KILLKANA
SALUD Y BIENESTAR

CC BY NC SA

Artículo original. Revista Killkana Salud y Bienestar. Vol. 9, No. 1, **pp. 19 - 34**, enero-abril, 2025.
p-ISSN 2528-8016 / e-ISSN 2588-0640. Universidad Católica de Cuenca

Reflejando la complejidad apical: Un estudio in vitro sobre localización del foramen apical en primeros y segundos premolares mandibulares

Reflecting apical complexity: An in vitro study of foramen apical localization in mandibular first and second premolars

Vanessa Montesinos-Rivera *[1], Verdugo-Verdugo Verónica [2], Quintuña Velecela Dayana [3], Vergara Sarmiento Paul [4], Domínguez-Crespo Cristina [5]

[1] Universidad Católica de Cuenca. mmontesinosr@ucacue.edu.ec. Azogues-Ecuador
[2] Universidad Católica de Cuenca. veros.verdugo05@gmail.com. Azogues-Ecuador
[3] Universidad Católica de Cuenca. dayanaqvelecela@gmail.com. Azogues-Ecuador
[4] Universidad Católica de Cuenca. pvergaras@ucacue.edu.ec. Azogues-Ecuador
[5] Universidad Católica de Cuenca. csdominguezc@ucacue.edu.ec. Azogues-Ecuador

DOI: https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v9i1.1636

Resumen

Introducción: El conocimiento de la ubicación de los forámenes apicales de cada uno de los grupos dentales, es un aspecto importante, contribuye junto a otros aspectos clínicos, a obtener un mejor resultado en los procedimientos endodónticos, sin embargo, al existir variaciones anatómicas es importante una correcta evaluación diagnostica de cada caso en particular para facilitar el abordaje terapéutico y obturación del sistema de conductos radiculares. **Objetivo**: El presente estudio tiene como objetivo identificar la localización del foramen apical en primeros y segundos premolares inferiores permanentes. **Materiales y métodos**: Aplicando los criterios de

inclusión y exclusión se realizó la colocación de una lima preserie tipo K# 10 (Dentsply, Maillefer) en los dientes seleccionados, luego todas las muestras fueron posicionadas de manera controlada y estandarizada para el registro fotográfico correspondiente, con las fotografías obtenidas mediante la técnica de apilamiento de imágenes se insertó una grilla circular con nueve posiciones identificadas para la identificación de la localización del foramen apical. **Resultados**: el estudio demostró que existe una prevalencia hacia central en los primeros premolares con un 29,22% mientras que en los segundos premolares fue del 20,63%. En cuanto a la presencia de dos o tres forámenes, existe un bajo porcentaje, tanto en primeros como en segundos, con un aproximado menor del 20%. **Conclusiones**: La ubicación del foramen apical en premolares mandibulares se presentó en la porción central del ápice, en cuanto a la foraminas, estas no presentaron una alta prevalencia, y los forámenes apicales, en su gran mayoría solo presentaron uno.

Palabras clave: ápice del diente, diente premolar, anatomía, histología, endodoncia

Abstract

Introduction: Knowledge of the location of the apical foramina of each of the dental groups is an important aspect that, together with other clinical aspects, contributes to obtaining a better result in endodontic procedures. However, since there are anatomical variations, a correct diagnostic evaluation of each particular case is important in order to facilitate the therapeutic approach and obturation of the root canal system. **Objective:** The aim of this study was to identify the location of the apical foramen in permanent lower premolars. **Methods and Materials:** Applying the inclusion and exclusion criteria, a pre-series file type K# 10 (Dentsply, Maillefer) was placed on the selected teeth, then all the samples were positioned in a controlled and standardized manner for the corresponding photographic record, with the photographs obtained through the image stacking technique, a circular grid was inserted with nine identified positions to identify the location of the apical foramen. **Conclusions:** The location of the apical foramen in mandibular premolars was presented in the central portion of the apex, as for the foramina, these did not present a high prevalence, and the apical foramina, in their great majority only presented one.

