



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

**Análisis tomográfico de la patología endodóntica derivada de los errores de procedimiento
en primeros molares maxilares.**

**Trabajo de Titulación para la obtención del Título de
“Especialista en Endodoncia”**

Presentada por:

Renata Camila Sierra Montalvo

Tutor:

María Soledad Peñaherrera Manosalvas

Quito, junio de 2026

Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

Firma del estudiante

Renata Camila Sierra Montalvo

C.I. 1719089268

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor, apoyo incondicional y por ser siempre mi mayor motivación a lo largo de este camino académico. Gracias por su paciencia, comprensión y por acompañarme en cada etapa de mi formación.

A mis abuelos, quienes con su cariño, consejos y ejemplo han sido una inspiración constante en mi vida y en mis metas personales y profesionales.

Índice

Índice de figuras.....	6
Índice de tablas	7
Resumen.....	8
Abstract.....	10
Introducción	11
Marco referencial	13
Material y Métodos.....	17
Diseño de estudio.....	17
Población.....	17
Muestra	17
Tamaño de muestra	18
Criterios de inclusión:	18
Criterios de exclusión:	18
Variable independiente:	18
Variable dependiente:	19
Variables de control:	19
Técnica.....	19
Recolección de datos.....	20
Capacitación y calibración.....	20
Técnica de recolección de datos	21
Consideraciones éticas.....	22
Resultados.....	23
Discusión.....	32

Conclusiones.....	35
Recomendaciones	37
Referencias.....	38

Índice de figuras

Figura 1. Errores errores de procedimiento en primeros molares.....	24
--	----

Índice de tablas

Tabla 1 Distribución de los primeros molares maxilares incluidos en el estudio según el tipo de diente	25
Tabla 2 Distribución de los primeros molares maxilares tratados endodónticamente según la presencia de lesión apical.....	26
Tabla 3 Frecuencia de los errores de procedimiento endodóntico identificados en los primeros molares maxilares evaluados	27
Tabla 4 Distribución de errores de procedimiento endodóntico según la raíz y el tercio radicular en los primeros molares maxilares evaluados.....	29
Tabla 5 Distribución de los primeros molares maxilares con lesión apical según el índice CBCT Periapical Index (CBCTPA)	30
Tabla 6 Análisis de lesión apical en relación con los distintos errores de procedimiento endodóntico, expresado mediante Odds Ratio (OR).....	31

Análisis tomográfico de la patología endodóntica derivada de los errores de procedimiento en primeros molares maxilares.

Renata Camila Sierra Montalvo

rcsierram@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Universidad Hemisferios

Resumen

En los primeros molares maxilares, la compleja anatomía radicular, incrementa el riesgo de errores técnicos que pueden favorecer la aparición de patología periapical. La tomografía computarizada de haz cónico permite una evaluación tridimensional de los errores técnicos y de las lesiones periapicales, con el objetivo de evaluar la presencia de patología periapical derivada de errores técnicos en tratamientos endodónticos realizados en primeros molares maxilares mediante CBCT.

Estudio observacional transversal retrospectivo basado en el análisis de tomografías CBCT obtenidas en un centro radiográfico en Quito, Ecuador, entre los años 2020 y 2025. Se evaluaron 748 primeros molares maxilares tratados endodónticamente. Las imágenes se analizaron para identificar errores técnicos, incluyendo conductos no tratados, omisión del conducto MV2, subobturación, sobreobturación, fractura de instrumentos y perforación radicular.

Se utilizaron estadísticas descriptivas y Odds Ratio (OR) con intervalos de confianza del 95% (IC 95%). La lesión periapical estuvo presente en 551 dientes (73,66%). El error técnico más frecuente fue la subobturación (42,4%). La perforación radicular mostró el mayor riesgo de lesión periapical (OR = 2,37; IC 95%: 0,97–5,79).

La patología periapical fue altamente prevalente siendo la subobturación el error técnico más frecuente y las perforaciones radiculares se asociaron con una mayor probabilidad de lesión periapical, destacando la importancia de una adecuada identificación anatómica y de una ejecución técnica precisa del tratamiento endodóntico.

Palabras Clave: Tomografía computarizada de haz cónico, tratamiento de conductos radiculares, enfermedades periapicales, fracaso del tratamiento.

Abstract

In maxillary first molars, the complex root canal anatomy increases the risk of technical errors that may favor the development of periapical pathology. Cone-beam computed tomography allows a three-dimensional evaluation of technical errors and periapical lesions. The aim of this study was to evaluate the presence of periapical pathology derived from technical errors in endodontic treatments performed on maxillary first molars using CBCT.

A retrospective cross-sectional observational study was conducted based on the analysis of CBCT scans obtained from a radiographic center in Quito, Ecuador, between 2020 and 2025. A total of 748 endodontically treated maxillary first molars were evaluated. The images were analyzed to identify technical errors, including untreated canals, missed MB2 canal, underfilling, overfilling, instrument fracture, and root perforation.

Descriptive statistics and Odds Ratio (OR) with 95% confidence intervals (95% CI) were used for the analysis. Periapical lesions were present in 551 teeth (73.66%). The most frequent technical error was underfilling (42.4%). Root perforation showed the highest risk of periapical lesions (OR = 2.37; 95% CI: 0.97–5.79). Periapical pathology showed a high prevalence. Underfilling was the most frequent technical error, and root perforations were associated with a higher probability of periapical lesions, highlighting the importance of proper anatomical identification and precise technical execution of endodontic treatment.

Key words: Cone-Beam Computed Tomography, Root Canal Therapy, Periapical Diseases, Treatment Failure.

Introducción

La terapia endodóntica constituye un procedimiento clínico para la preservación de la función dentaria mediante la eliminación de la infección intrarradicular y la resolución de la inflamación periapical (Friedman, 2002). A pesar de los avances en instrumentación e irrigación, fallan los tratamientos primarios presentan, reflejado en la persistencia de periodontitis apical o en la aparición de nuevas lesiones (Ng, Mann & Gulabivala, 2008; Wu, Dummer & Wesselink, 2006). En tal caso, el retratamiento endodóntico no quirúrgico constituye la primera alternativa, dado que permite la desinfección complementaria y la obturación tridimensional correcta (Siqueira & Rôças, 2008).

