

## Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia

Marisol Bonilla–Gutiérrez 1  
Cindy Estefanía Delgado–Rodríguez 2  
Hannia Camargo–Huertas 3

*Standardized protocol of  
observation of the tomographic  
image in endodontics*

## RESUMEN

**Objetivo:** establecer un protocolo estandarizado de observación de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) en endodoncia, para determinar de manera sistemática las dimensiones de las lesiones apicales crónicas. **Métodos:** análisis y aplicación de las herramientas de los software tomográficos de haz cónico usados para la exploración de tejidos dentales y periapicales, con previa revisión bibliográfica del tema. Posteriormente, se diseñaron los pasos sistemáticos estandarizados de observación y medición de la imagen tomográfica dental en endodoncia, con lo cual se estableció el protocolo. Finalmente, se entrenaron dos endodoncistas en la aplicación del protocolo para medir sistemáticamente las dimensiones de lesiones apicales crónicas (altura, profundidad y ancho) **Resultados:** se generó un documento con material gráfico sobre los pasos a seguir del protocolo estandarizado y se realizó una prueba estadística de concordancia, que evidenció un alto grado de coincidencia entre las mediciones hechas por las endodoncistas entrenadas (observadoras 2 y 3) frente a las de una radióloga experta (observadora 1). El mayor grado de acuerdo se encontró entre las observadoras 1 y 2 en la vista sagital al evaluar la altura de la lesión (ICC: 0.9997545), mientras que, las observadoras 1 y 3 lograron el mayor grado de acuerdo en la vista axial (ICC 0.9996737, IC 95%) al evaluar la profundidad de la lesión. **Conclusión:** la aplicación de este protocolo sencillo, sistemático y estandarizado de observación de tomografía dental permite evaluar de manera confiable, reproducible y precisa la imagen de la periodontitis apical y, a su vez, alcanzar un alto grado de concordancia cuando se miden lesiones apicales.

**Palabras clave:** tomografía computarizada de haz cónico; lesión periapical; precisión de las mediciones; periodontitis apical; periodontitis periapical.

## ABSTRACT

**Objective:** Establish a standardized protocol for the observation of Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in endodontics, to systematically determine the dimensions of chronic apical lesions. **Methods:** Analysis and application of the tools of the specific Cone Beam Computed Tomography software for the exploration of dental and periapical tissues, prior literature review of the subject. Subsequently, the design of standardized systematic steps of observation and measurement of the dental tomographic image in Endodontics, thus establishing the Protocol. Finally, training of 2 Endodontists in the application of the Protocol by an expert Radiologist, measuring the dimensions of chronic apical lesions (height, depth and width) in 45 high-resolution conical beam dental tomographs and checking its usefulness, through a concordance test using the Intraclass Correlation Index (ICC). **Results:** A written document was generated with explanatory graphic material on the steps to follow by the Standardized Protocol and a statistical concordance test was carried out that evidenced a high degree of agreement between the measurements of the trained endodontists (observers 2 and 3) against the expert radiologist (observer 1). The highest degree of agreement was found among observers 1 and 2 in the sagittal view when assessing the height of the lesion (ICC: 0.9997545), while observers 1 and 3 achieved the highest degree of agreement in axial vision (ICC 0.9996737, 95% CI) when assessing the depth of the lesion. **Conclusion:** The application of this simple, systematic and standardized protocol for the observation of dental tomography in clinical practice makes it possible to reliably, reproducibly and accurately assess the image of apical periodontitis, prior observer training, allowing a high degree of concordance to be achieved when apical lesions are measured.

**Key words:** Cone-beam Computed Tomography (CBCT); Periapical Lesion; accuracy of measurements; apical periodontitis; periapical periodontitis.

1. Odontóloga. Especialista en Endodoncia, Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

**Contacto:** mabonilla@unal.edu.co

**ID** <https://orcid.org/0000-0001-6421-9931>

2. Odontóloga. Especialista en Endodoncia. Profesora asistente, Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

**Contacto:** ciedelgado@unal.edu.co

**ID** <https://orcid.org/0000-0002-4622-0151>

3. Odontóloga. Especialista en Radiología Maxilofacial, Profesora Asociada, Facultad de Odontología. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

**Contacto:** hgcamargoh@unal.edu.co

**ID** <https://orcid.org/0000-0002-2507-815X>

## CITACIÓN SUGERIDA:

Bonilla–Gutiérrez M, Delgado–Rodríguez CE, Camargo–Huertas H. Protocolo estandarizado para la observación de la imagen tomográfica en endodoncia. *Acta Odontol. Col.* 2021; 11(2): 66-85. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontol/article/view/95423>

**doi** <https://doi.org/10.15446/aoc.v11n2.95423>

Recibido	Aprobado
01/05/2020	18/06/2021
Publicado	
01/07/2021	

## Introducción

En odontología el manejo exitoso de las patologías de origen endodóntico depende, en gran medida, del apoyo de las imágenes diagnósticas que proporcionan información relevante sobre los dientes y su anatomía circundante (1). Es por ello que el examen radiográfico es un componente esencial en todas las etapas del tratamiento endodóntico (2-5).

Durante décadas, la radiografía periapical ha sido la técnica estándar utilizada en endodoncia para el diagnóstico y la evaluación del resultado del tratamiento (4, 6). Sin embargo, esta imagen presenta la limitación de comprimir estructuras tridimensionales en una imagen bidimensional. Esto impide una apreciación precisa de la relación espacial de las raíces de un diente con la anatomía circundante y cualquier lesión periapical asociada, lo que como resultado arroja una sub o sobreestimación del tratamiento endodóntico (1, 7-9).

Por ello, ha sido necesaria la implementación de nuevas tecnologías, tales como la tomografía computarizada de haz cónico (sus siglas en Inglés CBCT- Cone Beam Computed Tomography), desarrollada inicialmente en Italia a finales de los años 90. Esta herramienta radiográfica, con capacidad de reducir o eliminar la superposición de las estructuras anatómicas, ha permitido la producción de imágenes dentales tridimensionales y sus estructuras adyacentes, así como la exploración multiplanar de los conductos radiculares (7, 10), tejido óseo de soporte y periapical, (1, 11).

La tomografía computarizada de haz cónico es una técnica complementaria y a veces alternativa a las radiografías periapicales, cuando se trata de diagnosticar, evaluar opciones de tratamiento y revisar la evolución del tejido periapical (12-14). Ello, dado que ofrece la posibilidad de realizar observaciones más objetivas y precisas en comparación con la imagen periapical convencional (15). Presenta, además, imágenes uno a uno (1:1), sin distorsión desde el punto de vista geométrico, considerando los tres ejes dentarios y anatómicos (coronal, sagital y axial) (16). Lo anterior explica por qué el método de imagen de la tomografía computarizada de haz cónico ha sido reportado con una precisión diagnóstica (verdaderos positivos + verdaderos negativos) de 0.90 a 0.92 (en comparación con 0.73 a 0.78 para radiografías periapicales), cuando se trata del diagnóstico de periodontitis apical utilizando hallazgos histopatológicos como estándar de oro (17, 18).

