

## Relación entre foramen apical, ápice anatómico y ápice radiográfico en premolares maxilares

### Relationship between apical foramen, anatomic apex and radiographic apex in maxillary premolars

Jacobo Iván Ramos Manotas, Indira Vanesa Gómez Agudelo, Viany Mireya Ortiz Polanco, Antonio José Díaz Caballero

Universidad de Cartagena, Colombia.

---

#### RESUMEN

**Objetivo:** determinar la relación entre la localización del foramen apical, el ápice anatómico y el ápice radiográfico en premolares maxilares.

**Método:** estudio descriptivo, transversal. La muestra fue de 106 dientes premolares maxilares con los ápices maduros y recién extraídos. El muestreo fue no probabilístico por criterio. Se seleccionaron los dientes según los criterios de inclusión y exclusión, se hicieron aperturas de acceso y tomas radiográficas, se midió la distancia del foramen apical y el ápice anatómico a través del microscopio óptico con la visualización del instrumento y una reglilla milimetrada. Para el análisis de la información se utilizaron pruebas de estadística descriptiva y el test Chi<sup>2</sup>. Se asumió un límite de decisión de 0,05.

**Resultados:** en el 67 % de los premolares evaluados el ápice radiográfico se encontró en posición apical y en el 50 % de estos el ápice anatómico se encontró en esa misma posición. El foramen apical, con relación al ápice anatómico, se encontró en el 51 %. En 30 dientes coincidió la posición del foramen y el ápice anatómico en apical y 11 dientes presentan una posición apical del ápice anatómico y en distal el foramen apical. En cuanto a la relación de la posición del ápice anatómico y el ápice radiográfico, 48 de los dientes evaluados coincidieron en apical y 19 en distal con un valor  $p < 0,05$ .

**Conclusiones:** de acuerdo con los datos obtenidos en el presente estudio se puede afirmar que existe relación entre la posición del ápice anatómico y el foramen apical lo que debe ser tomado en cuenta por el odontólogo durante la determinación de la longitud de trabajo en dientes premolares maxilares.

**Palabras clave:** ápice del diente, dientes premolares, radiografía dental, componentes del diente (Decs Bireme).

---

## ABSTRACT

**Objective:** to determine the relationship between the location of the apical foramen and the anatomic and radiographic apex in maxillary premolars.

**Method:** a descriptive study. Samples were 106 maxillary premolars with mature apices and freshly extracted. The sampling was not probabilistic criterion. Teeth were selected according to the inclusion and exclusion criteria, access openings were made and radiographs, we measured the distance from the apical foramen and anatomic apex through the optical microscope instrument display and a slide millimeter. For data analysis tests were used descriptive statistics and the Chi<sup>2</sup> test. Statistical significance level was set at  $p < 0.05$ .

**Results:** it was found that the radiographic apex was 67 % in an apical position, also, the anatomic apex by 50 % in the same position. The apical foramen was found in 51 % compared to the anatomic apex. 30 teeth matched the position of the foramen and anatomical apex and 11 apical teeth have an apical position of the distal anatomic apex and apical foramen. As for the relationship of the position of the anatomical apex 48 and radiographic apex of the teeth coincide evaluated in the distal apical and 19 with a  $p < 0.05$ .

**Conclusion:** according to data obtained in this study, we can say there is a relationship between the anatomical position of the apex and apical foramen which must be taken into account by the dentistry and the specialist during establishing the length of work in bicuspid teeth.

**Keywords:** tooth apex, bicuspid, radiography dental, tooth components (MeSH database).

---

## INTRODUCCIÓN

El éxito de los tratamientos endodónticos depende de muchos factores, entre ellos, la limpieza adecuada del sistema de conductos, obturación hermética<sup>1</sup> y la habilidad del operador para realizar la instrumentación. Es por esto que se debe tener un conocimiento amplio de la anatomía interna del sistema de conductos, que varía de un diente a otro.<sup>2</sup> Actualmente existen varios métodos para determinar la longitud radicular de trabajo, como radiografías periapicales, localizadores apicales<sup>3,4</sup> y radiovisiografía para facilitar la labor de los odontólogos tratantes y especialistas.<sup>4-9</sup> Los premolares superiores son los dientes que presentan frecuentemente un alto nivel de dolor postratamiento, esto se relaciona con la variabilidad de la anatomía del ápice en este grupo de dientes, lo que en oportunidades no se tiene en cuenta por parte del operador.

Frecuentemente, para determinar la longitud de trabajo es utilizado el principio de confinar la obturación al conducto dentario que se encuentra a 1 mm del ápice anatómico,<sup>10-12</sup> pero existen varios estudios que demuestran la variabilidad que presenta el foramen apical con respecto al ápice anatómico.<sup>13-15</sup> Estos estudios en su

---

mayoría son realizados en molares<sup>16</sup> dejando a un lado la caracterización del grupo de premolares superiores que es distinta, por lo que es necesario realizar un estudio para describir la localización del foramen apical con respecto al ápice anatómico y el radiográfico en premolares maxilares.

*Vieyra JP, Acosta J y Mondaca JM*, en el año 2009, concluyeron que la medición de la ubicación del agujero apical con dos localizadores electrónicos de ápice fue más exacta que con el uso de las radiografías y que su uso reduciría el riesgo de la sobreinstrumentación y desvío de la ubicación del foramen apical.<sup>17</sup> *Tamse A y colaboradores*<sup>18</sup> concluyeron que la interpretación clínica de la ubicación del foramen apical mediante radiografías clínicas es alterada por la superposición de los tejidos blandos y duros en comparación con su ubicación real, esto conlleva a errores de tratamiento. Estos autores en el mismo año reportan la importancia de la evaluación de la radiografía inicial porque el foramen apical puede estar presente o terminar en la superficie distal radicular.