La incorporación de la Tomografía Computarizada de Haz Cónico (CBCT) ha cambiado considerablemente la práctica endodóntica, ya que supera las limitaciones de la radiografía bidimensional sin interposición de estructuras anatómicas o distorsiones que puedan confundirse con lesiones endodónticas. Sus imágenes tridimensionales diagnósticas facilitan la detección temprana de lesiones periapicales y de variaciones anatómicas, como el conducto mesiovestibular (MV2), cuya prevalencia se reporta en el 70–80% de los primeros molares maxilares (Cleghorn, Christie & Dong, 2006; Studebaker et al., 2011). La omisión de este conducto representa uno de los factores más relevantes en el fracaso del tratamiento en molares superiores.

La literatura documenta relacionada a errores de procedimientos incluidos conductos omitidos, fracturas instrumentales, perforaciones, subobturaciones y sobreobturaciones se ven influenciados por la morfología radicular, calcificaciones, curvaturas o limitaciones técnicas (Vertucci, 1984; Neelakantan et al., 2010). A pesar de esto, casos tratados bajo criterios técnicos

adecuados pueden estar relacionados con factores como infección persistente, los depósitos de cristales de colesterol o las fracturas radiculares (Nair, 2006; Lin, Huang & Rosenberg, 2008).

En este marco, la utilización de la CBCT se posiciona como el mejor método para correlacionar la calidad técnica del tratamiento con la presencia de lesiones periapicales, ofreciendo un análisis más confiable que la radiografía convencional (Estrela et al., 2008; Patel et al., 2020). Así, el presente estudio tiene como propósito evaluar mediante CBCT la asociación entre errores de procedimiento endodóntico y la presencia de lesiones periapicales en primeros molares maxilares, con el objetivo de aportar evidencia clínica que mejore la calidad diagnóstica y terapéutica en endodoncia.

Marco referencial

El tratamiento endodóntico quiere eliminar la infección presente en el sistema de conductos radiculares, realizar una obturación tridimensional adecuada y restaurar la estructura coronaria para evitar la reinfección. Estos elementos constituyen los fundamentos para alcanzar un resultado terapéutico favorable y preservar la función del diente tratado (Friedman, 2002; Wu, Dummer y Wesselink, 2006). La reducción de los microorganismos presentes dentro del conducto radicular es un aspecto esencial del tratamiento, debido a que la persistencia bacteriana se relaciona directamente con el fracaso de la terapia endodóntica (Siqueira y Rôças, 2008).

El éxito depende de la interacción de varios factores biológicos, anatómicos y técnicos. El control de la infección mediante procedimientos adecuados de irrigación y desinfección es uno de los determinantes más importantes del pronóstico (Siqueira y Rôças, 2008; Iqbal, 2012). Asimismo, la anatomía radicular compleja puede dificultar la instrumentación y obturación del sistema de conductos, especialmente en dientes posteriores. En este sentido, la presencia de conductos adicionales, como el segundo conducto mesiovestibular en molares maxilares, incrementa el riesgo de conductos no tratados y, en consecuencia, de fracaso terapéutico (Neelakantan et al., 2010; Jung et al., 2022).

Además de los factores anatómicos, la calidad técnica del tratamiento es determinante para el resultado final. Procedimientos incorrectos como obturaciones inadecuadas, fractura de instrumentos o perforaciones radiculares pueden comprometer la limpieza del sistema de conductos y favorecer la aparición de lesiones periapicales (Costa et al., 2021; Santos et al., 2023). De igual manera, el sellado coronario tiene un papel relevante, ya que restauraciones defectuosas pueden permitir la filtración bacteriana y provocar reinfección del sistema radicular (Ng, Mann y Gulabivala, 2008; de Chevigny et al., 2008).

La evaluación realizarse considerando criterios clínicos y radiográficos. Desde el punto de vista clínico, se espera la ausencia de signos y síntomas como dolor espontáneo, inflamación, fistulas o sensibilidad a la percusión y palpación (Ng et al., 2008; Gorni y Gagliani, 2004). En el análisis radiográfico, el éxito se asocia con la reducción o desaparición de la radiolucidez periapical y con la recuperación del tejido óseo en la región apical (Ørstavik, Kerekes y Eriksen, 1986).

Los primeros molares maxilares presentan una anatomía radicular compleja. Generalmente poseen tres raíces mesiovestibular, distovestibular y palatina, las cuales pueden contener uno o más conductos radiculares. Esta variabilidad anatómica aumenta la dificultad del tratamiento endodóntico en estas piezas dentarias (Plotino et al., 2006; Neelakantan et al., 2010). La raíz mesiovestibular es la que presenta mayor complejidad morfológica, mientras que la raíz palatina suele presentar un conducto único y de mayor diámetro (Vertucci, 1984).

Entre las variaciones anatómicas más relevantes en molares maxilares se encuentra la presencia del segundo conducto mesiovestibular, conocido como MB2. Diversos estudios han reportado una alta prevalencia de este conducto, aunque su detección depende en gran medida del método diagnóstico utilizado (Cleghorn, Christie y Dong, 2006; Wolcott et al., 2005). El desarrollo de técnicas de imagen tridimensional ha permitido identificar con mayor precisión estas variaciones anatómicas.

En particular, la tomografía computarizada de haz cónico ha demostrado ser una herramienta útil para la identificación de conductos adicionales y variaciones morfológicas que pueden pasar desapercibidas en radiografías convencionales (Patel et al., 2020; Jung et al., 2022). Además, la complejidad de la anatomía del conducto MB2, que puede presentar trayectos curvos

y conexiones con otros conductos, representa un desafío adicional durante la instrumentación y obturación (Neelakantan et al., 2010).

La omisión de conductos radiculares es las causas más frecuentes de fracaso endodóntico. Cuando un conducto no es identificado ni tratado, la infección puede persistir dentro del sistema radicular y provocar el desarrollo de lesiones periapicales (Siqueira y Rôças, 2008; Costa et al., 2021). Por esta razón, la exploración cuidadosa de la cámara pulpar y el uso de magnificación óptica pueden contribuir a mejorar la localización de conductos adicionales durante el tratamiento (Wolcott et al., 2005).