Keywords: tooth apex, premolar tooth, anatomy, histology, endodontics

Introducción

El conocimiento de la anatomía dentaria radicular y sus distintas variaciones es de suma importancia para poder definir el protocolo endodóntico, pues se interviene en un campo que no es visual para el operador, siendo un factor que influye en el éxito del tratamiento de conductos[1,2]. La invasión microbiana a tejidos como la dentina y la pulpa dental generan daños irreversibles, por acción de procesos inflamatorios e inmunológicos que reaccionan como un sistema de defensa, sin embargo, cuando la capacidad funcional de la pulpa se encuentra afectada es necesaria la endodoncia como una opción de tratamiento[3].

La terapia endodóntica busca restablecer la función y estética en el paciente al tratar las patologías pulpares y periapicales teniendo como principio biológico respetar la anatomía periapical y sus tejidos, ayudando a preservar los órganos dentales comprometidos sin que exista exposición al medio oral ni a los fluidos tisulares provenientes de la porción interna[3,4]; sin embargo, la eficacia del tratamiento depende de diversos factores, entre los cuales se destacan una preparación biomecánica adecuada que permita una obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, así como una irrigación continua y eficaz que favorezca la eliminación de los microorganismos presentes en el interior del canal radicular[5,6], responsables de infecciones primarias y secundarias, causales de reagudizaciones que han sido reportadas con una prevalencia del 20%[7].

Los premolares mandibulares son consideradas piezas dentarias con cierta complejidad anatómica que debe ser valorada antes de iniciar la terapéutica, generalmente presentan un espacio amplio vestíbulo- lingual en la cámara pulpar, con una forma cónica del conducto radicular a medida que avanza desde la porción cervical hasta la zona apical con una sola raíz en su mayoría[8-11], con posibles variaciones anatómicas dependientes de varios factores como los genéticos, raciales, geográficos, etarios o según el sexo, debido a la interacción epitelio- mesénquima. Desde el punto de vista morfológico la zona con más variaciones se encuentra en el tercio apical en donde el foramen apical por su asimetría en la porción interna debido a la adaptación del diente durante su actividad funcional, y por la producción continua de cemento, reabsorciones o aposiciones de dentina secundaria, sufre modificaciones continuas a largo plazo[12]; todas estas modificaciones deben ser tomadas en cuenta para realizar el tratamiento de conducto con el fin de asegurar la obtención de una correcta longitud radicular, una exacta terminación apical y de presentar variaciones anatómicas como conductos colaterales, secundarios, deltas apicales, incluirlas en la terapéutica, para evitar dolor postoperatorio y exacerbaciones de las patologías[6,13,14].

En la actualidad para realizar un mejor tratamiento se dispone de equipos que ayudan a determinar la longitud de trabajo, debido a que no es posible determinar clínicamente

el diámetro preciso del foramen fisiológico en toda su amplitud[12]. Hoy en día, entre los métodos utilizados para estudiar la morfología de las piezas con exactitud se destacan la microtomografía computarizada (MCT) , la cual permite una evaluación tridimensional de la forma, posición y tamaño de las piezas dentales[15]. En cuanto a la imagenología en 2D, las radiografías digitales, son una herramienta diagnóstica muy útil dentro de la práctica clínica[16], sin embargo, es necesario mencionar que las evaluaciones radiográficas para realizar la conductometría pueden resultar inexactas, según la posición del agujero apical en relación con el ápice anatómico[17].

En relación a la problemática expuesta el objetivo de este estudio in vitro fue evaluar macroscópicamente la posición del foramen apical de los premolares mandibulares.

Materiales y métodos

El presente estudio es de tipo observacional, descriptivo y transversal cuya muestra estuvo constituida por primeros premolares (PPM) y segundos premolares (SPM) mandibulares, obtenidas del área de posgrado, centro de especialidades odontológicas de la Universidad Católica de Cuenca (UCACUE) y de consultorios odontológicos privados locales, cuya extracción no estuvo relacionada con el presente estudio. Fue un muestreo aleatorio simple y por conveniencia al seleccionar los órganos dentales según los criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Órganos dentales permanentes
- Ausencia de patología a nivel radicular
- Dientes con integridad apical
- Foramen apical intacto

Criterios de exclusión:

- Dientes tratados endodónticamente
- Dientes con manipulación previa del sistema de conductos radiculares
- Dientes con fracturas radiculares o falta de integridad coronal que dificulte su categorización.

