

# Tomografía computarizada de haz cónico, una imagen diagnóstica de alta resolución en endodoncia

## *Cone beam computed tomography, a diagnostic image of high resolution in endodontic*

Martha Lucely Duarte<sup>1</sup>, Bibiana Yorley Blanco<sup>1</sup>

**Para citar este artículo:** Duarte ML, Blanco BY. Tomografía computarizada de haz cónico, una imagen diagnóstica de alta resolución en endodoncia. *UstaSalud* 2016;15:43-48.

Licencia Creative Commons



Las Revista Ustasalud declara que su contenido se rige bajo la licencia Creative Commons de Atribución – No comercial – Sin Derivar 4.0 Internacional. Por lo tanto, los lectores pueden acceder libremente a los artículos en su formato .pdf, igualmente podrán descargarlos y difundirlos; sin embargo no podrán modificarlos o alterarlos, adicionalmente se debe reconocer la autoría de las personas que figuran en las publicaciones, pero estas no podrán comercializadas.

### RESUMEN

La tomografía computarizada de haz cónico es un examen diagnóstico que utiliza un scanner para obtener imágenes en tercera dimensión, los parámetros más relevantes que se deben tener en cuenta en el equipo son: el tamaño del campo visual, tiempo de exposición, voltaje de corriente del tubo y grados de rotación del cabezote alrededor del paciente. Esta técnica permite observar imágenes en tres planos, reduciendo la superposición de estructuras anatómicas, identificando con detalle la morfología interna del diente, alteraciones como perforaciones, zonas de reabsorción, lesiones periapicales, fracturas radiculares y la identificación de lesiones de origen no odontogénico. Entre sus desventajas se encuentra resolución espacial baja, dispersión y endurecimiento del haz por la presencia de estructuras metálicas como coronas, implantes y núcleos intraradiculares. Es importante resaltar que una imagen en tres dimensiones brinda mayor fiabilidad y seguridad para el diagnóstico, tratamiento y pronóstico del tratamiento de endodoncia.

**Palabras clave:** Tomografía computarizada de haz cónico, endodoncia, imágenes diagnósticas.

### ABSTRACT

Cone beam computed tomography is a diagnostic tool that uses a scanner to obtain three-dimensional images in, the most relevant parameters that must be taken into account in the equipment are: the size of the visual field, exposure time, current voltage tube and rotation degree of the plane around the patient. This technique allows to observe images in three planes, reducing the superposition of anatomical structures, identifying in detail the internal morphology of teeth, alterations such as perforations, resorption zones, periapical lesions, root fractures and the identification of lesions of non-odontogenic origin. Disadvantages include low spatial resolution, dispersion and hardening of the beam due to the presence of metallic structures such as crowns, implants and intraradicular retention nuclei. It is important to highlight that a three-dimensional image provides greater reliability and accuracy for the diagnosis, treatment and prognosis of endodontic treatments.

**Keywords:** Cone-beam computed tomography, endodontics, diagnostic imaging.

Facultad de Odontología,  
Universidad Santo Tomás,  
Bucaramanga

Autor correspondencia:  
Martha Lucely Duarte  
Correo electrónico:  
martha.duarte@ustabuca.edu.co

Recibido para publicación:  
18 de abril de 2016.  
Aceptado para publicación:  
22 de agosto de 2016.

## INTRODUCCIÓN

El manejo de los tratamientos en endodoncia depende en gran parte de las imágenes diagnósticas, hasta hace poco la mayor parte de la información se obtenía de radiografías convencionales, las cuales presentan algunas desventajas como: la falta de información tridimensional, el enmascaramiento de áreas de interés por anatomía subyacente, la distorsión de imágenes, así como, la incapacidad de manipularlas y las altas dosis de radiación cuando se requieren varias tomas, entre otros<sup>1-4</sup>.