Otros errores de procedimiento pueden influir negativamente en el pronóstico del tratamiento. La subobturación ocurre cuando el material obturador no alcanza la longitud adecuada del conducto, lo que favorece la permanencia de microorganismos en la región apical (Santos et al., 2023; Keleş y Keskin, 2017). Por otro lado, la sobreobturación se produce cuando el material se extruye más allá del foramen apical, lo que puede generar inflamación periapical persistente y retrasar el proceso de cicatrización (Ng, Mann y Gulabivala, 2008; Wu, Dummer y Wesselink, 2006).

La fractura de instrumentos endodónticos durante la preparación biomecánica también puede interferir con la limpieza adecuada del sistema de conductos, especialmente cuando el fragmento queda localizado en el tercio apical y existe infección previa (Panitvisai et al., 2010). Asimismo, las perforaciones radiculares generan una comunicación entre el conducto radicular y los tejidos periodontales, lo que puede producir inflamación crónica y pérdida ósea si no se manejan adecuadamente (Siew, Lee y Cheung, 2015).

En la práctica clínica, la radiografía periapical convencional ha sido el método diagnóstico más utilizado para evaluar la longitud de trabajo, la calidad de la obturación y la

presencia de lesiones periapicales (Ørstavik, Kerekes y Eriksen, 1986). Sin embargo, al tratarse de una técnica bidimensional, presenta limitaciones importantes relacionadas con la superposición de estructuras anatómicas y la dificultad para detectar lesiones en etapas tempranas (Estrela et al., 2008; Patel et al., 2015).

La introducción de la tomografía computarizada de haz cónico ha mejorado significativamente la capacidad diagnóstica en endodoncia. Esta técnica permite obtener imágenes tridimensionales de alta resolución, lo que facilita la identificación de conductos adicionales, fracturas radiculares, perforaciones y lesiones periapicales con mayor precisión que la radiografía convencional (Patel et al., 2020). Además, diversos estudios han demostrado que la prevalencia de periodontitis apical detectada mediante CBCT es mayor que la observada en radiografías periapicales, lo que evidencia la mayor sensibilidad de esta técnica (Kruse et al., 2019; Santos et al., 2023).

Debido a estas ventajas, la CBCT se ha convertido en una herramienta importante para el diagnóstico y la planificación del tratamiento endodóntico en casos complejos. No obstante, su utilización debe realizarse de manera justificada, considerando la exposición a radiación y siguiendo el principio ALARA para minimizar el riesgo para el paciente (Venskutonis et al., 2014; Patel et al., 2019). En conjunto, la literatura evidencia que la identificación de errores técnicos y variaciones anatómicas mediante CBCT permite comprender mejor la relación entre el tratamiento endodóntico y la presencia de patología periapical (Abarca et al., 2020; Costa et al., 2021; Torabinejad et al., 2009).

Material y Métodos

Diseño de estudio

Estudio observacional retrospectivo, mediante el análisis de imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) de primeros molares maxilares previamente tratados endodónticamente.

Población

Se considerarán todos los primeros molares maxilares (16 y 26) tratados endodónticamente, con imágenes CBCT disponibles en el archivo del centro radiológico Xplora en la ciudad de Quito

Muestra

Se determinó el tamaño de muestra utilizando la fórmula para poblaciones finitas. Este método permite obtener una estimación adecuada cuando el número total de elementos disponibles es conocido y limitado. La fórmula empleada fue la siguiente:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Para este estudio se consideró una población total tomográfica de 2.500 elementos ($N = 2500$), un nivel de confianza del 95% ($Z = 1.96$), un error de estimación del 3% ($e = 0.03$) y una proporción esperada de ocurrencia del 50% ($p = 0.50$).

$$n = \frac{2500 \cdot (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(0.03)^2(2500 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 748.09$$

Tamaño de muestra

Para garantizar potencia estadística y un nivel adecuado de representatividad y precisión estadística en los resultados un tamaño de muestra de 748 CBCT de pacientes evaluados.

Criterios de inclusión

Tomografías de primeros molares maxilares tratados endodónticamente y estudios cbct de alta calidad

Criterios de exclusión

Imágenes con ruido y artefactos severos e imágenes tomográficas con la presencia de fracturas coronarias extensas que impidan la evaluación radicular.

Variable independiente

Conductos no tratados: ausencia de preparación y obturación en uno o varios conductos radiculares, condición que facilita la persistencia de bacterias y aumenta el riesgo de lesiones periapicales detectables en TCHC.

Subobturación: obturaciones finalizadas a más de 2 mm del ápice, lo cual genera espacios vacíos susceptibles a contaminación microbiana y compromete el sellado apical.

Sobreobturación: extrusión del material obturador más allá del foramen apical, situación que puede ocasionar inflamación o retrasar los procesos de cicatrización periapical.

Fractura de instrumento: separación parcial o total de un instrumento endodóntico dentro del conducto radicular, lo que limita la desinfección completa y puede condicionar el éxito del tratamiento.

Perforación radicular: la comunicación accidental entre el conducto radicular y los tejidos perirradiculares por pérdida de continuidad dentinaria, considerada una de las complicaciones más severas en endodoncia.

Variable dependiente

Presencia o ausencia de lesión: evaluada mediante TCHC, corresponde a la manifestación clínica e imagenológica que refleja el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico en función del estado periapical.

VARIABLES DE CONTROL

Tomografía de paciente diente (16 y 26): primeros molares superiores seleccionados para el estudio por su elevada complejidad anatómica y alta frecuencia de errores técnicos en la práctica endodóntica.

Técnica

La técnica empleada correspondió a la observación estructurada mediante el software NNT Viewer (NewTom, Italia), que permite la interpretación de archivos en formato DICOM mediante la función de reconstrucción multiplanar (MPR). Este procedimiento facilitó la evaluación sistemática de variables clínicas y técnicas, como la presencia de conductos no tratados, la calidad de la obturación endodóntica, la existencia de perforaciones radiculares, fracturas instrumentales y factores anatómicos predisponentes.