Para la obtención de las muestras se solicitó el apoyo de los especialistas y estudiantes de las áreas mencionadas quienes explicaron a cada paciente de nacionalidad ecuatoriana entre 19 a 64 años de edad las finalidades del estudio, para la donación voluntaria de

Revista Killkana Salud y Bienestar
Vol. 9, No. 1 | enero-abril 2025 | ISSN: 2528-8016 ISSN Elect: 2588-0640
https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v9i1.1636

los órganos dentales mediante el consentimiento informado. Para el almacenamiento y preservación de los dientes se consideró las normas de bioseguridad propuestas en los estudios realizados de Moreno, Tijare y Medeiros[18-20].

El proceso de calibración se llevó a cabo con la ayuda de dos especialistas en el área independientes al estudio, alcanzado un índice de Kappa de 0.7. A continuación, los órganos dentales recolectados fueron previamente lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio al 5% durante 24 horas. La limpieza se llevó a cabo con curetas, para eliminar todo resto de tejido orgánico y acúmulos adheridos a la superficie radicular, además la superficie externa se limpió con cepillo, agua corriente y detergente, proceso complementado con la inmersión de las muestras en una lavadora ultrasónica (DEKO-DEKOPRO), durante 10 minutos para la eliminación de residuos, siendo agrupadas y seleccionadas considerando los criterios de inclusión antes mencionados, obteniendo una muestra de estudio de 118 órganos dentales agrupados como 55 PPM y 63 SPM[21].

A continuación, se procedió a realizar la apertura cameral con una fresa redonda diamantada de cuello largo calibre mediano #3, hasta llegar a la cámara pulpar. Se localizó la entrada a los conductos radiculares con la ayuda de una sonda DG16 (Dentsply,Maillefer), conformando las paredes cavitarias con una fresa Endo Z (Dentsply,Maillefer). Se usaron fresas Gates Glidden (Dentsply,Maillefer) #2 y #3 para la preparación del tercio medio y cervical, verificando la permeabilidad de los conductos radiculares con la introducción pasiva de las limas pre-serie # 0.6 y 0.8 (Dentsply,Maillefer) sin ejercer presión en su trayectoria y con irrigación continúa empleando hipoclorito de sodio al 5%, con su posterior inmersión en esta solución por 24 horas para disolver el tejido orgánico remanente del sistema de conductos radiculares. Luego se lavó en agua corriente y se las almacenó a temperatura ambiente en una solución de agua destilada y glicerina hasta su uso[22-27].

Previa codificación de la muestra de estudio, se procedió a determinar la localización del orificio de salida del conducto radicular identificado como foramen apical, introduciendo una lima preserie tipo K# 10 (Dentsply, Maillefer) sin ejercer presión o fuerza durante su recorrido hasta ser sobrepasada al exterior. Realizado este paso, todas las muestras fueron posicionadas de manera controlada y estandarizada para el registro fotográfico correspondiente, al ser posicionadas de manera individual en una lámina porta objeto de 76x26 mm (Marienfeld) ajustadas con una cinta doble faz, en una base metálica negra, esto aseguró que los órganos dentales estén bien posicionados de manera frontal al lente fotográfico y que además estén estables y no se muevan durante la toma fotográfica. Las imágenes fueron tomadas longitudinal al eje mayor del órgano dental empleando una cámara profesional full frame tipo mirrorless (Sony Alpha 7RII), un adaptador para lentes de microscopio (MJKZZ-VLE), un lente de microscopio mitutoyo plan apo 5x y como fuente de iluminación se utilizó dos speedlite (Yongnuo yn560 iv) y difusores de luz.

Se utilizó la técnica de apilamiento de imágenes que dependiendo de la muestra a fotografiar se obtuvo entre 160 a 220 fotografías, para esto la cámara se posicionó en un riel micrométrico (Stack Shot), las imágenes resultantes fueron apiladas en el software (Zerene Stacker) y finalente procesadas en un programa de edición básica denominado PhotoScape X en el cual se insertó una grilla circular diseñada previamente, la misma que tiene nueve posiciones identificadas en vestibulodistal (DV), distopalatino (DP), mesiovestibular (MV), mesiopalatino (MP), mesial (M), palatino (P), vestibular (V), distal (D) y central (C), lo que permitió observar la posición del foramen apical1. Además, se observó la cantidad de forámenes que posee el diente analizado.