Para el análisis de tejidos periapicales, la literatura científica reporta algunos métodos que clasifican radiográfica y tomográficamente las lesiones periapicales, estableciendo diferentes categorías que consideran la destrucción ósea y el compromiso de las corticales. Uno de los métodos radiográficos más conocidos es el Índice periapical (PAI- siglas en inglés de Periapical Index), propuesto por Orstavick y colaboradores en 1986, el cual consiste en un sistema de puntuación para la evaluación radiográfica de la periodontitis apical. El PAI representa una escala ordinal de 5 puntuaciones que van desde ausencia de enfermedad hasta periodontitis severa con características exacerbadas y confirmadas histológicamente (19). Este fue una adaptación del índice publicado inicialmente por Brynolf en 1970 (20).

Posteriormente, en 2008, Estrela et al. (14) tomaron como referencia el PAI reportado por Orstavick y propusieron el CBCT PAI que permite realizar mediciones de la hipodensidad apical en imágenes de CBCT sobre las proyecciones coronal sagital y axial. Así, es posible

establecer la mayor extensión de la lesión y categorizarla acorde con un sistema de clasificación de seis puntos (0 a 5).

Recientemente, algunos artículos clínicos han documentado el uso de imágenes de CBCT para la evaluación postoperatoria en cirugía apical realizando mediciones que permiten comparar la cicatrización del tejido (21, 22). Uno de ellos propuesto por Torabinejad, en 2017, determina el tamaño de las lesiones periapicales a partir del uso de CBCT en reconstrucciones multiplanares sagitales y coronales, y la medición del área más amplia de radiolucidez en la región periapical adyacente al ápice (23). Pese a ser un estudio tomográfico multiplanar, no se considera la vista axial, no establece puntos de referencia anatómica para las mediciones y no realiza la exploración tomográfica en los planos oblicuos dentarios, sino en los planos ortogonales. No obstante, la precisión, exactitud y reproducibilidad en la observación tomográfica de los tejidos, la variabilidad y subjetividad entre las condiciones de medición y observación son evidentes (24).

La experiencia en diagnóstico tomográfico de varios especialistas en radiología maxilofacial ha sido adecuada para reducir la variabilidad y subjetividad en la observación y medición de múltiples casos analizados y medidos por los expertos. Esta se ha desarrollado a través de la exploración en los tres planos espaciales dentales sobre el reformato multiplanar (MPR- siglas en inglés de Multiplanar reformat) oblicuo, definido como aquella reconstrucción tomográfica con angulación o inclinación de los ejes coronal, axial y sagital.

Es indiscutible la necesidad de la interpretación adecuada de la imagen tomográfica, a fin de minimizar la ocurrencia de hallazgos erróneos (11). Por ello, el presente artículo propone un protocolo sistemático de análisis tomográfico que en la práctica, acorde con el reporte de varios expertos en tomografía endodóntica, ha mostrado minimizar la ocurrencia de hallazgos erróneos. Esto, dado que evita la imagen recortada y distorsionada que se observa en la exploración tomográfica ortogonal en la que los planos de observación están a 90° entre sí y son paralelos, o bien, perpendiculares a una línea horizontal de referencia.

De esta forma, es relevante precisar que la observación y medición de cada imagen está influenciada por diferentes factores inherentes a la técnica, la condición propia de la producción de la imagen, las características de la estructura anatómica y la interpretación del observador (25). Así mismo, condiciones como el entrenamiento, formación, capacidad individual de los odontólogos y el uso adecuado del software tomográfico, este último como aspecto relevante, son otros factores a tener en cuenta para evitar el sesgo en la apreciación de la imagen (11, 24, 26).

Actualmente, no se evidencia en la literatura un protocolo que permita la evaluación unificada y estandarizada del tejido periapical (27). Numerosos autores han realizado estudios que involucran mediciones en la imagen tomográfica, notándose la ausencia de observaciones sistemáticas y uso estandarizado de las herramientas digitales, cuyo efecto es la dificultad para comparar apreciaciones y mediciones de lesiones apicales crónicas y otras patologías en estudios seriados (14, 21, 23, 26, 28, 29). Al respecto, Caicedo en un estudio realizado en 2016 recomienda establecer un protocolo de observación de la imagen tomográfica, para la obtención de resultados objetivos, reproducibles y exactos, en pro de una evaluación precisa que aumente la validez interna de los estudios en endodoncia (24, 30).

En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue establecer un protocolo estandarizado de observación de la tomografía computarizada de haz cónico (sus siglas en Inglés CBCT- Cone Beam Computed Tomography) en endodoncia. Este protocolo se proyecta como una alternativa metodológica para observar y medir estructuras anatómicas y lesiones apicales crónicas de manera precisa y sistemática, aumentar el rendimiento diagnóstico de los profesionales de la odontología, así como fomentar el uso adecuado y óptimo de las herramientas tomográficas. La expectativa es, pues, que este pueda ser aplicado por los odontólogos generales y especialistas que emplean la tomografía como apoyo diagnóstico durante sus tratamientos.

## Métodos

Se realizó el análisis de las herramientas de los software tomográficos de haz cónico específicos para la exploración de tejidos dentales y periapicales, con lo cual se determinaron las más adecuadas para dicha exploración, así como la manera óptima de utilizarlas durante la navegación tomográfica para lograr una visualización del tejido radicular sin recorte ni distorsión. Este procedimiento se llevó a cabo a partir de las sugerencias de varias especialistas en radiología maxilofacial expertas en diagnóstico y exploración tomográfica multiplanar de imágenes endodónticas. De este modo, la recomendación consistió en realizar la exploración en los tres planos espaciales dentales sobre el reformato multiplanar (MPR) oblicuo, definido como aquella reconstrucción tomográfica con angulación o inclinación de los ejes coronal, axial y sagital.

El reformato oblicuo es ideal frente a la opción de realizar la exploración en el reformato multiplanar (MPR) ortogonal utilizado tradicionalmente para la exploración dental, definido como aquella reconstrucción tomográfica sin angulación o inclinación de los ejes coronal, axial y sagital, por lo tanto, no coincidentes con los ejes anatómicos dentales; característica que genera recorte y distorsión de la imagen.

En lo que respecta a la revisión bibliográfica del tema, esta se realizó previamente en las bases de datos: Pub Med, Medline, EMBASE y Scielo. Las palabras claves usadas del vocabulario especializado biomédico MeSH (Medical subject heading) fueron: Cone-beam Computed Tomography (CBCT), Periapical lesion, accuracy of measurements, protocol, apical periodontitis, periodontitis periapical. El propósito de la revisión fue encontrar aquellos estudios radiográficos que involucran dentro de su estrategia de análisis la medición de lesiones apicales crónicas de manera sistemática estandarizada, y, así mismo, establecer si había un protocolo descrito al respecto.

Posteriormente, se diseñaron los pasos sistemáticos estandarizados de observación y medición de la imagen tomográfica dental en endodoncia, para establecer así el protocolo. Para probar la validez del mismo se realizó un muestreo de conveniencia de 45 imágenes tomográficas de haz cónico de alta resolución de 15 dientes incisivos, 15 premolares y 15 molares, obtenidas de las bases de datos del Servicio de Radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia. El tamaño de esta muestra se calculó con un intervalo de confianza (IC) del 95% para imágenes tomográficas de dientes con lesiones periapicales. Se excluyeron las imágenes cuya calidad, resolución o condición no permitieron la observación adecuada del diente.