Las imágenes se obtuvieron con un equipo de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) NewTom GiANO HR (Imola, Italia), configurado con campos de visión (FOV) variables entre 4×4 cm y 16×18 cm, y una resolución de hasta $68 \mu\text{m}$, lo que garantiza una alta definición diagnóstica. El sistema incorpora la tecnología SafeBeam™ para la modulación automática de la dosis, reduciendo la exposición del paciente y asegurando imágenes de calidad. Posteriormente, el análisis se realizó en una computadora Lenovo IdeaPad Slim 7 Pro 14IHU5, lo cual garantizó la estandarización de la interpretación y la precisión diagnóstica.

Recolección de datos

Se diseñó un recuadro en Excel de recolección de datos donde se registró el código a cada tomografía de paciente anónimo y la organización de la información según las variables definidas, para la selección y clasificación obtenidas durante el análisis de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

Capacitación y calibración

La capacitación y calibración para la evaluación de las CBCT se llevó a cabo con un único observador, el investigador principal, bajo la supervisión de la especialista en Radiología-Endodoncista, Dra. María Soledad Peñaherrera, con experiencia en interpretación avanzada de imágenes diagnósticas.

El proceso de capacitación se realizó de manera presencial en el Hospital de Servicios Odontológicos de la Universidad hemisferios. En una primera fase se efectuó la revisión, selección y reconocimiento del software NNT Viewer (NewTom, Italia), además de la validación de los puntos y planos anatómicos que debían localizarse en las reconstrucciones multiplanares. En una segunda fase, el investigador principal recibió instrucción sobre la estandarización de las imágenes, que incluyó el ajuste de brillo y contraste para optimizar la visualización, así como la correcta orientación del volumen en los tres planos del espacio (axial, sagital y coronal), siguiendo el eje longitudinal de cada pieza dentaria.

Para la etapa de calibración, el investigador principal analizó 10 CBCT seleccionadas aleatoriamente, comparando los resultados obtenidos con las directrices establecidas por la especialista, a fin de garantizar la consistencia y confiabilidad en la interpretación de los datos.

Técnica de recolección de datos

Este estudio tuvo un diseño observacional retrospectivo y se basó en la revisión de CBCT obtenidas en el centro Xplora Diagnóstico e Imagen, en Quito. Se establecieron criterios de inclusión con el fin de mantener la homogeneidad de la muestra, considerando imágenes adquiridas en el período comprendido entre 2020 y 2025.

Todas las CBCT fueron analizadas en una computadora Lenovo IdeaPad Slim 7 Pro 14IHU5, aplicando ajustes de brillo y contraste para estandarizar la visualización. Asimismo, se definieron con precisión las variables de estudio y sus categorías, delimitando el objeto de observación y garantizando un registro meticuloso y sistemático de la información recopilada. El análisis se centró en las siguientes variables clínicas:

Perforaciones radiculares: identificación de su presencia o ausencia y localización en relación con la superficie dentaria (vestibular, distal, mesial o palatina).

Transportación de conductos: evaluación de desviaciones del material obturador respecto al conducto radicular original, registrando la dirección de cualquier desviación.

Omisión de preparación de conductos: registro de conductos que no fueron tratados durante la obturación.

Posición final de la obturación: clasificación de la obturación como subobturada, sobreobturada o adecuada respecto a la constricción apical.

Todos los datos se recopilaron en tablas diseñadas con las variables, garantizando la consistencia y sistematización de la información obtenida de los CBCT.

Consideraciones éticas

En este estudio se garantizó en todo momento la confidencialidad y el anonimato de los pacientes incluidos. Para el registro se asignaron códigos numéricos consecutivos (001, 002, 003), sin utilizar nombres, apellidos, número de historia clínica ni ningún otro dato que pudiera identificar a los participantes.

Las imágenes utilizadas provinieron de CBCT obtenidas en el centro Xplora Diagnóstico e Imagen (Quito), y su acceso se realizó únicamente con fines académicos e investigativos. Dicho uso se enmarca en los consentimientos informados previamente otorgados por los pacientes, donde se autoriza la utilización de sus estudios de imagen con propósitos docentes y de investigación.

Con estas garantías de resguardo de la información, el proyecto se desarrolló respetando los principios éticos fundamentales de la investigación biomédica: respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia.