Los datos recolectados fueron introducidos en el programa Microsoft Excel confeccionada al efecto, una vez obtenida la base de datos se realizó una estadística descriptiva, además de la estadística inferencial y se ejecutó la prueba de bondad de ajuste de chi-cuadrado, obteniendo un resultado mayor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis de que existe relación entre las variables como la localización y el grupo dentario. Culminado el estudio, las muestras fueron desechadas considerando el manual de manejo de residuos peligrosos generados en los centros de especialidades odontológicas de la Universidad Católica de Cuenca campus Azogues.

Resultados

Los premolares mandibulares son piezas dentales que se caracterizan por presentar variaciones morfológicas a nivel del tercio apical, al encontrar las siguientes características.

Tabla1. Localización del foramen apical en los primeros premolares mandibulares

Ubicación	No. Piezas	%
Central	14	29,22%
Distal	1	0,52%
Distolingual	3	4,87%
Lingual	3	5,32%
Mesial	6	9,74%
Mesiolingual	5	10,52%
Mesiovestibular	8	12,01%
Vestibular	3	5,26%
Vestibulodistal	12	22,53%
Total	55	100,00%

Revista Killkana Salud y Bienestar
Vol. 9, No. 1 | enero-abril 2025 | ISSN: 2528-8016 ISSN Elect: 2588-0640
https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v9i1.1636

La ubicación del foramen apical en los primeros premolares mandibulares se encuentra en central con 29,22% luego le sigue en vestibulodistal con un 22,53% y con una menor prevalencia en distal con un 0,52%.

Tabla 2. Presencia de foraminas en primeros premolares mandibulares

Foraminas	No. Piezas	%
NO	48	91,10%
SI	7	8,90%
Total	55	100,00%

Los primeros premolares mandibulares presentaron foraminas secundarios en un bajo porcentaje con un 8,90%.

Tabla 3. Número de forámenes apicales en primeros premolares mandibulares

N° de forámenes	N° de piezas	%
1	48	87,27%
2	5	9,09%
3	2	3,64%
Total general	55	100,00%

Los primeros premolares mandibulares presentaron con un 87,27% un solo foramen, el 9,09% 2 forámenes y el 3,64% 3 forámenes.

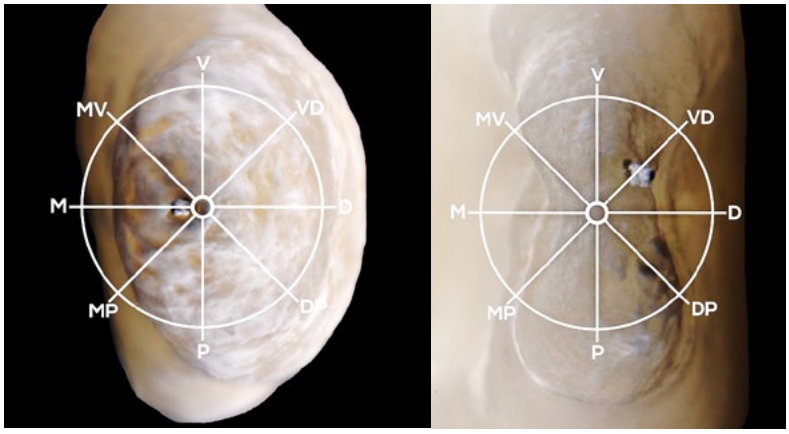

Figura 1 y 2: Primeros premolares mandibulares 001 y 012

Tabla 4. Localización del foramen apical en los segundos premolares mandibulares

Ubicación	No. Piezas	%
Central	13	20,63%
Distal	4	6,35%
Distolingual	1	1,59%
Lingual	2	3,17%
Mesial	10	15,87%
Mesiolingual	6	9,52%
Mesiovestibular	7	11,11%
Vestibular	7	11,11%
Vestibulodistal	13	20,63%
Total	63	100,00%

La ubicación del foramen apical en los segundos premolares mandibulares se encuentra más en central y en vestibulodistal con un 20,63%, un 15,87% en mesial y en menor prevalencia en distolingual con un 1,59%.

