novo método de diagnóstico por imagem com promissora aplicabilidade na Ortodontia. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2007;12:139-56.
22. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J.* 2009;42:463-75.
23. Tyndall DA, Rathore S. Cone-Beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008;52:825-41.
24. Loubele M, Bogaerts R, Van Dijk E, Pauwels R, Vanheusden S, Suetens P, et al. Comparison between effective radiation dose of CBCT and MSCT scanners for dentomaxillofacial applications. *European J Radiol.* 2009;71:461-8.
25. Closmann JJ, Schmidt BL. The use of cone beam computed tomography as an aid in evaluating and treatment planning for mandibular cancer. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol.* 2007;65:766-71.
26. Ortega A, Fariña V, Gallardo A, Espinoza I, Acosta S. Nonendodontic periapical lesions: a retrospective study in Chile. *Int Endod J.* 2007;40:386-90.
27. Ahmad M, Jenny J, Downie M. Application of cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery. *Aust Dent J.* 2012;57:82-94.
28. Patel S, Dawood A. The use of cone beam computed tomography in the management of external cervical resorption lesions. *Int Endod J.* 2007;40:730-7.
29. Todd R. Cone beam computed tomography updated technology for endodontic diagnosis. *Dent Clin North Am.* 2014;58:523-43.
30. Faitaroni LA, Bueno MR, Carvalhosa AA, Mendonça EF, Estrela C. Differential diagnosis of apical periodontitis and nasopalatine duct cyst. *J Endod.* 2011;37:403-10.
31. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of Cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod.* 2008;34:273-9.
32. de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR. Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod.* 2009;35:1009-12.
33. de Paula-Silva FW, Santamaria M Jr, Leonardo MR, Consolaro A, da Silva LA. Cone-beam computerized tomographic, radiographic, and histologic evaluation of periapical repair in dogs' post-endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108:796-805.
34. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dent Traumatol.* 1986;2:20-34.
35. Estrela C, Bueno MR, Azevedo BC, Azevedo JR, Pécora JD. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod.* 2008;34:1325-31.
36. Esposito S, Cardaropoli M, Cotti E. A suggested technique for the application of the cone beam computed tomography periapical index. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011;40:506-12.
37. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. *J Endod.* 2008;34:557-62.
38. Bornstein MM, Lauber R, Sendi P, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery. *J Endod.* 2011;37:151-7.
39. Liang YH, Li G, Wesselink PR, Wu MK. Endodontic outcome predictors identified with periapical radiographs and cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2011;37:326-31.
40. Patel S, Wilson R, Dawood A, Foschi F, Mannocci F. The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography - Part 2: a 1-year post-treatment follow-up. *Int Endod J.* 2012;45:711-23.
41. Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005;34:28-31.
42. Rigolone M, Pasqualini D, Bianchi L, Berutti E, Bianchi SD. Vestibular surgical access to the palatine root of the superior first molar: "low-dose cone-beam" CT analysis of the pathway and its anatomic variations. *J Endod.* 2003;29:773-5.
43. Shahbazian M, Vandewoude C, Wyatt J, Jacobs R. Comparative assessment of periapical radiography and CBCT imaging for radiodiagnoses in the posterior maxilla. *Odontology.* 2015;103:97-104.
44. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72:75-80.
45. Stavropoulos A, Wenzel A. Accuracy of cone beam dental CT, intraoral digital and conventional film radiography for the detection of periapical lesions. An ex vivo study in pig jaws. *Clin Oral Invest.* 2007;11:101-6.
46. Liang YH, Jiang L, Gao XJ, Shemesh H, Wesselink PR, Wu MK. Detection and measurement of artificial periapical lesions by cone-beam computed tomography. *Int Endod J.* 2014;47:332-8.
47. Ahlowalia MS, Patel S, Anwar HM, Cama G, Austin RS, Wilson R, et al. Accuracy of CBCT for volumetric measurement of simulated periapical lesions. *Int Endod J.* 2013;46:538-46.
48. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL, Howerton WB. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:219-26.
49. Nakata K, Naitoh M, Izumi M, Arijii E, Nakamura H. Evaluation of correspondence of dental computed tomography imaging to anatomic observation of external root resorption. *J Endod.* 2009;35:1594-7.
50. Qu XM, Li G, Ludlow JB, Zhang ZY, Ma XC. Effective radiation dose of ProMax 3D cone-beam computerized tomography scanner with different dental protocols. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110:770-6.
51. Hirsch E, Wolf U, Heinicke F, Silva MA. Dosimetry of the cone beam computed tomography Veraviewepocs 3D compared with the 3D Accutomo in different fields of view. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37:268-73.
52. López FU, Kopper PMP, Cucco C, Della Bona A, de Figueiredo JA, Vier-Pelisser FV. Accuracy of Cone-beam computed tomography and periapical radiography in apical periodontitis diagnosis. *J Endod.* 2014;40:2057-60.
53. Simon JHS, Enciso R, Malfaz JM, Roges R, Bailey-Perry M, Patel A. Differential diagnosis of large periapical lesions using cone-beam computed tomography measurements and biopsy. *J Endod.* 2006;32:833-7.
54. Kamburoğlu K. Use of dentomaxillofacial cone beam computed tomography in dentistry. *World J Radiol.* 2015;7:128-30.