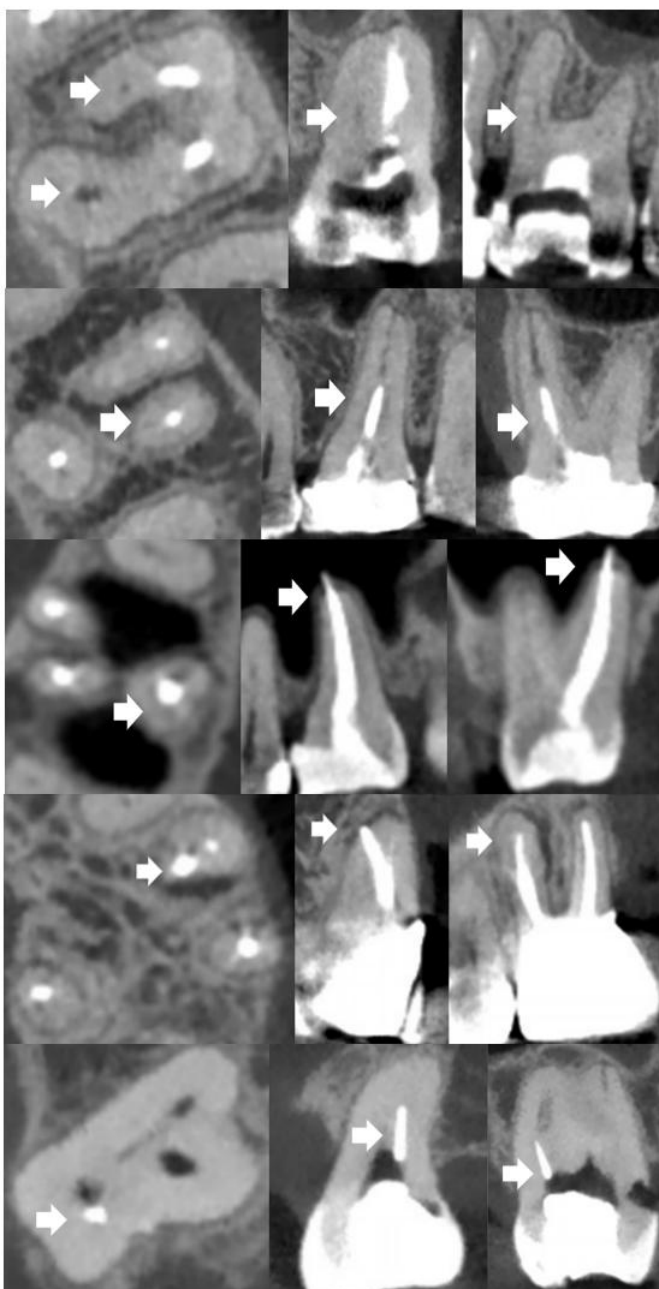
Resultados

Se analizaron tomografías computarizadas de haz cónico (CBCT) de primeros molares maxilares tratados endodónticamente, con el objetivo de evaluar la presencia de errores de procedimiento y su asociación con la patología periapical. Mediante un análisis con la distribución de la muestra según el tipo de diente evaluado, la presencia de lesión apical, la frecuencia de los diferentes errores de procedimiento endodóntico, su distribución anatómica, la severidad de la lesión periapical de acuerdo con el índice CBCTPA y la relación estadística entre estas.

A partir del análisis realizado, se identificaron diversos errores de procedimiento en los primeros molares maxilares evaluados, evidenciados en los diferentes cortes tomográficos. Estos hallazgos ilustran la complejidad del tratamiento endodóntico en este grupo dentario y su posible implicación en la presencia y severidad de la patología periapical.

Figura 1

Errores errores de procedimiento en primeros molares



Errores de procedimiento en primeros molares maxilares evaluados mediante CBCT: omisión de conductos (incluido MV2), subobturación, sobreobturación, perforaciones radiculares e instrumentos fracturados. Las flechas indican las áreas afectadas.

La Tabla 1 muestra la distribución de los primeros molares maxilares incluidos en el estudio según el tipo de diente. Del total de la muestra analizada, 377 piezas correspondieron al primer molar maxilar derecho (16), representando el 50,4%, mientras que 371 piezas correspondieron al primer molar maxilar izquierdo (26), lo que equivale al 49,6%.

Esta distribución evidencia una proporción similar entre ambos lados del maxilar, lo que indica una adecuada representación de los primeros molares maxilares derechos e izquierdos dentro de la muestra estudiada.

Tabla 1

Distribución de los primeros molares maxilares incluidos en el estudio según el tipo de diente

Tipo de diente	n	%
26	371	49,60
16	377	50,40

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 presenta la distribución de los primeros molares maxilares tratados endodónticamente según la presencia de lesión apical. Del total de la muestra, 551 piezas (73,66%) presentaron lesión apical, mientras que 197 piezas (26,34%) no tuvieron lesión apical en la evaluación tomográfica.

Estos resultados muestran una alta frecuencia de lesión apical en los primeros molares maxilares tratados endodónticamente, lo que resalta la relevancia clínica del análisis tomográfico para la detección de patología periapical y su posible asociación con los errores de procedimiento.

Tabla 2

Distribución de los primeros molares maxilares tratados endodónticamente según la presencia de lesión apical

Lesiones apicales	n	%
Con lesión	551	73,66
Sin lesión	197	26,34
Total	748	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 3 muestra la frecuencia de los errores de procedimiento endodóntico identificados en los primeros molares maxilares evaluados. Se registró un total de 809 errores, de los cuales la subobturación fue el más frecuente, con 343 (42,4%). El conducto MV2 omitido se presentó en 215 casos (26,58%), mientras que los conductos no tratados se identificaron en 153 casos (18,91%).

En menor proporción estuvo la sobreobturación, con 71 casos (8,78%), la perforación radicular, con 24 (2,97%), y la fractura de instrumento, que fue el error menos frecuente, pero puede deberse también a la difícil identificación de limas separadas tomográficamente con 3 casos (0,37%).

Tabla 3

Frecuencia de los errores de procedimiento endodóntico identificados en los primeros molares maxilares evaluados

Errores de procedimiento	n	%
Conductos no tratados	153	18,91
MV2 omitido	215	26,58
Subobturación	343	42,40
Sobreobturación	71	8,78
Fractura de instrumento	3	0,37
Perforación	24	2,97
Total	809	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 presenta los errores de procedimiento endodóntico según la raíz y el tercio radicular en los primeros molares maxilares evaluados. Los conductos omitidos se identificaron con mayor frecuencia en la raíz mesiovestibular, incluyendo 92 conductos mesiales y 215 conductos MV2, seguidos de la raíz distal con 50 casos y la raíz palatina con 11 casos.

La subobturación se observó principalmente en el tercio apical de todas las raíces, con 98 casos en la raíz mesial, 114 en la raíz distal y 110 en la raíz palatina; en el tercio medio se identificaron 18, 17 y 17 respectivamente, mientras que en el tercio coronal se observaron 3 casos únicamente en la raíz palatina.

La sobreobtención se presentó exclusivamente en el tercio apical, con 21 casos en la raíz mesial, 24 en la raíz distal y 17 en la raíz palatina. Las perforaciones radiculares se distribuyeron en los tres tercios radiculares, con mayor frecuencia en el tercio apical, registrándose 3 casos en la raíz mesial, 2 en la raíz distal y 5 en la raíz palatina. La fractura de instrumento se identificó únicamente en la raíz palatina, con 3 casos, localizados en los tercios medio y apical.