Las tres investigadoras encargadas de realizar las mediciones tomográficas fueron una profesional experta en radiología maxilofacial (observadora #1) y 2 endodoncistas (observadoras #2 y #3), quienes fueron entrenadas por la primera en la aplicación del protocolo estandarizado, con el fin de calibrar sus observaciones y criterios de medición frente a las dimensiones de lesiones apicales crónicas (altura, profundidad y ancho). Las observadoras #1, #2 y #3 hicieron sus mediciones de forma independiente para su posterior análisis de concordancia. Para la visualización y medición se utilizó el software CS3D Imaging, versión 3.5.15 (Fabricado por la Empresa Carestream Dental en la ciudad de Atlanta, Estados Unidos). Las imágenes fueron observadas en un monitor de 19 pulgadas con una resolución de pantalla de 1920 × 1080 píxeles, usando campos de visión (FOV- Field of view) de 5x5 y un tamaño de voxel de 90 µm de alta resolución.

### Análisis estadístico

Las medidas obtenidas en las 45 imágenes tomográficas fueron evaluadas a través de una prueba de concordancia, mediante el Índice de Correlación Intraclase (ICC) con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Se utilizó el software IBM SPSS Versión 0.24.

La prueba de concordancia fue aplicada para establecer el grado de acuerdo o consistencia entre las mediciones hechas por las investigadoras, una vez entrenadas en el uso de la exploración multiplanar oblicua, con la guía de una radióloga maxilofacial experta.

La evaluación de la consistencia de las mediciones fue establecida mediante la escala propuesta por Landis y Koch (31) (ver Tabla 1). Los datos se registraron y almacenaron en archivos digitales (Microsoft Excel 2010).

**Tabla 1.** Escala propuesta por Landis y Koch (31).

Valor	Grado del acuerdo
0	Pobre
0.01 -0.20	Leve
0.21 -0.40	Regular
0.41 - 0.60	Moderado
0.61 - 0.80	Substancial
0.81 - 1.00	Casi Perfecto

Fuente: Landis J, Koch G. La medición de la concordancia del observador para datos categóricos. 1977.

### Consideraciones éticas

Las 45 imágenes tomográficas analizadas fueron recolectadas, anonimizadas y codificadas sin generar contacto, ni intervención adicional sobre los pacientes (32). Para el análisis se contó con la aprobación previa por parte del Comité de Ética de la institución, según la Resolución 8430 de 1993, CIOMS 2002, Acta CIEFO-252-18, con el fin de utilizar las herramientas digitales de medición por parte de las investigadoras. Se consideró una investigación sin riesgo.

## Resultados

El resultado principal consistió en el diseño del protocolo estandarizado de observación tomográfica en endodoncia y su respectiva prueba de validación.

## Protocolo

Para el funcionamiento del protocolo se proponen 5 pasos, los cuales se describen a continuación:

- Paso 1: abrir la tomografía de estudio en la ventana que permita observar los cortes axial, coronal y sagital oblicuos (MPR oblicuo Figura 1), donde se puedan angular los ejes de navegación tomográfica.
- Paso 2: ubicar la raíz a observar.
- Paso 3: ajustar la dirección de navegación localizando los ejes axial, sagital y coronal en la misma dirección de los ejes mayores de la raíz. Este procedimiento, acorde con el software tomográfico utilizado, puede requerir ajustar la dirección de los ejes de navegación tomográfica sobre la raíz de estudio, o bien, angular la dirección radicular sobre los ejes de navegación tomográfica. El resultado final, en términos de orientación de la exploración, será el mismo en ambos casos.
- Paso 4: una vez ajustados los ejes de navegación sobre la raíz de estudio, realizar la exploración tomográfica en cada eje oblicuo (Figura 2).
- Paso 5: realizada la exploración multiplanar oblicua, medir los diámetros de profundidad, alto y ancho sobre la imagen de la lesión apical crónica (Figura 3), tomando como guías las siguientes definiciones y recomendaciones:

Definición de las dimensiones a medir (Figura 4):

- Profundidad de la lesión: es la medida en mm de la distancia entre los límites anatómicos vestibular y lingual o palatino de la lesión observada en el corte axial oblicuo, a ras del ápice dental de referencia.
- Ancho de la lesión: es la medida en mm de la distancia tomada entre los límites anatómicos mesial y distal de la zona hipodensa observada en el corte coronal oblicuo, a ras del ápice dental de referencia.
- Alto de la lesión: Es la medida en mm de la distancia entre los límites anatómicos superior e inferior de la lesión en su altura observada en el corte sagital oblicuo, a ras del ápice dental de referencia.

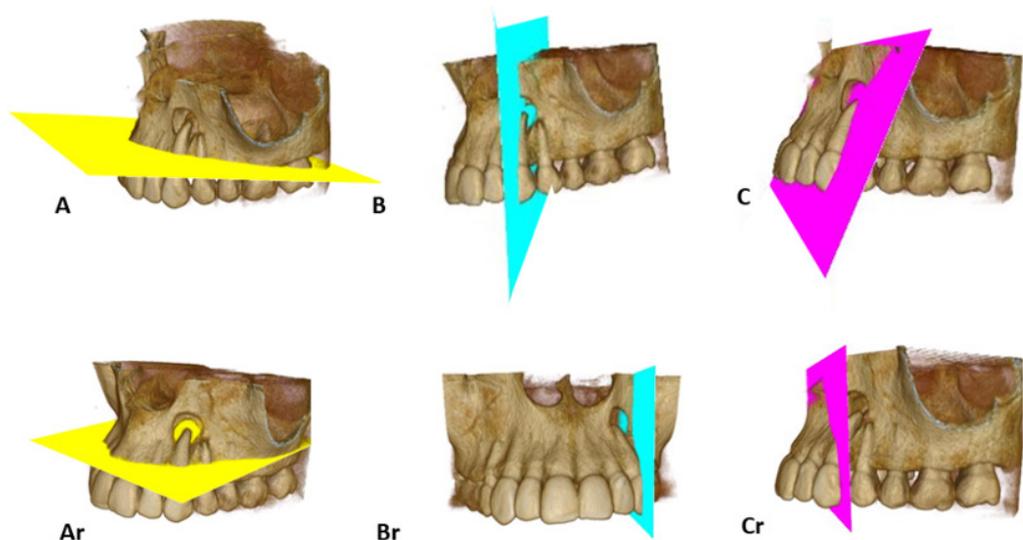
Recomendaciones para establecer de manera sistemática y estandarizada la medida de profundidad, ancho y alto de la lesión:

- El protocolo propone que las mediciones se establezcan sistemáticamente sobre estructuras anatómicas dentales estables y de localización fácilmente reproducible en mediciones sucesivas, por lo que se recomienda realizar dichas mediciones a ras del ápice dental de referencia, incluso si este nivel no coincide con la mayor dimensión de la lesión apical crónica.