Tabla 5. Presencia de foraminas en segundos premolares mandibulares

Foraminas	No. Piezas	%
NO	52	82,54%
SI	11	17,46%
Total	63	100,00%

Revista Killkana Salud y Bienestar
Vol. 9, No. 1 | enero-abril 2025 | ISSN: 2528-8016 ISSN Elect: 2588-0640
https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v9i1.1636

En los segundos premolares mandibulares no existe una gran prevalencia en la presencia de foraminas ya que en estos un 82.54% las tiene ausentes.

Tabla 6. Número de forámenes apicales en segundos premolares mandibulares

No. De forámenes	No. Piezas	%
1	52	82,54%
2	7	11,11%
3	4	6,35%
Total general	63	100,00%

En cuanto a los segundos premolares mandibulares, en su mayoría con un porcentaje de 63.64%, presentan un solo foramen secundario.

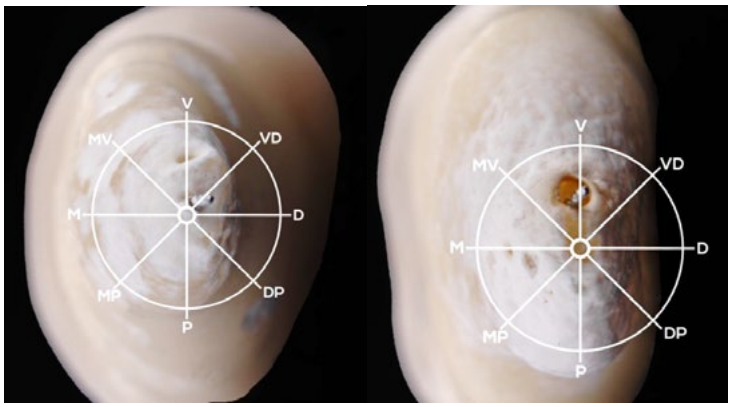

Figura 3 y 4. Segundos premolares mandibulares 007 y 014

Tabla 7. Prueba de chi cuadrado de la localización del foramen apical en primeros y segundos premolares

	Valor	Gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	5,317a	8	,723
Razón de verosimilitud	5,524	8	,700
N de casos válidos	118		

a. 7 casillas (38,9%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,86.

Al realizar el análisis de chi-cuadrado se obtuvo un resultado mayor a 0,05 por lo que se rechaza la hipótesis de que existe relación entre las variables como la localización y piezas dentales.

Discusión

Para que el tratamiento endodóntico sea exitoso se debe conocer la morfología y las variaciones del sistema de conductos en especial la terminación de estos a nivel apical. En el presente estudio se investigaron macroscópicamente especímenes de premolares mandibulares extraídos a fin de determinar la posición de la desembocadura del foramen apical[12]. El conocimiento de la ubicación del foramen apical incide en la determinación de la longitud de trabajo, que se utilizará durante la conformación, la limpieza, la desinfección y la obturación de un conducto radicular[28]. Desde el punto de vista clínico, la falta de coincidencia entre el ápice radicular y la desembocadura del foramen apical aumenta el riesgo de producir una sobre instrumentación o sobre obturación del conducto radicular, dañando los tejidos periapicales y contribuir a un proceso inflamatorio crónico a mediano o largo plazo, retrasando el proceso de reparación[1].

Por otro lado, el premolar inferior tanto primero como segundo presentan una morfología semejante y simple con una única raíz y en la mayoría de casos con un solo conducto, sin embargo, existen excepciones las cuales llegan a ser un reto para el especialista a la hora de tratar endodónticamente la pieza, como es presentar varios conductos o distintas terminaciones aumentando la prevalencia de fracasos endodónticos en estas piezas[12].

En el presente estudio con los resultados analizados se pudo determinar que el foramen apical se encuentra localizado con mayor prevalencia hacia central tanto en primeros como segundos premolares con un porcentaje de 29,22% y 20,63%, respectivamente, lo cual coincide con los estudios de Estrela et al 2018 [29], Guerrero et al 2018 [30], Lei Dou et al 2017 [31] y Gopinath et al 2019[28] quienes determinaron una localización similar del foramen apical diferenciándose del presente estudio por la prevalencia reportada 50%, 53% y 77% respectivamente. De igual manera, el estudio de Piedro et al 2017 [32] difiere de esta investigación al ubicar al foramen apical hacia mesial en un 47,1% mientras que en la investigación de Elma et al 2018 fue mesiolingual con un 90,2%.