Tabla 4

Distribución de errores de procedimiento endodóntico según la raíz y el tercio radicular en los primeros molares maxilares evaluados

Tipo de error	Raíz	Total n (%)	Coronal n (%)	Medio n (%)	Apical n (%)
Conductos omitidos	Mesial	92 (25,00%)	–	–	–
	Mesial MV2	215 (58,42%)	–	–	–
	Distal	50 (13,59%)	–	–	–
	Palatina	11 (2,99%)	–	–	–
Subobturación	Mesial	104 (30,32%)	0 (0,0%)	18 (34,62%)	98 (30,43%)
	Distal	122 (35,57%)	0 (0,0%)	17 (32,69%)	114 (35,40%)
	Palatina	117 (34,11%)	3 (100,0%)	17 (32,69%)	110 (34,16%)
Sobreobturación	Mesial	21 (33,87%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	21 (33,87%)
	Distal	24 (38,71%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	24 (38,71%)
	Palatina	17 (27,42%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	17 (27,42%)
Perforación	Mesial	10 (41,67%)	3 (50,0%)	4 (50,0%)	3 (30,0%)
	Distal	5 (20,83%)	1 (16,67%)	2 (25,0%)	2 (20,0%)
	Palatina	9 (37,50%)	2 (33,33%)	2 (25,0%)	5 (50,0%)
Fractura de instrumento	Mesial	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	Distal	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	Palatina	3 (100,0%)	0 (0,0%)	1 (100,0%)	2 (100,0%)

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 muestra la distribución de los primeros molares maxilares con lesión apical según el índice CBCT Periapical Index (CBCTPA). Del total de 551 dientes que presentaron lesión apical, el CBCTPA 3 fue el más frecuente, con 161 casos (29,22%), seguido del CBCTPA 1, con 147 casos (26,68%), y del CBCTPA 2, con 144 casos (26,13%). En menor proporción se registraron los valores CBCTPA 4, con 68 casos (12,34%), y CBCTPA 5, que presentó la menor frecuencia, con 31 casos (5,63%).

Tabla 5

Distribución de los primeros molares maxilares con lesión apical según el índice CBCT Periapical Index (CBCTPA).

Índice CBCTPA	n	%
1	147	26,68
2	144	26,13
3	161	29,22
4	68	12,34
5	31	5,63
Total	551	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6 muestra el análisis de lesión apical en relación con los distintos errores de procedimiento endodóntico, expresado mediante Odds Ratio (OR) y sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%). Los conductos no tratados presentaron un OR de 1,02 (IC 95%: 0,72 – 1,45), lo que indica una probabilidad similar de presentar lesión apical en comparación con los casos

sin este error. El conducto MV2 omitido mostró un OR de 1,32 (IC 95%: 0,97 – 1,81), evidenciando una mayor probabilidad de lesión apical, pero sin alcanzar significancia estadística.

La subobturación presentó un OR de 0,81 (IC 95%: 0,61 – 1,07) y la sobreobturación un OR de 0,72 (IC 95%: 0,44 – 1,17), sin evidenciarse un incremento del riesgo de lesión apical. La fractura de instrumento registró un OR de 0,48 (IC 95%: 0,04 – 5,27), con un intervalo de confianza amplio y la perforación radicular presentó el valor de OR más elevado (2,37; IC 95%: 0,97 – 5,79), lo que indica una mayor probabilidad de lesión apical en presencia de este error, aunque sin significancia estadística.

Tabla 6

Análisis de lesión apical en relación con los distintos errores de procedimiento endodóntico, expresado mediante Odds Ratio (OR)

Error de procedimiento endodóntico	OR	IC 95%	p
Conductos no tratados	1,02	0,72 – 1,45	
Conducto MV2 omitido	1,32	0,97 – 1,81	
Subobturación	0,81	0,61 – 1,07	>0,05
Sobreobturación	0,72	0,44 – 1,17	
Fractura de instrumento	0,48	0,04 – 5,27	
Perforación radicular	2,37	0,97 – 5,79	

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Los resultados del presente estudio muestran una elevada frecuencia de lesión apical del 73,66%, con una alta presencia de errores de procedimiento endodóntico, especialmente la subobturación y la omisión de conductos, hallazgos que guardan concordancia con investigaciones previas desarrolladas en población ecuatoriana mediante el uso de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).

Valverde Haro (2023) reportó que, en pacientes derivados para retratamiento endodóntico con errores técnicos más comunes incluyeron la omisión de conductos, el transporte radicular y una calidad deficiente de la obturación, los cuales mostraron asociación con características anatómicas del diente y con la presencia de reacción periapical. Estos resultados respaldan la utilidad del CBCT como herramienta diagnóstica para la evaluación de tratamientos endodónticos previamente realizados.

Morales Torres (2020), al analizar 212 CBCT correspondientes a pacientes ecuatorianos, determinó que las lesiones periapicales constituyeron la patología endodóntica más frecuente (32,07%). Si bien este porcentaje es inferior al observado en el presente estudio, la diferencia puede atribuirse a variaciones en los criterios de selección de la muestra.

Aunque los estudios difieren en sus enfoques metodológicos, Valverde Haro (2023) orientado a los errores que conducen al retratamiento y Morales Torres (2020) enfocado en la identificación de patologías mediante CBCT ambos coinciden en resaltar el valor del CBCT como método diagnóstico clave para la detección precisa de alteraciones endodónticas, errores técnicos y sus consecuencias en la población ecuatoriana.

En concordancia con los estudios realizados en población ecuatoriana, los resultados del presente trabajo también se ajustan a lo reportado en la literatura internacional, donde se describe

una alta frecuencia de lesión periapical en dientes tratados endodónticamente cuando se emplea la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Diversos autores han señalado que el uso de CBCT permite una evaluación más precisa del estado periapical, especialmente en dientes multirradiculares.

Patel et al. (2015) destaca que el CBCT incrementa la detección de lesiones periapicales lo que podría explicar la elevada proporción de lesión apical observada en este estudio. Esta mayor capacidad diagnóstica resulta particularmente relevante en molares maxilares, donde la complejidad anatómica y la superposición de estructuras pueden dificultar la interpretación radiográfica tradicional.

En relación con los errores de procedimiento endodóntico, investigaciones internacionales han reportado resultados similares a los obtenidos en este estudio. Costa et al. (2019) y Gaêta-Araujo et al. (2020) señalaron que la omisión de conductos, especialmente del conducto mesiovestibular secundario (MV2), constituye uno de los errores más frecuentes en molares maxilares asociada con la presencia de lesión periapical. Este hallazgo coincide con la alta frecuencia de conducto MV2 omitido identificada en la presente investigación.