- Sobre la imagen de la lesión apical crónica identificada como zona hipodensa, se debe medir profundidad, ancho y alto (Figura 4), haciendo uso de la herramienta de corte oblicuo del software. Comenzar por el corte tomográfico axial oblicuo, a ras del ápice radiográfico, a fin de establecer esta estructura anatómica como referencia para futuras mediciones seriadas o comparativas. A este nivel medir la profundidad de la lesión en mm (Figura 5), entre los límites vestibulo-palatino o vestibulo-lingual, sobre la línea que señala el eje sagital oblicuo. En caso de no ser evidentes en la imagen los límites de la lesión apical crónica, se tomarán como referencia las líneas que unan los límites óseos contiguos que sí sean visibles.
- Luego, continuar la medición en el corte tomográfico coronal oblicuo, a nivel del ápice radiográfico. A este nivel medir el ancho de la lesión en mm (Figura 6), entre los límites mesial y distal, sobre la línea que señala el eje axial oblicuo. En caso de no ser evidentes en la imagen los límites de la lesión apical crónica, se tomarán como referencia para realizar la medición las líneas que unan los límites óseos contiguos que sí sean visibles.
- Finalizar con la medición en el corte tomográfico sagital oblicuo, a nivel del ápice radiográfico. A este nivel medir el alto de la lesión en mm, entre los límites superior e inferior, sobre la línea que señala el eje coronal oblicuo (Figura 7). En caso de no ser evidentes en la imagen los límites de la lesión apical crónica, se tomarán como referencia para realizar la medición las líneas que unan los límites óseos contiguos que sí sean visibles.

El protocolo descrito permitirá realizar mediciones de las lesiones apicales crónicas de manera sistemática y estandarizada, al hacer repetibles las condiciones de navegación tomográfica y la ubicación de estructuras anatómicas de referencia.

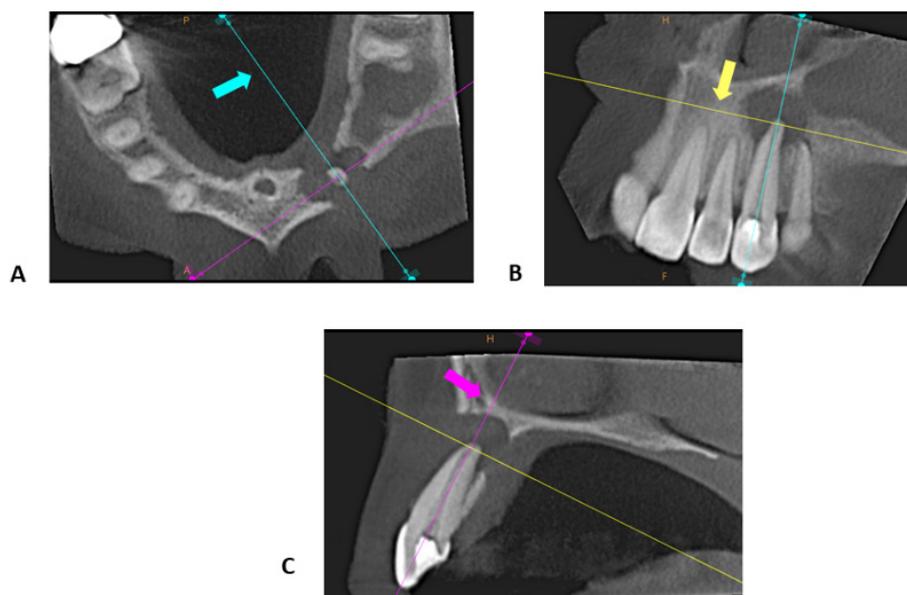
**Figura 1.** Planos tomográficos sobre el diente 23.



A. Axial oblicuo (amarillo), B. Sagital oblicuo (azul), C. Coronal oblicuo (magenta), Ar. Referencial Axial ortogonal (amarillo), Br. Referencial Sagital ortogonal (Azul) y Cr. Referencial Coronal ortogonal (magenta).

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging®.

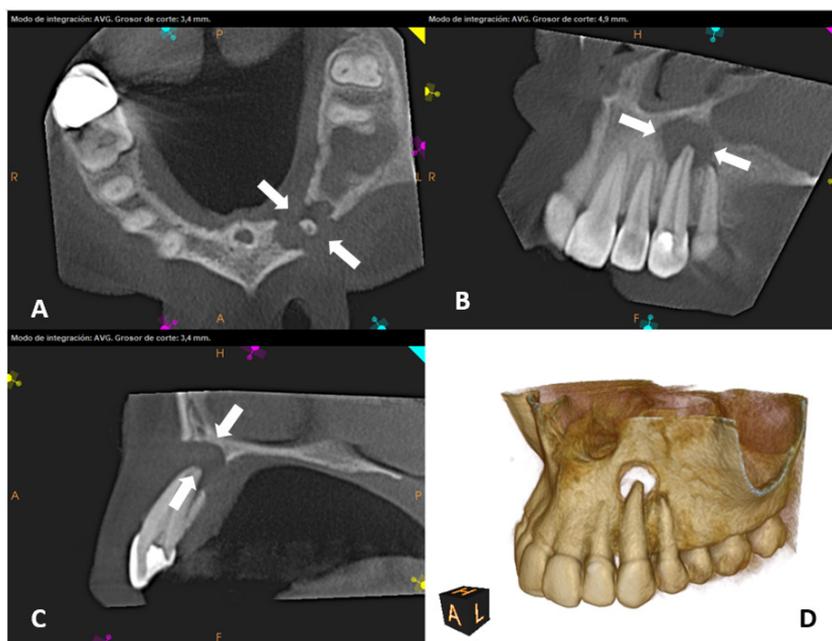
**Figura 2.** Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico en el diente 23



A. En color azul: eje sagital oblicuo sobre el corte axial. B. En color amarillo: eje axial oblicuo sobre el corte coronal. C. En color magenta: eje coronal oblicuo sobre el corte sagital.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging®.

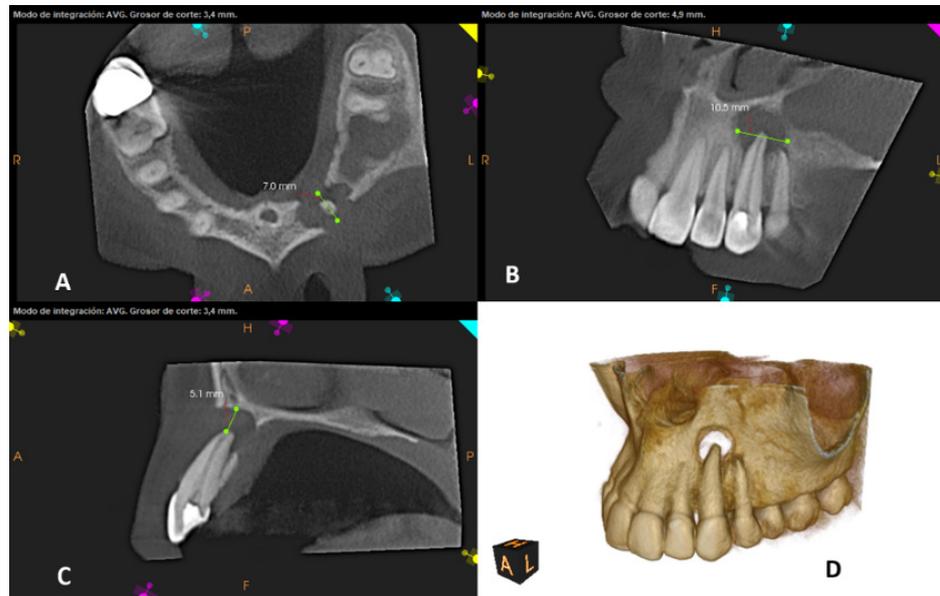
**Figura 3.** Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico señalando lesión hipodensa compatible con lesión apical crónica en el diente 23.



En las vistas axial (A), coronal (B), sagital (C) y volumen (D) se señala con flechas de color blanco, lesión hipodensa compatible con lesión apical crónica en el diente 23.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging®.