Así mismo, se analizó si la pieza presentaba o no foraminas, como resultado se obtuvo un promedio del 8,7% en primeros premolares mandibulares (PPM) y un 17,46% en segundos premolares mandibulares (SPM) que, si presentaban foraminas, concordando con los estudios de Chourasia et al[33] y Labarta et al[12] donde también indican que el 6% y 20% respectivamente, presentan múltiples foramínases. En cuanto a la presencia del número de forámenes secundarios, el presente estudio identificó que el 87,27% de PPM presentan un solo foramen, el 9,09% presentan 2 forámenes, y tan solo el 3,64 presentan 3 forámenes, mientras que en los SPM el 82,54% presenta uno, el 11,11% presenta dos y

Revista Killkana Salud y Bienestar
Vol. 9, No. 1 | enero-abril 2025 | ISSN: 2528-8016 ISSN Elect: 2588-0640
https://doi.org/10.26871/killcanasalud.v9i1.1636

el 6,35 presenta 3, coincidiendo con el estudio de Ludovic et al[34] el cual destaca un resultado del 62,41% con un solo foramen, el 24,11% dos forámenes y el 9,22% tres forámenes.

Finalmente, se concluye que la localización del foramen apical prevalece hacia el centro, sin que influya el tipo de pieza dental analizada en este estudio, al no encontrar significancia alguna entre las variables mencionadas, además, en cuanto a la presencia de foraminas, y número de forámenes accesorios, existió una limitación al momento de relacionarlos con otros análisis debido a que no existe la bibliografía suficiente referente a este tema.

Conclusión

- En conclusión, la localización del foramen apical en premolares mandibulares se encuentra en mayor prevalencia hacia central con un 29,22% en PPM y un 20,63% en SPM, esto dependerá de varios factores tanto como la edad, etnia, raza, y el método de análisis utilizado para observar su disposición.
- En cuanto a la presencia de foraminas, estas no son tan prevalentes ya que no se evidenciaron con tanta frecuencia en las piezas analizadas.
- Finalmente, la presencia de forámenes apicales en estas piezas dentales identifico en su gran mayoría la presencia de un solo foramen apical (87,27% PPS) y (82,54 SPS), con variaciones en porcentajes menores.

Contribución de los autores:

Los autores han participado en la ejecución del trabajo de investigación, así como en la elaboración del artículo.

Fuentes de financiamiento:

Área de Investigación Formativa de la Universidad Católica de Cuenca–Ecuador.

Conflictos de intereses:

Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses.

Referencias bibliográficas

1 Hilú RE, Calcagno J, Aldrey C, Carregal M. Localización de la desembocadura del foramen apical en caninos superiores. Rev Asoc Odontol Argent. 2018;106(3):86–92. Disponible en: http://fi-admin.bvsalud.org/document/view/8bpy6

2 Cevallos S, Aponte R, Monar J, Viteri A, Játiva M. Manejo endodóntico de variaciones anatómicas radiculares en primeros premolares inferiores. OdontoInvestigación. 2022 Oct 21;8(2). DOI: https://doi.org/10.18272/oi.v8i2.2784

3 Rangel Cobos OM, Luna Lara CA, Téllez Garza A, Ley Fong MT. Obturación del sistema de conductos radiculares: revisión de literatura. Revista ADM. 2018;75(5):269–272. Disponible en: https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=83005

4 Abarca J, Zaror C, Contreras W, Jadue S, Olguin C, Steinfort K, et al. Morfología del Foramen Apical de Premolares Maxilares. International Journal of Morphology. 2018 Mar 1;36(1):164–8. DOI: https://doi.org/10.4067/S0717-95022018000100164

5 Ahmed H, Dummer P. A new system for classifying tooth, root and canal anomalies. Int Endod J. 2018;51(4):389–404. DOI: https://doi.org/10.1111/iej.12867

6 Lima L, Grau B, Gutiérrez A, Machado A. Efectividad del tratamiento de endodoncia en una sesión en dientes permanentes con necrosis pulpar. Editorial ciencias médicas. 2023;40. Available from: https://revinfodir.sld.cu/index.php/infodir/article/view/1362/1650

7 Alshehri A, Alshraim R, Abo Dawood A. Endodontic Flare-Ups: A Study of Incidence and Related Factors. Egypt J Hosp Med. 2018;70(2):349–53. DOI: https://doi.org/10.12816/0043103