Asimismo, Jung et al. (2017) describió que la calidad de la obturación desempeña un papel fundamental en el éxito del tratamiento endodóntico, indicando que la subobturación puede favorecer la persistencia de la infección periapical. Aunque en este estudio la subobturación no evidenció un incremento estadísticamente significativo del riesgo de lesión apical según el análisis de Odds Ratio, su elevada frecuencia sugiere que continúa siendo un factor clínicamente relevante, que concuerda con lo descrito en la literatura internacional.

Por otro lado, Gaêta-Araujo et al. (2020) menciona que las perforaciones radiculares se asocian con lesiones periapicales de mayor severidad. Este comportamiento se aproxima a lo

observado en el presente estudio, donde la perforación radicular mostró el valor más alto de Odds Ratio para la presencia de lesión apical, a pesar de no alcanzar significancia estadística, por el número limitado de casos.

Los resultados de esta investigación muestran una clara correspondencia con los estudios internacionales, reforzando la evidencia de que los errores de procedimiento endodóntico, y la complejidad anatómica de los molares maxilares, influyen en la presencia y severidad de la lesión periapical.

Los hallazgos de este estudio permiten comprender la relación existente entre los errores de procedimiento endodóntico y la presencia de lesión periapical en primeros molares maxilares que han recibido tratamiento endodóntico. La elevada proporción de lesiones apicales observada aclara que el resultado del tratamiento no depende de un solo factor, sino de la combinación de aspectos técnicos, anatómicos y diagnósticos.

El análisis de los Odds Ratio evidenció que ciertos errores con alta frecuencia, como la subobtención y la omisión del conducto MV2, no mostraron una asociación estadísticamente significativa con la presencia de lesión apical. Sin embargo, su recurrencia en la muestra sugiere que estos errores tienen relevancia clínica y la significancia estadística debe interpretarse junto con el contexto clínico.

En contraste, errores menos comunes, como la perforación radicular, presentaron valores de riesgo más elevados, lo que indica un mayor impacto sobre los tejidos periapicales cuando ocurren. Este resultado sugiere que la gravedad del error puede ser más determinante que su frecuencia, ya que algunos eventos iatrogénicos pueden comprometer de manera significativa el pronóstico del diente.

Conclusiones

El presente estudio evidenció una elevada frecuencia de lesión periapical lo que confirma que la patología periapical continúa siendo un hallazgo común cuando se evalúa mediante tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Estos resultados resaltan la importancia de emplear métodos diagnósticos tridimensionales para una evaluación más precisa del estado periapical.

Se identificó una alta presencia de errores de procedimiento endodóntico, siendo la subobtención y la omisión de conductos, particularmente del conducto mesiovestibular secundario (MV2), los errores más frecuentes. Esto refleja las dificultades técnicas asociadas al tratamiento de los primeros molares maxilares y subrayan la necesidad de un adecuado conocimiento anatómico y de una correcta ejecución del tratamiento endodóntico.

El análisis estadístico mostró que, aunque algunos errores de procedimiento no presentaron una asociación estadísticamente significativa con la presencia de lesión periapical, su elevada frecuencia en la muestra indica que continúan siendo clínicamente relevantes.

Por otro lado, errores menos frecuentes, como la perforación radicular, mostraron valores de riesgo más elevados para la presencia de lesión periapical, lo que indica que la gravedad del error puede influir de manera más determinante que su frecuencia de aparición evaluada mediante el índice CBCTPA, lo que sugiere que las lesiones más extensas suelen relacionarse con fallas técnicas más complejas.

Los errores predominantemente en la raíz mesiovestibular y en el tercio apical, confirma que estas zonas anatómicas son un desafío clínico constante y continúan siendo áreas críticas para el éxito del tratamiento endodóntico. En este contexto, el CBCT se consolida como una

herramienta diagnóstica fundamental para la identificación precisa de errores técnicos y la evaluación de la extensión de las lesiones periapicales.

Finalmente, al tratarse de un estudio retrospectivo, no fue posible determinar el momento exacto en que se realizó el tratamiento endodóntico ni establecer si la lesión periapical estaba presente antes del procedimiento o se desarrolló posteriormente, ni evaluar su evolución clínica a lo largo del tiempo. A pesar de estas limitaciones, los resultados aportan evidencia relevante sobre la relación entre los errores de procedimiento endodóntico y la patología periapical en primeros molares maxilares, destacando la importancia de la planificación adecuada, la formación continua y el uso racional del CBCT para mejorar el pronóstico del tratamiento endodóntico.

Recomendaciones

Se recomienda fortalecer la navegación tomográfica con la planificación previa al tratamiento endodóntico, en primeros molares maxilares, considerando su alta complejidad anatómica, particularmente cuando exista sospecha de conductos no localizados, anatomías complejas o lesiones periapicales persistentes, con el fin de mejorar la precisión diagnóstica y el pronóstico del tratamiento.

Reforzar la formación continua de los profesionales en endodoncia, haciendo énfasis en la identificación y manejo del conducto mesiovestibular secundario (MV2), así como en el control adecuado del límite apical y la calidad de la obturación. La actualización en técnicas, instrumentación y protocolos clínicos puede contribuir a disminuir la ocurrencia de errores de procedimiento endodóntico y sus posibles consecuencias periapicales.

Desde el ámbito investigativo, se sugiere la realización de estudios longitudinales que permitan evaluar la evolución de las lesiones periapicales a lo largo del tiempo y establecer con mayor precisión la relación temporal entre los errores de procedimiento endodóntico y la aparición o persistencia de la patología periapical.

Finalmente, se recomienda integrar los hallazgos de este estudio en los programas de formación académica, con el objetivo de fortalecer el razonamiento clínico y el enfoque preventivo frente a los errores de procedimiento endodóntico, para la mejora de la calidad de la atención odontológica.