En este artículo se revisarán aspectos que evidencian la forma en que la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), supera muchas de las limitaciones de las radiografías convencionales, así como algunos aspectos técnicos que se deben tener presentes al momento de solicitar este tipo de examen<sup>5-7</sup>.

TCHC es un examen diagnóstico que utiliza un scanner extra-oral para producir imágenes en tercera dimensión. El primer tomógrafo computarizado de haz de cono se desarrolló en 1982, para aplicación en angiografía, en odontología se creó a finales de la década de los noventa, la primera aplicación en endodoncia fue reportada por Tachibana y Matsumoto en 1990<sup>2,8,9</sup>.

Los scanner de TCHC varían según parámetros de exposición, tales como: voltaje de corriente del tubo, tiempo de exposición, campo visual, y grados de rotación del cabezote alrededor de la cabeza del paciente (360° o 180°), lo que a su vez determina la dosis de radiación del paciente y la calidad que se obtiene de la imagen<sup>10-12</sup>.

Los dispositivos de TCHC de acuerdo con el tamaño del campo (FOV) se pueden clasificar en cuatro categorías: dentoalveolar con FOV menor a 8 cm, maxilo-mandibular con FOV entre 8 cm y 15 cm, esquelético con FOV entre 15 cm y 21 cm y cabeza y cuello con FOV mayor a 21 cm.

Este equipo se compone de una unidad de Rayos X, en la que la película es reemplazada por un pequeño intensificador de imagen de aproximadamente 10 cm de diámetro, la exploración se realiza a: 85 kilova-

tios, 10 miliamperios, con un filtro adicional de cobre y con tiempos de exploración de 17 seg., cuenta con un sensor bidimensional y usa haz de rayos X en forma de cono, lo cual permite escanear y reconstruir imágenes de regiones cilíndricas, la radiación gira sincrónicamente 180 a 360 grados alrededor de la cabeza del paciente, cada exploración recopila un conjunto de datos de proyección bidimensional, dichas imágenes se reconstruyen en un computador, en vóxeles (del inglés volumetric), el cual representa la unidad cúbica que compone un objeto tridimensional, es el equivalente del pixel y su tamaño es igual a 0.136 mm cúbicos<sup>8,9,13,14</sup>.

La dosis efectiva de una TCHC depende de la región del maxilar que requiere ser escaneado, a su vez, los ajustes de exposición del scanner dependen del tamaño del campo visual, el tiempo de exposición (seg), la corriente del tubo (mA) y el potencial de energía (kV). La radiación de una TCHC adquirida en un scanner con campo visual pequeño es comparable a la requerida en la adquisición de 2 a 7 radiografías periapicales y la de mayor campo visual es similar a la de un juego periapical. A su vez, la radiación depende del giro del cabezal 360 o 180 grados, esta oscila entre de 0,7 o 0,3 mGy (mili gray, unidad de dosis absorbida de radiación), obteniéndose imágenes de mayor resolución en giros de 360°<sup>5,6,15,16</sup>.

En TCHC la corriente del tubo debe seleccionarse tan baja como sea posible, los mA y el tiempo de exposición deben ser disminuidos para prevenir dosis innecesarias. Esto es relevante en niños, quienes son más susceptibles a los efectos de la radiación ionizante y en mujeres de cualquier edad, donde el riesgo es más alto que para los hombres, por lo que estas imágenes diagnósticas no deben considerarse de rutina<sup>6,12,17,18</sup>.

Arai en 1999 mostró que el vóxel cúbico permite obtener imágenes individuales de raíces de molares con alta resolución en el plano horizontal, transversal y axial<sup>8</sup>. El estudio realizado por Ozaky en 2013 mostró que ubicar el objeto en el centro del FOV es crucial para obtener imágenes de alta resolución espacial, esto permite observar detalles entre estructuras adyacentes, la TCHC tiene alta resolución en las imágenes, dicha característica es importante para el clínico en endodoncia cuando se requiere observar conductos accesorios istmos o fracturas radiculares<sup>19</sup>.