8 Grosso M, Grosso M, Grosso M, Federal D, Grosso M. Estudio de las variaciones anatómicas de los premolares: reporte de cuatro casos clínicos. Acta Odontol Venez. 2013;51(4):1–12. Disponible en: https://www.actaodontologica.com/ediciones/2013/4/art-18/

9 Gay MM. Premolar Inferior Con Dos Conductos. UstaSalud. 2018;2(1):51. DOI: https://doi.org/10.15332/us.v2i1.1853

10 Franco Márquez LI, Gómez Hernández ID, Almario Barrera AJ, Duarte Monsalve ML, Moreno Monsalve JO. Relación entre la presencia de surcos radiculares y las variaciones anatómicas según Vertucci de primeros premolares inferiores de una subpoblación colombiana. Ustasalud. 2021 Mar 5;20. DOI: https://doi.org/10.15332/us.v20i0.2529

11 Molina M, López J, Bermúdez A. Estudio in vitro de las diferentes variaciones anatómicas internas de los premolares inferiores mediante el método de diafanización. Revista Científica UOD. 2025;13(1). DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.14641424

12 Labarta A, Cuadrados M, Gualtieri A, y Sierra L. Evaluación de la morfología radicular interna de premolares inferiores mediante la técnica de diafanización, obtenidos de una población argentina. Revista Científica Odontológica. 2016;12(1):19–27. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=324248526004

13 Madjapa H, Minja I. Root canal morphology of native tanzanian permanent mandibular molar teeth. Pan Afr Med J. 2018; 31(24):1–7. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/327598665_Root_canal_morphology_of_native_Tanzanian_permanent_mandibular_molar_teeth

14 Montesinos Rivera V, Medina Sotomayor P, Sánchez Ordoñez M. Análisis de la morfología interna del primer molar superior mediante la técnica de diafanización. KIRU. 2021;18(3):133–139. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/355466624_Analisis_de_la_morfologia_interna_del_primer_molar_superior_mediante_la_tecnica_de_diafanizacion

15 Noronha TP, Garrido AD, Noronha TP, Garrido AD. Evaluation of Different Methods for Obtaining Odontometry: Radiography, Digital Radiography and Electronic Apex Locator. Brazilian Journal of Biological Sciences. 2024 Dec 27;11(25):1-8. Available from: https://www.bjbs.com.br/index.php/bjbs/article/view/113

16 Domenico-Voza B. Evolución de las imágenes: de la radiología convencional a la Inteligencia artificial. Reporte Imagenológico Dentomaxilofacial. 2025;4(1). DOI: https://doi.org/10.60094/RID.20250401-42

17 Terreros de Huc MA, Zumba Macay R, Salazar Arrata J, Toala Reyes A. Aspectos bioéticos en el uso de dientes humanos como estrategia pedagógica: Bioethical aspects in the use of human teeth as a pedagogical strategy. Revista Científica

Especialidades Odontológicas UG. 2021 Jul 1;4(2):15–21. Available from: https://revistas.ug.edu.ec/index.php/eoug/article/view/309

18 Tijare M, Smitha D, Kasetty S, Kallianpur S, Gupta S, Amith H V. Vinegar as a disinfectant of extracted human teeth for dental educational use. J Oral Maxillofac Pathol. 2014;18(1):14–18. DOI: https://doi.org/10.4103/0973-029X.131883

19 Dos Santos Medeiros M, Costa, I, da Silva E, y Sales F. Ethical and legal aspects involving the manipulation of extracted human teeth: the dental surgeons' viewpoint. Revista da ABENO. 2021;21(1):1–12. DOI: https://doi.org/10.30979/revabeno.v21i1.1241

20 Zumba Macay JR, Terreros de Huc MA, Salazar Arrata J, Toala Reyes A. Desinfección y esterilización de los dientes para uso educativo. Revista Científica Especialidades Odontológicas UG. 2021 May 28;4(2). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/353256650_DESINFECCION_Y_ESTERILIZACION_DE_LOS_DIENTES_PARA_USO_EDUCATIVO