Referencias

- Abarca, J., Zaror, C., Monardes, H., Hermosilla, V., Muñoz, C., & Cantin, M. (2020). Detection of procedural errors and periapical lesions in endodontically treated teeth using CBCT. *Australian Endodontic Journal*, 46(2), 150–157. <https://doi.org/10.1111/aej.12376>
- Cleghorn, B. M., Christie, W. H., & Dong, C. C. (2006). Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: A literature review. *Journal of Endodontics*, 32(9), 813–821. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2006.04.014>
- Costa, F. F., Gaêta-Araujo, H., Oliveira-Santos, C., & Freitas, D. Q. (2019). Association between missed canals and apical periodontitis detected by cone-beam computed tomography. *Journal of Endodontics*, 45(7), 849–854. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.03.008>
- Costa, F. F., Pappen, F. G., de Souza, A. F., Dias, J. E., Fontanella, V. R. C., & Rocha, M. (2021). Frequency and distribution of procedural errors and periapical lesions in root-filled teeth: A CBCT study. *Clinical Oral Investigations*, 25(7), 4071–4079. <https://doi.org/10.1007/s00784-021-03918-2>
- de Chevigny, C., Dao, T. T., Basrani, B. R., Marquis, V., Farzaneh, M., Abitbol, S., & Friedman, S. (2008). Treatment outcome in endodontics: The Toronto Study—Phase 4: Initial treatment. *Journal of Endodontics*, 34(3), 258–263. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.10.017>
- Estrela, C., Bueno, M. R., Leles, C. R., & Azevedo, B. (2008). Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *Journal of Endodontics*, 34(3), 273–279. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2007.11.023>

- Friedman, S. (2002). Prognosis of initial endodontic therapy. *Endodontic Topics*, 2(1), 59–98.
<https://doi.org/10.1034/j.1601-1546.2002.20105.x>
- Gaêta-Araujo, H., Oliveira-Santos, C., Mancini, A. X., & Freitas, D. Q. (2020). Prevalence of endodontic procedural errors and their association with periapical lesions in cone-beam computed tomography studies. *International Endodontic Journal*, 53(3), 392–400.
<https://doi.org/10.1111/iej.13230>
- Gorni, F. G., & Gagliani, M. M. (2004). The outcome of endodontic retreatment: A 2-year follow-up. *Journal of Endodontics*, 30(1), 1–4. <https://doi.org/10.1097/00004770-200401000-00001>
- Iqbal, A. (2012). Antimicrobial irrigants in endodontic therapy. *International Journal of Health Sciences (Qassim)*, 6(2), 186–192.
- Jung, M., Kim, S., Song, M., & Kim, H. C. (2022). The impact of missed canals on the outcome of root canal treatment: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 48(4), 512–520.
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.12.009>
- Jung, M., Lommel, D., & Klimek, J. (2017). The imaging of periapical lesions in endodontics. *Dental Clinics of North America*, 61(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2016.08.002>
- Keleş, A., & Keskin, C. (2017). The effect of root canal filling quality on the periapical health of endodontically treated teeth: A CBCT study. *Australian Endodontic Journal*, 43(1), 27–33. <https://doi.org/10.1111/aej.12147>
- Kruse, C., Spin-Neto, R., Wenzel, A., & Kirkevang, L. L. (2019). Cone beam computed tomography and periapical lesions: A systematic review analysing diagnostic efficacy. *International Endodontic Journal*, 52(8), 817–828. <https://doi.org/10.1111/iej.13078>

- Morales Torres, A. E. (2020). *Hallazgos endodónticos en estudios de tomografía dental cone beam CBCT* (Tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Facultad Piloto de Odontología.
- Nair, P. N. R. (2006). Apical periodontitis: A dynamic encounter between root canal infection and host response. *Periodontology 2000*, 13(1), 13–45. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0757.1997.tb00094.x>
- Ng, Y. L., Mann, V., & Gulabivala, K. (2008). Outcome of secondary root canal treatment: A systematic review. *International Endodontic Journal*, 41(12), 1026–1046. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2008.01484.x>
- Ørstavik, D., Kerekes, K., & Eriksen, H. M. (1986). The periapical index: A scoring system for radiographic assessment of apical periodontitis. *Endodontics & Dental Traumatology*, 2(1), 20–34. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1986.tb00119.x>
- Patel, S., Brown, J., Semper, M., Abella, F., & Mannocci, F. (2020). Cone beam computed tomography in endodontics: A review. *International Endodontic Journal*, 53(8), 1136–1152. <https://doi.org/10.1111/iej.13399>
- Patel, S., Durack, C., Abella, F., Shemesh, H., Roig, M., & Lemberg, K. (2015). Cone beam computed tomography in endodontics: A review. *British Dental Journal*, 218(3), 125–136. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2015.48>
- Patel, S., Horner, K., & European Society of Endodontology. (2019). European Society of Endodontology position statement: The use of CBCT in endodontics. *International Endodontic Journal*, 52(12), 1675–1678. <https://doi.org/10.1111/iej.13187>

- Santos, S. M., Alves, F. R., Neves, A. A., Rôças, I. N., & Siqueira, J. F., Jr. (2023). Association between technical quality of root fillings and apical periodontitis using CBCT. *International Endodontic Journal*, 56(3), 298–306. <https://doi.org/10.1111/iej.13842>
- Siew, K., Lee, A. H. C., & Cheung, G. S. P. (2015). Treatment outcome of repaired root perforation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Endodontics*, 41(11), 1795–1804. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.07.003>
- Siqueira, J. F., Jr., & Rôças, I. N. (2008). Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *Journal of Endodontics*, 34(11), 1291–1301. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>
- Torabinejad, M., Corr, R., Handysides, R., & Shabahang, S. (2009). Outcomes of nonsurgical retreatment and endodontic surgery: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 35(7), 930–937. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.023>
- Valverde Haro, H. P. (2023). *Factores asociados a los errores de procedimientos endodónticos que requieren retratamiento: Estudio en tomografía de haz cónico* (Tesis de maestría). Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 58(5), 589–599. [https://doi.org/10.1016/0030-4220\(84\)90085-9](https://doi.org/10.1016/0030-4220(84)90085-9)
- Wolcott, J., Ishley, D., Kennedy, W., Johnson, S., & Minnich, S. (2005). Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. *Journal of Endodontics*, 31(4), 262–264. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000140589.37447.3f>

Wu, M. K., Dummer, P. M., & Wesselink, P. R. (2006). Consequences of and strategies to deal with residual post-treatment root canal infection. *International Endodontic Journal*, 39(5), 343–356. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2006.01101.x>