Las imágenes de TCHC son importantes en endodoncia porque permiten observar los planos, axial, sagital y coronal de un diente, reduce la superposición de estructuras, evidencia la morfología de los conductos radiculares, lesiones periapicales, fracturas radiculares y verticales, perforaciones indetectables con otros medios diagnósticos, además provee información precisa de alta resolución, corto tiempo de escaneado, y es de fácil manejo<sup>20,21</sup>.

La reconstrucción en tercera dimensión de imágenes TCHC permite al clínico apreciar completamente la anatomía interna del sistema de conductos en cada tipo de diente, identifica los orificios de entrada a cada conducto, visualiza dientes con anatomía alterada, con número de conductos inusual, dilaceraciones, dientes invaginados, conductos en C, dientes fusionados, entre otros, sin embargo, su uso debe ser reservado para casos selectos donde la anatomía del conducto no pueda apreciarse completamente con radiografía digital o el microscopio de uso dental<sup>14,21,22</sup>.

Las imágenes de TCHC ofrecen beneficios en la planeación de cirugía apical, esta técnica evita la superposición de estructuras anatómicas como arco cigomático, hueso alveolar, seno maxilar, canal dentario, agujero mentonero, permitiendo una visión clara de las relaciones anatómicas entre los ápices y dichas estructuras, además, permite la detección de lesiones radiolúcidas, principalmente la presencia y dimensión de lesiones apicales y cambios en la densidad de hueso, identifica procesos que ocurren en el hueso esponjoso, proveen con gran detalle información útil para diagnosticar patologías no diagnosticadas con otros medios o descarta patologías de etiología no odontogénica, ofreciendo diagnósticos más exactos que una biopsia; sin embargo, presentan poca sensibilidad para evidenciar tejido sano; el uso de TCHC puede ser indicado en casos muy selectos para planeación de cirugía apical<sup>23-29</sup>.

A pesar de las evidentes ventajas del TCHC en odontología, esta técnica de diagnóstico presenta algunos inconvenientes y limitaciones, como: resolución espacial más baja que radiografías periapicales (15-20 líneas por mm), dispersión y el endurecimiento del haz causado por estructuras anatómicas vecinas y materiales restauradores utilizados para coronas, puentes, implantes, núcleos intrarradiculares de alta

densidad conocidas como artefactos, las cuales producen imágenes de baja calidad diagnóstica<sup>6,19,30</sup>.

El estudio de Safi en 2016 evaluó los efectos del mA y del FOV en la detección de fracturas radiculares y disminución de la presencia de artefactos metálicos intraconductos en los dientes con postes, determinando que un FOV pequeño y un mA bajo permite observar más fácilmente las fracturas verticales en dientes con postes intrarradiculares<sup>14</sup>.

Por otra parte, es importante reconocer que la resolución de contraste se define como la capacidad para diferenciar entre áreas, sobre imágenes que presentan diferente densidad, la mayoría de medios diagnósticos requieren alta resolución de contraste, así mismo, la resolución espacial se define como la capacidad del sistema para mostrar dos objetos que están muy unidos diferenciándolos como dos entidades diferentes. La resolución espacial y de contraste en TCHC están relacionadas con la dosis de radiación absorbida por el sensor, además de otros factores<sup>4,11,19</sup>.

Los artefactos pueden ser definidos como la distorsión o error en la construcción de los datos que no están presentes en el objeto investigado. Las imágenes artefactos pueden ser atribuidas a varias fuentes, como paciente, scanner, FOV y naturaleza de los rayos X proyectados (endurecimiento del haz). Pueden aparecer en diferentes formas, por ejemplo: rayas, estructuras lineales oscuras orientadas a lo largo de las líneas de proyección. Los artefactos más comunes cuando se obtienen imágenes de TCHC en endodoncia son artefactos *cupping*, mostrados por rayas y halos hipodensos debidos a la alta densidad de la gutapercha y postes metálicos frecuentemente utilizados, los cuales consecuentemente pueden reducir la capacidad para detectar "cracks" y fracturas radiculares. Estas imágenes pueden suprimirse aumentando la energía del fotón más allá kVp utilizado, siendo este normalmente entre 90 kVp y 105 kVp<sup>31-33</sup>.