21 Teves A, Blanco D, Casaretto M, Torres J, Alvarado D, Jaramillo DE. Effectiveness of different disinfection techniques of the root canal in the elimination of a multi-species biofilm. J Clin Exp Dent. 2019;11(11):978–983. DOI: https://doi.org/10.4317/JCED.56000

22 Toledo Reyes L, Alfonso Carrazana M, Barreto Fiú E. Evolución del tratamiento endodóntico y factores asociados al fracaso de la terapia. Medicentro. 2016;20(3):202–208. Disponible en: https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=66711

23 Endodontics AA of. Treatment standards. American Association of Endodontics. 2018;1–20. Disponible en: https://www.aae.org/specialty/wp-content/uploads/sites/2/2018/04/TreatmentStandards_Whitepaper.pdf

24 Naseri M, Ahangari Z, Bagheri N, Jabbari S, Gohari A. Comparative Accuracy of Cone-Beam Computed Tomography and Clearing Technique in Studying Root Canal and Apical Morphology of Mandibular Canines. Iran Endod J. 2019 Sep 1;14(4):271–277. DOI: https://doi.org/10.22037/iej.v14i4.25127

25 Wolf T, Paqué F, Patyna M, Willershausen B, Briseño-Marroquín B. Three-dimensional analysis of the physiological foramen geometry of maxillary and mandibular molars

by means of micro-CT. International Journal of Oral Science 2017 9:3. 2017 Sep 8;9(3):151–157. DOI: https://doi.org/10.1038/ijos.2017.29

26 Arfianti RP, Artiningsih DANP, Nazar K. Variations in the cross-sectional shape of the apical thirds of the root canals in maxillary and mandibular teeth. Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr. 2020 Sep 7; 20:1–6. DOI: https://doi.org/10.1590/pboci.2020.142

27 Bartelle GTB, dos Reis DM, Gamba TO, Vier-Pelisser FV. Root Canal Treatment Outcome and Restorative Condition of Teeth Treated by Undergraduates—A Clinical and Radiographic Evaluation. Open J Stomatol. 2023;13(9):257–270. DOI: https://doi.org/10.4236/ojst.2023.139022

28 Abraham SB, Gopinath VK. Root canal anatomy of mandibular first premolars in an Emirati subpopulation: A laboratory study. Eur J Dent. 2019;9(4):476–482. DOI: https://doi.org/10.4103/1305-7456.172618

29 Estrela C, Couto GS, Bueno MR, Bueno KG, Estrela LRA, Porto OCL, et al. Apical Foramen Position in Relation to Proximal Root Surfaces of Human Permanent Teeth Determined by Using a New Cone-beam Computed Tomographic Software. J Endod. 2018 Nov 1;44(11):1741–1748. DOI: https://doi.org/10.1016/J.JOEN.2018.07.028

30 Guerrero J, Peralta C. Análisis tomográfico de variaciones anatómicas de premolares en la clínica nexodent. Reportaendo. 2018 Oct;5(1):35-43. Disponible en: https://www.reportaendo.com/index.php/reportaendo/article/view/46/115

31 Dou L, Li D, Xu T, Tang Y, Yang D. Root anatomy and canal morphology of mandibular first premolars in a Chinese population. Sci Rep. 2017;750:1–7. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-017-00871-9

32 Olivera-Rojas P, Lugo-Huertas W, Pumahualcca-García G, Lara-Verástegui R, Quispe-Romero P, Castro Rodríguez Y. Estudio in vitro de la relación entre el foramen apical y ápice anatómico. Odontología Sanmarquina. 2017;20(2):53-57. DOI: https://doi.org/10.15381/os.v20i2.13925

33 Chourasia H, Boreak N, Tarrosh M, Mashyakhy M. Root canal morphology of mandibular first premolars in Saudi Arabian southern region subpopulation. Saudi Endodontic Journal. 2017 May 1;7(2):77–81. DOI: https://doi.org/10.4103/1658-5984.205130

34 Doussoulin G L, Galleguillos V C, Gálvez B C. Número y Disposición de los Forámenes Apicales en la Superficie Radicular de Primeros Premolares Superiores. International Journal of odontostomatology. 2016 Dec;10(3):419–424. DOI: https://doi.org/10.4067/S0718-381X2016000300007

Recibido: 30 de octubre 2024 | **Aceptado:** 13 de diciembre 2024 | **Publicado:** 15 de enero 2025