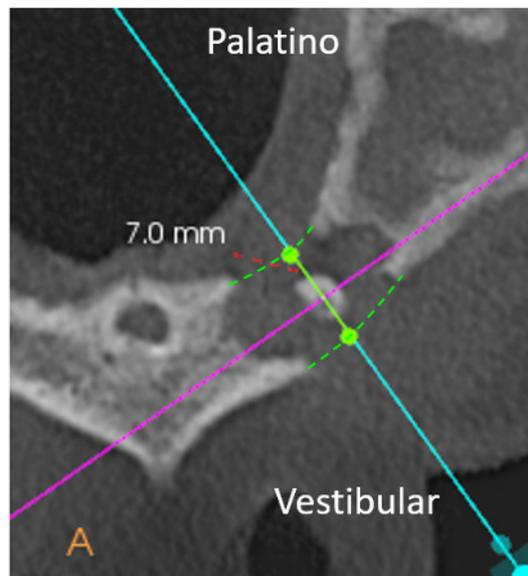
**Figura 4.** Reconstrucciones multiplanares de tomografía computarizada de haz cónico señalando mediciones de la profundidad, ancho y alto de la lesión en el diente 23.



Se resalta en color verde, en los cortes axial (A), coronal (B) y sagital (C), las mediciones de la profundidad, ancho y alto de la lesión en el diente 23.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging®.

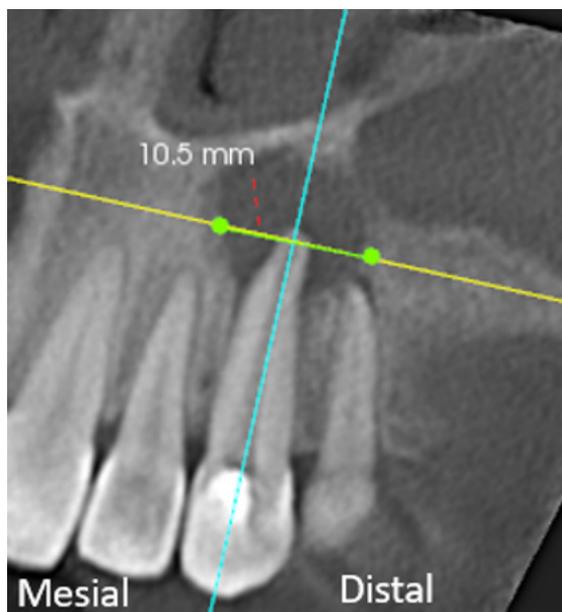
**Figura 5.** Reconstrucción de tomografía computarizada de haz cónico que muestra medición de la profundidad de la lesión en el diente 23.



En color verde se muestra la medición de la profundidad de la lesión en el corte axial oblicuo en diente 23. El plano sagital oblicuo (línea azul) coincide con el eje sobre el que se toma la medición. Las líneas punteadas en verde son referenciales, usadas en los casos en los que los límites de la lesión no son evidentes, estas unen los límites óseos contiguos que sí son evidentes.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging®.

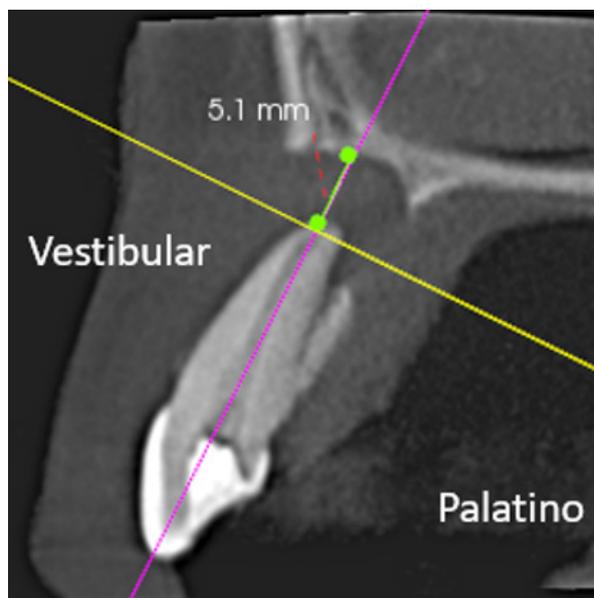
**Figura 6.** Reconstrucción de tomografía computarizada de haz cónico que muestra la medición de ancho de la lesión en el diente 23.



En color verde se muestra la medición del ancho de la lesión en el corte coronal oblicuo, a ras del ápice del diente 23. El plano axial oblicuo (línea amarilla) coincide con el eje sobre el que se toma la medición.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging ®.

**Figura 7.** Reconstrucción de tomografía computarizada de haz cónico que muestra la medición del alto de la lesión en el diente 23.



En color verde se muestra la medición del alto de la lesión en el sagital oblicuo, a ras del ápice del diente 23. El plano coronal oblicuo (línea magenta) coincide con el eje sobre el que se toma la medición.

Fuente: elaboración propia mediante el uso del software CS Imaging ®.

## Validación del protocolo

Una vez recolectados los datos de medición de las tres observadoras y la aplicación de la prueba de concordancia mediante el Índice de Correlación Intraclase, (ICC) con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ , se identificaron valores similares entre las mediciones al aplicar el protocolo. Esto evidenció un alto grado de acuerdo o concordancia al realizar el entrenamiento (Tabla 2). Según la escala de clasificación propuesta por Landis y Koch (31), el grado de acuerdo en la medición entre las observadoras fue casi perfecto.

### Análisis de las observaciones

Concordancia entre las mediciones de las dimensiones de las lesiones apicales crónicas efectuadas entre observadoras #1 y #2:

- a. En la dimensión de profundidad: 0.997154.
- b. En la dimensión de ancho: 0.9995076.
- c. En la dimensión de altura: 0.9997545.

Concordancia entre las mediciones de las dimensiones de las lesiones apicales crónicas efectuadas entre observadoras #1 y #3

- a. En la dimensión de profundidad: 0.9996737
- b. En la dimensión de ancho: 0.9992842.
- c. En la dimensión de altura: 0.9996326.

El mayor grado de acuerdo se observó entre las observadoras 1 y 2 en la vista sagital, al evaluar la altura de la lesión (ICC: 0.9997545). Las observadoras # 1 y # 3 lograron el mayor grado de acuerdo en la vista axial (ICC 0.9996737, IC 95%) al evaluar la profundidad de la lesión.

## Discusión

La implementación del CBCT permite la observación tridimensional y volumétrica de la imagen radiográfica y tiene además, la capacidad para detectar la destrucción ósea asociada con la periodontitis apical antes de que el daño sea evidente en las radiografías convencionales. Para aumentar el rendimiento de dicha detección es ideal, tal como lo recomienda el protocolo planteado en el presente trabajo, el uso de campos de visión (FOV) pequeños y de un tamaño mínimo de voxel, lo que garantiza una mejor resolución de la imagen. Adicionalmente, se requiere de un adecuado manejo en el uso de las herramientas de los distintos software tomográficos dentales (33).

**Tabla 2.** Mediciones de las tres dimensiones de la lesión apical crónica obtenidas por las tres observadoras en 45 tomografías.