La TCHC tomada con FOV grande, también favorece la calidad de la imagen, sin embargo, el uso de campo visual grande con el único propósito de reducir artefactos no justifica el incremento de dosis de radiación para el paciente. En situaciones clínicas utilizar scanner con FOV pequeño es indicado y la optimización por reducción de artefactos es limitada<sup>32</sup>.

Las imágenes de TCHC en diagnóstico de trauma dentoalveolar no garantiza el correcto diagnóstico para la detección de fracturas radiculares verticales, sin embargo, permite diagnosticar de forma acertada la presencia o ausencia, así como localización exacta, extensión y dirección de una línea de fractura horizontal<sup>6,34,35</sup>.

En casos de reabsorción TCHC muestra alta sensibilidad en la detección de reabsorción incipiente y determina la extensión de estas, de igual forma el uso para diagnóstico de perforaciones radiculares es exitosa para determinar la presencia y dimensión de perforaciones en furca, también ayudan a identificar fracturas de limas, desviación y perforación de postes colados<sup>36-39</sup>.

## CONCLUSIÓN

Con el análisis de este tema podemos concluir que la TCHC a pesar de sus deficiencias, supera varias limitaciones de las radiografías convencionales, como son: la relación espacial de las raíces en 3D y el verdadero tamaño de las lesiones periapicales, ayuda en el diagnóstico de la patología endodóntica y fractura horizontal de raíz o alveolo, la evaluación de la morfología del conducto, análisis de lesiones por reabsorción, la identificación de patologías de origen no endodóntico, la evaluación de preparación y obturación del conducto y la evaluación necesaria para cirugía periradicular, entre otras<sup>40</sup>.

Por otra parte, el clínico y el operador deben tener en cuenta las características del equipo y el *software* para obtener imágenes de alta calidad y buena resolución.

## BIBLIOGRAFÍA

- Matherne RP, Angelopoulos C, Kulild JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *J Endod.* 2008;34(1):87-89. doi: 10.1016/j.joen.2007.10.016.
- Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009;42(6):447-462. 10.1111/j.1365-2591.2008.01530.x.
- Weber M, Stratz N, Fleiner J, Schulze D, Hannig C. Possibilities and limits of imaging endodontic structures with CBCT. *Swiss Dent J.* 2015;125(3):293-311.
- Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: A Review. *J Endod.* 2007;33(1):1-6. doi: 10.1016/j.joen.2014.10.020.
- Yamamoto K, Ueno K, Seo K, Shinohara D. Development of dento-maxillofacial cone beam X-ray computed tomography system. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(s1):160-162. doi: 10.1034/j.1600-0544.2003.249.x.
- Abella F, Morales K, Garrido I, Pascual J, Duran-Sindreu F, Roig M. Endodontic applications of cone beam computed tomography: case series and literature review. *G Ital Endod.* 2015;29(2):38-50.
- Yang L, Chen X, Tian C, Han T, Wang Y. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root canal morphology and locate root canal orifices of maxillary second premolars in a Chinese subpopulation. *J Endod.* 2014;40(5):630-634. doi: 10.1016/j.joen.2015.08.002.
- Arai Y, Tammisalo E, Iwai K, Hashimoto K, Shinoda K. Development of a compact computed tomographic apparatus for dental use. *Dentomaxillofac Radiol.* 1999;28(4):245-248. DOI: 10.1038/sj/dmfr/4600448.
- Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *International endodontic journal.* 2009;42(6):463-475. doi: 10.1111/iej.12732.
- Ludlow JB, Laster WS, See M, Bailey LJ, Hershey HG. Accuracy of measurements of mandibular anatomy in cone beam computed tomography images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endot.* 2007;103(4):534-542. doi: 10.1016/j.tripleo.2006.04.008.
- Hashem D, Brown JE, Patel S, Mannocci F, Donaldson AN, Watson TF et al. An in vitro comparison of the accuracy of measurements obtained from high- and low-resolution cone-beam computed tomography scans. *J Endod.* 2013;39(3):394-397. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.017.
- Ludlow JB, Timothy R, Walker C, Hunter R, Benavides E, Samuelson DB et al. Effective dose of dental CBCT-a meta analysis of published data and additional data for nine CBCT units. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140197. 10.1259/dmfr.20140197.
- Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital

- radiography in studying root canal morphology. *Journal of Endodontics*. 2010;36(9):1547-1551. doi: 10.1016/j.joen.2010.05.008.
14. Safi Y, Hosseinpour S, Aziz A, Bamedi M, Malekashtari M, Vasegh Z. Effect of amperage and field of view on detection of vertical root fracture in teeth with intracanal posts. *Iranian endodontic journal*. 2016;11(3):202. doi: 10.7508/iej.2016.03.011.
  15. Robinson S, Czerny C, Gahleitner A, Bernhart T, Kainberger FM. Dental CT evaluation of mandibular first premolar root configurations and canal variations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002;93(3):328-332. doi: 10.1067/moe.2002.120055.
  16. Dula K, Bornstein MM, Buser D, Dagassan-Berndt D, Ettlin DA, Filippi A et al. SADMFR guidelines for the use of Cone-Beam Computed Tomography/ Digital Volume Tomography. *Swiss Dent J*. 2014;124(11):1169-1183.
  17. Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics - a review. *Int Endod J*. 2015;48(1):3-15. doi: 10.1111/iej.12270.
  18. Bornstein MM, Scarfe WC, Vaughn VM, Jacobs R. Cone beam computed tomography in implant dentistry: a systematic review focusing on guidelines, indications, and radiation dose risks. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29Suppl:55-77. doi: 10.11607/jomi.2014suppl.g1.4.
  19. Ozaki Y, Watanabe H, Nomura Y, Honda E, Sumi Y, Kurabayashi T. Location dependency of the spatial resolution of cone beam computed tomography for dental use. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2013;116(5):648-655. doi: 10.1016/j.oooo.2013.07.009.
  20. Panjnoush M, Kheirandish Y, Kashani PM, Fakhar HB, Younesi F, Mallahi M. Effect of exposure parameters on metal artifacts in cone beam computed tomography. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*. 2016;13(3):143.
  21. Zhang D, Chen J, Lan G, Li M, An J, Wen X et al. The root canal morphology in mandibular first premolars: a comparative evaluation of cone-beam computed tomography and micro-computed tomography. *Clin Oral Investig*. 2017;21(4):1007-1012. doi: 10.1007/s00784-016-1852-x.
  22. Talwar S, Utneja S, Nawal RR, Kaushik A, Srivastava D, Oberoy SS. Role of Cone-beam computed tomography in diagnosis of vertical root fractures: A systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2016;42(1):12-24. doi: 10.1016/j.joen.2015.09.012.
  23. Parker JM, Mol A, Rivera EM, Tawil PZ. Cone-beam computed tomography uses in clinical endodontics: Observer variability in detecting periapical lesions. *J Endod*. 2017;43(2):184-187. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.007.
  24. Bechara B, Alex McMahan C, Moore WS, Noujeim M, Teixeira FB, Geha H. Cone beam CT scans with and without artefact reduction in root fracture detection of endodontically treated teeth. *Dentomaxillofac Radiol*. 2013;42(5):20120245. doi: 10.1259/dmfr.20120245.
  25. Bechara BB, Moore WS, McMahan CA, Noujeim M. Metal artefact reduction with cone beam CT: an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol*. 2012;41(3):248-253. doi: 10.1259/dmfr/80899839.
  26. Chang E, Lam E, Shah P, Azarpazhooh A. Cone-beam computed tomography for detecting vertical root fractures in endodontically treated teeth: A Systematic Review. *J Endod*. 2016;42(2):177-185. doi: 10.1016/j.joen.2015.10.005. Epub 2015 Nov 26.
  27. Kamburoğlu K, Yilmaz F, Gulsahi K, Gulen O, Gulsahi A. Change in periapical lesion and adjacent mucosal thickening dimensions one year after endodontic treatment: Volumetric cone-beam computed tomography assessment. *J Endod*. 2017;43(2):218-224. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.023.
  28. Rodríguez G, Abella F, Durán-Sindreu F, Patel S, Roig M. Influence of cone-beam computed tomography in clinical decision making among specialists. *Journal of Endodontics*. 2017;43(2):194-199. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.012.
  29. Bürklein S, Heck R, Schäfer E. Evaluation of the root canal anatomy of maxillary and mandibular premolars in a selected german population using cone-beam computed tomographic data. *J Endod*. 2017;43(9):1448-1452. doi: 10.1016/j.joen.2017.03.044.
  30. Zhang R, Wang H, Tian Y-, Yu X, Hu T, Dummer PMH. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in chinese individuals. *Int Endod J*. 2011;44(11):990-999. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01904.x.
  31. Helvacioğlu-Yigit D, Demirturk Kocasarac H, Bechara B, Noujeim M. Evaluation and reduction of artifacts generated by 4 different root-end filling materials by using multiple cone-beam computed tomography imaging settings. *J Endod* 2016;42(2):307-314. doi: 10.1016/j.joen.2015.11.002.
  32. Vasconcelos KF, Nicolielo L, Nascimento MC, Haiter-Neto F, Bóscolo FN, Van Dessel J et al. Artefact expression associated with several cone-beam computed tomographic machines when imaging root filled teeth. *Int Endod J*. 2015;48(10):994-1000. doi: 10.1111/iej.12395.

33. Demirturk Kocasarac H, Helvacioğlu Yigit D, Bechara B, Sinanoglu A, Noujeim M. Contrast-to-noise ratio with different settings in a CBCT machine in presence of different root-end filling materials: an in vitro study. *Dento maxillo facial radiology*. 2016;45(5):20160012. doi: 10.1259/dmfr.20160012.
34. Venskutonis T, Plotino G, Juodzbalsys G, Micevičienė L. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature. *J Endod*. 2014;40(12):1895-1901. doi: 10.1016/j.joen.2014.05.009.
35. Corbella S, Del Fabbro M, Tamse A, Rosen E, Tsesis I, Taschieri S. Cone beam computed tomography for the diagnosis of vertical root fractures: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*. 2014;118(5):593-602. doi: 10.1016/j.oooo.2014.07.014.
36. Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography - an in vivo investigation. *Int Endod J*. 2009;42(9):831-838. doi: 10.1111/j.1365-2591.2009.01592.x.
37. Celikten B, Uzuntas CF, Kurt H. Multiple idiopathic external and internal resorption: Case report with cone-beam computed tomography findings. *Imaging Sci Dent*. 2014;44(4):315-320. doi: 10.5624/isd.2014.44.4.315.
38. Kamburoğlu K, Kurşun S, Yüksel S, Oztaş B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical root resorption. *J Endod*. 2011;37(2):168-175. doi: 10.1016/j.joen.2010.11.002.
39. Khojastepour L, Moazami F, Babaei M, Forghani M. Assessment of Root Perforation within Simulated Internal Resorption Cavities Using Cone-beam Computed Tomography. *J Endod*. 2015;41(9):1520-1523. doi: 10.1016/j.joen.2015.04.015.
40. Miles DA, Danforth RA. Cone beam computed tomography: From capture to reporting. *Dental Clinics of North America*. 2014;58(3):x. doi: 10.1016/j.cden.2014.05.001.