Casos	Observador 1			Observador 2			Observador 3		
	profundo: mm	ancho: mm	alto: mm	profundo: mm	ancho: mm	alto: mm	profundo: mm	ancho: mm	alto: mm
1	4.6	4.2	10.8	4.6	4.2	10.8	4.7	4.2	10.9
2	5.5	6.3	3.2	5.6	6.2	3.2	5.6	6.3	3.1
3	7.2	7.0	2.5	7.2	7.0	2.6	7.2	7.3	2.8
4	3.2	2.9	1.5	3.2	2.8	1.5	3.2	2.8	1.5
5	11.2	12.1	14.6	11.1	12.2	14.6	11.1	12	14.6
6	4.8	6.2	3.0	4.8	6.3	3.0	4.9	6.2	3.2
7	8.5	8.2	4.2	8.5	8.2	4.3	8.4	8.4	4.2
8	6.7	9.6	9.3	6.7	9.7	9.3	6.7	9.5	9.5
9	9.9	9.7	7.7	1.0	9.8	7.9	9.9	9.7	7.8
10	7.4	8.4	4.3	7.4	8.5	4.5	7.5	8.4	4.4
11	4.4	2.4	0.9	4.5	2.5	0.9	4.5	2.4	0.8
12	4.8	5.0	2.5	4.8	5.0	2.5	4.8	5.0	2.5
13	6.0	9.4	9.5	6.1	9.4	9.5	5.9	9.6	9.6
14	2.8	2.7	1.8	2.9	2.8	1.7	2.8	2.7	1.7
15	5.7	6.1	4.6	5.7	6.2	4.7	5.6	6.1	4.7
16	5.9	7.6	4.1	6.0	7.6	4.0	6.0	7.6	4.2
17	4.5	4.1	1.1	4.6	4.1	1.2	4.6	4.0	1.1
18	6.8	5.2	2.6	6.7	5.3	2.5	6.8	5.4	2.5
19	1.1	10.7	4.8	1.1	10.5	4.7	1.1	10.4	4.7
20	3.9	3.4	1.6	3.9	3.4	1.7	3.9	3.5	1.7
21	3.7	2.7	1.1	3.7	2.6	1.1	3.7	2.8	1
22	5.3	7.8	3.6	5.4	7.7	3.6	5.3	7.8	3.6
23	5.4	6	0.9	6.4	6	0.9	5.5	6.1	1
24	7	11.1	9	7	1.1	9	7	1.1	9
25	4.6	3.5	1.2	4.7	3.3	1.1	4.7	3.5	1.1
26	4.3	4.4	1.4	4.4	4.4	1.6	4.3	4.3	1.4
27	8.5	12.1	12.5	8.6	1.2	12.5	8.5	1.2	12.5
28	5.1	5.1	1.8	5.2	5	1.8	5.1	5	1.9
29	3.2	3.8	3.8	3.1	3.8	3.8	3.1	3.9	3,8
30	6.5	6.2	3.7	6.5	6	3.7	6.5	6.2	3.7
31	5.5	6.4	6.9	5.4	6.4	6.9	5.5	6.4	6.9
32	9.6	11.5	9.7	9.6	1.15	9.7	9.6	11.5	9.7
33	8.5	6.6	3	8.4	6.5	3	8.4	6.5	3
34	5.6	5.5	8.5	5.6	5.3	8.5	5.6	5.6	8.5
35	3.8	3.2	2.4	3.8	3.2	2.3	3.8	3.2	2.4
36	6.4	5.5	3	6.4	5.5	3.1	6.4	5.5	3.1
37	4.7	11.2	6.2	4.7	11.2	6.1	4.7	11.2	6.1

**Tabla 2.** Mediciones de las tres dimensiones de la lesión apical crónica obtenidas por las tres observadoras en 45 tomografías.

38	2.6	2.9	1.5	2.6	2.8	1.4	2.6	3	1.4
39	3.6	4.2	1	3.7	4.2	1	3.6	4.1	1
40	4.2	3.6	1.4	4.2	3.6	1.3	4.2	3.6	1.4
41	3.7	2.4	2.2	3.8	2.4	2.2	3.7	2.4	2.3
42	2.8	10.3	3.9	2.7	10.3	3.8	2.8	1.0	3.8
43	9.9	1.1	13.9	9.9	11.1	1.4	1.0	1.1	1.4
44	5.4	5.5	6.5	5.4	5.3	6.5	5.4	5.4	6.5
45	5.5	7.4	6.6	5.3	7.4	6.5	5.5	7.4	6.7

Fuente: elaboración propia.

Al respecto, un estudio de Davies A. et al. (34) evidenció un resultado general favorable de cicatrización exitosa en el 93% de casos con lesiones apicales cuando la evaluación fue realizada con radiografía periapical, en comparación con el 77% de éxito cuando se evaluó mediante el CBCT (34).

Kruse C. et al. (5) afirman que el uso del CBCT para el seguimiento a largo plazo después de una microcirugía endodóntica puede conducir a más casos diagnosticados con periodontitis apical persistente o recurrente (5). Asimismo, garantizar la precisión y validez a la hora de analizar imágenes y métodos diagnósticos del tejido periapical disminuirá el sesgo en los estudios clínicos post tratamiento (24, 35).

La detección tomográfica temprana de lesiones apicales y el análisis de la cicatrización apical post tratamiento en la imagen suponen una exploración tomográfica adecuada y sistemática mediante el uso de las herramientas digitales de medición, por lo que es importante conocerlas y saber utilizarlas. Caicedo et al. (24) resaltan que un error de lectura de la tomografía aumentará la tendencia a sub o sobreestimar el resultado del tratamiento endodóntico, cuando se evalúa la cicatrización apical. Por esto, establecer las dimensiones de las lesiones apicales crónicas permite compararlas en imágenes postratamiento, lo que hace necesaria la estandarización del procedimiento.

Al respecto, Estrela et al. (14), en 2018, propusieron un índice periapical basado en el CBCT para la identificación de la periodontitis apical (PA), (CBCT IPA), tomando como referencia la mayor extensión de la lesión. Empero, su propuesta no describió el método de medición.

De igual manera, Christiansen R. et al. (21) referencian un estudio en el que se utilizó el CBCT para evaluar el defecto óseo periapical después de 12 meses de la cirugía apical, midiendo imágenes en las vistas coronal y sagital y tomando como referencia aquella de mayor extensión. Este estudio no tiene en cuenta las medidas en la vista axial y tampoco describe el método de medición.

Posteriormente, Venskutonis et al. (28) desarrollaron lo que se conoce como la escala del estatus periapical en endodoncia, una adaptación del “índice periapical complejo”. Al índice lo componen tres parámetros que están relacionados con las características de la lesión periapical: el tamaño de la lesión (S), la relación entre la raíz y la lesión (R) y la

ubicación de la destrucción ósea (D). Así, la medición de las lesiones se realizó en 3 planos (axial, coronal y sagital), luego se registró la distancia más amplia. Cuando una raíz tuvo una lesión se consideró la más grande y se determinó la puntuación del componente S. Este estudio no describe el método de medición.

Por otro lado, en 2016, Von Arx et al. (29) al evaluar la repetitividad y la reproducibilidad de criterios de cicatrización basados en el CBCT, para determinar el estado periapical, un año después de la cirugía apical, utilizaron cuatro categorías analizadas en vista sagital del CBCT a través del eje longitudinal de las raíces tratadas endodónticamente. Este estudio, únicamente, considera la vista sagital y toma la lesión más amplia en casos de multirradiculares con lesiones en cada raíz, y no establece puntos anatómicos de referencia al momento de realizar el análisis tomográfico.

En el mismo año, Kamburoglu et al. (26) obtuvieron medidas lineales de lesiones periapicales tomando el ancho y altura máxima de las lesiones en el eje de las raíces en imágenes del CBCT. Este estudio solo consideró las vistas sagitales para todas las mediciones lineales y volumétricas y no estableció puntos anatómicos de referencia al momento de realizar el análisis tomográfico.

De igual modo Torabinejad et al. (23) en su estudio para determinar el tamaño de las lesiones periapicales, a partir del uso del CBCT, realizaron reconstrucciones multiplanares; los ejes longitudinales de los dientes eran paralelos a los planos sagital y coronal. Los dientes se evaluaron en todos los planos y se identificó y midió el área más amplia de radiolucidez en la región periapical adyacente al ápice. En este estudio no se consideró la vista axial, no se establecieron puntos de referencia anatómica para las mediciones y la exploración tomográfica se realizó en el reformato multiplanar ortogonal.

De las evidencias anteriores es relevante señalar que la literatura científica presenta carencia en cuanto a una metodología estandarizada de observación de las imágenes dentales con CBCT. En los diferentes estudios cada autor establece una forma distinta y subjetiva de realizar las mediciones tomográficas, lo que dificulta el análisis de resultados y la posibilidad de comparar dichas mediciones de manera estandarizada en estudios transversales y longitudinales. Caicedo et al. (24) manifiestan la necesidad de una protocolización de los métodos de observación de imágenes de CBCT, con el fin de establecer un adecuado diagnóstico de las patologías periapicales.

Por esto, el presente protocolo estandariza la metodología para establecer las mediciones de lesiones periapicales (zonas hipodensas), o incluso, de cualquier otra radiopatología dental que requiera metría. Los parámetros fueron propuestos por varias radiólogos maxilofaciales de amplia trayectoria académica, expertas en diagnóstico tomográfico endodóntico mediante la aplicación de dichos parámetros de manera cotidiana, sistemática y exitosa. Los parámetros han sido validados por otros reconocidos académicos radiólogos y fueron compartidos y acordados con especialistas en Endodoncia.

El protocolo supera las imprecisiones evidenciadas en la literatura, favorece la exploración tomográfica dental sistemática y estandarizada, elimina el sesgo y la subjetividad en la interpretación de la imagen, mejora el rendimiento diagnóstico, evita la sub o sobre estimación de las dimensiones de las radiopatologías periapicales y dentales, así como

del resultado post tratamiento endodóntico. Además, se proyecta como una metodología intuitiva y de fácil aplicación. Sus recomendaciones principales son:

- Considerar los tres ejes espaciales dentarios para el análisis tomográfico.
- Realizar la exploración tomográfica en el reformato multiplanar oblicuo.
- Para estandarizar la medición tomar puntos de referencia anatómicos reproducibles, idealmente el ápice radiográfico.
- Realizar las medidas de las lesiones apicales en la misma dirección de los tres ejes oblicuos del diente o de la raíz de estudio, tomando como extremos los límites anatómicos de la imagen hipodensa.
- En dientes multirradiculares aplicar el protocolo de medición en cada raíz por separado.
- Aplicar de la misma manera el protocolo en el análisis de imágenes tomográficas de control o en estudios longitudinales y transversales relacionados.

Teniendo en consideración la similitud de los recursos de exploración tomográfica de los diferentes softwares, el protocolo presentado puede ser aplicado en cualquiera de ellos, localizando las herramientas que permitan angular la dirección del tejido a explorar, o bien el eje de navegación.

La calibración de las observaciones de imágenes tomográficas y el entrenamiento previo en la sistemática de exploración son fundamentales para alcanzar un alto grado de acuerdo entre las observadoras. Este aspecto ha sido resaltado por autores como Kruse et al. (5) y Caicedo y et al. (24), quienes reportaron un aumento de la concordancia en las mediciones del tamaño de lesiones periapicales luego de la capacitación de los observadores. Este aspecto fue evidenciado al aplicar la prueba del Índice de Correlación Intra-clase (ICC), que validó el uso del presente protocolo, al arrojar resultados de concordancia mayores a 0.99 entre observadores entrenados y calibrados.

Lascala et al. (36) reportaron que la técnica de CBCT era confiable y precisa para ser utilizada en diferentes situaciones clínicas, además de las periodontitis apicales, en las que se requiere de análisis lineales entre sitios anatómicos, asociados a las imágenes tomográficas dentales y maxilofaciales. Esto debido a que las mediciones realizadas son muy similares a las distancias reales.

Así pues, el presente protocolo cumple con este planteamiento al poder implementarse en casos de otras radiopatologías dentales distintas a las periodontitis apicales, tales como reabsorciones radiculares internas y externas, valoración de líneas de fractura dental y dentoalveolar, análisis de variaciones anatómicas de las raíces y conductos radiculares, al igual que en casos de planeación prequirúrgica endodóntica.

La aplicación del protocolo requerirá de mayor cuidado y detalle en los casos de lesiones apicales extensas que abarquen más de un diente. Ello, debido a que los referentes anatómicos dentales serán múltiples, por lo que se recomienda tomar como referentes los ejes oblicuos de uno solo de los dientes comprometidos en la lesión. Así mismo en los casos en los que la lesión apical crónica sea residual asociada a un diente ausente, los ejes mayores de observación deberán establecerse sobre estructuras anatómicas óseas.

Este estudio concluye que la aplicación de un protocolo sencillo, sistemático y estandarizado de observación de tomografía dental en la práctica clínica permite evaluar de manera confiable, reproducible y precisa la imagen de las periodontitis apicales. Al mismo tiempo posibilita que con la estandarización de la observación tomográfica y el entrenamiento adecuado se alcance un alto grado de concordancia entre observadores cuando se miden lesiones apicales.

Se recomienda, entonces, la difusión del protocolo en el campo profesional y académico de la Endodoncia y de la Odontología en general. De igual manera, se sugiere la aplicación del protocolo por parte de odontólogos y especialistas en su práctica clínica, a fin de realizar un análisis tomográfico dental sistemático y reproducible. Se espera que a futuro se pueda aplicar y validar el uso del protocolo en estudios científicos, en lo que guarda relación con el análisis tomográfico de radiopatologías.

## Agradecimientos

Este estudio fue realizado con el apoyo técnico y científico del Área de Imagenología y del Postgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá.

## Contribuciones de las autoras

Marisol Bonilla–Gutiérrez: búsqueda bibliográfica, recolección de imágenes, entrenamiento y medición de imágenes tomográficas, desarrollo del artículo. Cindy Estefanía Delgado–Rodríguez: entrenamiento y medición de imágenes tomográficas, revisión crítica del contenido y del artículo. Hannia Camargo–Huertas: concepción y diseño del estudio, revisión crítica del contenido e interpretación de los datos, estandarización y diseño de imágenes, entrenamiento de los observadores y revisión del artículo.

## Conflictos de interés

Las autoras informan que no tuvieron conflictos de interés relacionados con el diseño y ejecución de este estudio.

## Referencias

1. Durack C, Patel S. Cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *Braz Dent J.* 2012; 23(3): 179–191. <https://doi.org/10.1590/S0103-64402012000300001>
2. Liang YH, Jiang Y, Chen C, Gao XJ, Wesselink PR, Wu MK, *et al.* The Validity of Cone-beam Computed Tomography in Measuring Root Canal Length Using a Gold Standard. *J Endod.* 2013; 39(12): 1607–1610. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.08.001>

3. Marquis VL, Dao T, Farzaneh M, Abitbol S, Friedman S. Treatment outcome in endodontics: the Toronto Study. Phase III: initial treatment. *J Endod*. 2006; 32(4): 299–306. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.10.050>
4. Pope O, Sathorn C, Parashos P. A comparative Investigation of Cone-beam Computed Tomography and Periapical Radiography in the Diagnosis of a Healthy Periapex. *J Endod*. 2014; 40(3): 360–365. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.003>
5. Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL. Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. *Int Endod J*. 2015; 48(9): 815–828. <https://doi.org/10.1111/iej.12388>
6. Ørstavik D, Pitt-Ford T. Essential Endodontology: Prevention and Treatment of Apical Periodontitis. Second edition. Oxford: Blackwell Munksgaard; 2008. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2008.372>
7. Wu MK, Shemesh H, Wesselink PR. Limitations of previously published systematic reviews evaluating the outcome of endodontic Treatment. *Int Endod J*. 2009; 42(8): 656–666. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2009.01600.x>
8. Gambarini G, Ropini P, Piasecki L, Costantini R, Carneiro E, Testarelli L, et al. A preliminary assessment of a new dedicated endodontic software for use with CBCT images to evaluate the canal complexity of mandibular molars. *Int Endod J*. 2018; 51(3): 259–268. <https://doi.org/10.1111/iej.12845>
9. Beacham JT, Geist JR, Yu Q, Himel VT, Sabey KA. Accuracy of Cone-beam Computed Tomographic Image Interpretation by Endodontists and Endodontic Residents. *J Endod*. 2018; 44(4): 571–575. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.12.012>
10. Oser DG, Herson BR, Shiang EY, Finkelman MD, Amato RB. Incidental Findings in Small Field of View Cone-beam Computed Tomography Scans. *J Endod*. 2017; 43(6): 901–904. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.033>
11. Lofthag-Hansen S, Huuonen 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(1): 114–119. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2006.01.001>
12. 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. <https://doi.org/10.1111/iej.12270>
13. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2. Cone beam computed tomography. *Int Endod J*. 2009; 42(6): 463–475. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01531.x>

14. Estrela C, Reis-Bueno M, Correa-Azevedo B, Ribamar-Azevedo J, Djalma-Pécora J. A new periapical index based on cone beam computed tomography. *J Endod*. 2008; 34(11): 1325–1331. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.08.013>
15. Patel S, Dawood A, Pitt-Ford T, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J*. 2007; 40(10): 818–830. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01299.x>
16. Marmulla R, Wörtche R, Mühling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2005; 34(1): 28–31. <https://doi.org/10.1259/dmfr/31342245>
17. Lennon S, Patel S, Foschi F, Wilson R, Davied J, Mannocci F. Diagnostic accuracy of limited-volume cone-beam computed tomography in the detection of periapical bone loss: 360 degrees scans versus 180 degrees scans. *Int Endod J*. 2011; 44(12): 1118–1127. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2011.01930.x>
18. De Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, Becerra-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(7): 1009–1012. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.006>
19. Ørstavik D, Kerekes K, Eriksen HM. The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Dental Traumatology*. 1986; 2(1): 20–34. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1986.tb00119.x>
20. Brynolf I. Roentgenologic periapical diagnosis. I. Reproducibility of interpretation. *Sven Tandläk Tidskr*. 1970; 63(5): 339–344.
21. Christiansen R, Kirkewang LL, Gotfredsen E, Wenzel A. Periapical radiography and cone beam computed tomography for assessment of the periapical bone defect 1 week and 12 months after root-end resection. *Dentomaxillofac Radiol*. 2009; 38(8): 531–536. <https://doi.org/10.1259/dmfr/63019695>
22. Tanomaru-Filho M, Jorge ÉG, Guerreiro-Tanomaru JM, Reis JMS, Spin-Neto R, Gonçalves M. Two- and tridimensional analysis of periapical repair after endodontic surgery. *Clin Oral Investig*. 2015; 19(1), 17–25. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1225-2>
23. Torabinejad M, Rice DD, Maktabi O, Oyoyo U, Abramovitch K. Prevalence and Size of Periapical Radiolucencies Using Cone-beam Computed Tomography in Teeth without Apparent Intraoral Radiographic Lesions: A New Periapical Index with a Clinical Recommendation. *J Endod*. 2018; 44(3): 389–394. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.11.015>

24. **Caicedo–Rosero AV.** Precisión y exactitud de la medición tomográfica y radiográfica del tejido periapical. Un Análisis de concordancia. [Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de especialista en Endodoncia]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2016. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58904>
25. **Tsesis I, Rosen E, Taschieri S, Telishevsky–Strauss Y, Ceresoli V, Del Fabbro M.** Outcomes of Surgical Endodontic Treatment Performed by a Modern Technique: An Updated Meta-analysis of the Literature. *J Endod.* 2013; 39(3) 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.044>
26. **Kamburoğlu K, Yılmaz 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. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.023>
27. **Kruse C, Spin–Neto R, Wenzel A, Væth M, Kirkevang LL.** Impact of cone beam computed tomography on periapical assessment and treatment plan five to eleven years after surgical endodontic retreatment. *Int Endod J.* 2018; 51(7): 729–737. <https://doi.org/10.1111/iej.12888>
28. **Venskutonis T, Plotino G, Tocci L, Gambarini G, Maminskas J, Juodzbaly G.** Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesions and endodontic treatment quality evaluation using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2015; 41(2): 190–196. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.10.017>
29. **Von–Arx T, Janner SFM, Hänni S, Bornstein MM.** Evaluation of New Cone-beam Computed Tomographic Criteria for Radiographic Healing Evaluation after Apical Surgery: Assessment of Repeatability and Reproducibility. *J Endod.* 2016; 42(2): 236–242. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.11.018>
30. **Molven O, Halse A, Grung B.** Observer strategy and the radiographic classification of healing after endodontic surgery. *Int J Oral and Maxillofac Surg.* 1987; 16(4): 432–439. [https://doi.org/10.1016/s0901-5027\(87\)80080-2](https://doi.org/10.1016/s0901-5027(87)80080-2)
31. **Landis J, Koch G.** La medición de la concordancia del observador para datos categóricos. *Biometrics.* 1977; 33: 159–174.
32. **Asociación Médica Mundial.** Declaración de Helsinki. [fecha de consulta: 19 de octubre de 2016]. Disponible en: [https://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c\\_es.pdf](https://www.wma.net/es/30publications/10policies/b3/17c_es.pdf)
33. **Venskutonis T, Plotino G, Juodzbaly G, Mickevičienė 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. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.009>

34. Davies A, Patel S, Foschi F, Andiappan M, Mitchell PJ, Mannocci F. The detection of periapical pathoses using digital periapical radiography and cone beam computed tomography in endodontically retreated teeth - part 2: a 1 year post-treatment follow-up. *Int Endod J*. 2016; 49(7): 623–635. <https://doi.org/10.1111/iej.12500>
35. Ruiz A, Gómez C. Epidemiología clínica. Investigación clínica aplicada. 2 Edición. Bogotá D.C. Editorial Médica Panamericana; 2015.
36. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004; 33(5): 291–294. <https://doi.org/10.1259/dmfr/25500850>