En el 2009, *Martos*<sup>19</sup> determinó que la distancia del foramen apical al ápice anatómico es menor de 1 mm y *Olson* evaluó la capacidad de las radiografías para determinar la ubicación del foramen apical y no obtuvo diferencias significativas entre las radiografías de los dientes en los alveolos y los dientes extraídos.<sup>20</sup>

Actualmente existe poca evidencia científica de la coincidencia entre los ápices anatómico y radiográfico y la localización del foramen apical, de los cuales se han obtenido resultados contradictorios que no permiten tener claridad acerca de la realidad investigativa, además esto se corrobora en la clínica durante la realización de los tratamientos de conductos en los premolares superiores cuyos dientes poseen una alta incidencia de fracasos o dolor postratamiento.<sup>21</sup>

El objetivo del estudio fue determinar la relación entre la localización del foramen apical, el ápice anatómico y el radiográfico en dientes premolares maxilares.

## MÉTODOS

Estudio de tipo descriptivo transversal con enfoque cuantitativo para buscar la relación entre la localización del foramen apical y el ápice radiográfico y anatómico.

El tamaño de la muestra fue obtenido de acuerdo con la tendencia histórica de otros estudios relacionados, se obtuvo una cifra de 106 dientes premolares superiores extraídos a través de un muestreo no probabilístico por criterio.

Para la muestra se tuvieron en cuenta dientes premolares maxilares con ápices maduros y recién extraídos y se excluyeron los dientes no permeables, dientes con conductos calcificados, dientes con reabsorción externa y dientes con fracturas radiculares.

Para los procedimientos de recolección de datos, se utilizaron instrumentos de medición estandarizados y soportados en la literatura para obtener la información del estudio. Se calibraron los examinadores para realizar la medición y una prueba piloto. Se tomó la radiografía inicial de cada diente, se realizó apertura coronaria para localizar conductos con pieza de alta velocidad, fresas redondas número 2, 3 y 4, fresas de diamante cilíndricas para diseño de cavidad y desgastes compensatorios, explorador de conducto DG16.

Al momento de tener localizados los conductos se colocaron limas K flexofile® número 10, a 1 mm del ápice radiográfico. Se tomó una segunda radiografía con rejilla milimetrada, con el diente colocado de mesial a distal. Se revelaron las radiografías en cuarto oscuro, utilizando ganchos para revelar, el método de revelado fue con líquidos Kodak® según las indicaciones del fabricante. Posteriormente se midió la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico a través de una rejilla milimetrada en el microscopio óptico de luz y se verificó la localización de la lima con respecto al foramen según la longitud de la segunda radiografía; luego se tomó una medida en milímetros con regla milimetrada de la distancia del foramen apical al ápice radiográfico sobre la segunda radiografía.<sup>19</sup>

Los datos recolectados fueron consignados en los instrumentos estandarizados de recolección y se tabularon a través de una hoja de cálculo en Excel.

Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas estadísticas descriptivas, como distribución de frecuencias absolutas y relativas, se determinó la media, mediana y desviación estándar de la distancia en milímetros del foramen apical al ápice anatómico. Para buscar relación entre variables cualitativas dicotómicas, se usó el test Chi<sup>2</sup>. Se asumió un límite de decisión de 0,05 y se utilizó el programa estadístico STATA 9®

Se siguieron las consideraciones éticas de los parámetros establecidos en la declaración del Informe de Helsinki con el uso de células y tejidos de origen humano en procesos de investigación. Cada paciente firmó un documento de consentimiento informado, en el que permitía el uso científico de los dientes extraídos.

## RESULTADOS

Como se muestra en la tabla 1, de los 106 premolares evaluados en el presente estudio, al determinar la posición del ápice radiográfico, el 67 % se encontraban ubicados en apical. Asimismo, en cuanto a la posición del foramen apical, el 51 % se encontraban en apical y el 18 % en la superficie distal. La posición del ápice anatómico, el 50 % se encontraba localizado en apical y el 25 % en la posición distal.

En la tabla 2 se observa que en 30 de los dientes evaluados coinciden en apical la posición del ápice anatómico y del foramen apical mientras que 11 dientes presentan una posición apical del ápice anatómico y distal del foramen apical. En cuanto a la relación de la posición del ápice anatómico y ápice radiográfico 48 de los dientes evaluados coinciden en apical y 19 en distal con un valor  $p < 0,05$ .

En la tabla 3 se constata que en los dientes evaluados cuando el instrumento estaba radiográficamente a 1 mm del ápice, anatómicamente el 67 % estaba antes del foramen apical. La media de la distancia en milímetros del foramen apical al ápice anatómico fue de 0,43 mm con una desviación estándar de 0,33.

**Tabla 1.** Localización de la posición del ápice radiográfico, foramen apical y ápice anatómico en los premolares superiores

Posición del ápice radiográfico	Frecuencia (n=106)	Porcentaje (%)	IC 95 %
Mesial	9	8,49	0,03-0,14
Distal	26	24,53	0,16-0,33
Apical	71	66,98	0,59-0,76
Posición del foramen apical			
Mesial	13	12,26	0,06-0,19
Distal	19	17,92	0,10-0,25
Vestibular	2	1,89	-0,01-0,045
Palatino	18	16,98	0,09-0,24
Apical	54	50,94	0,41-0,61
Posición del ápice anatómico			
Mesial	13	12,26	0,06-0,19
Distal	26	24,53	0,16-0,33
Vestibular	3	2,83	-0,01-0,06
Palatino	11	10,38	0,04-0,16
Apical	53	50,00	0,40-0,59
Total	106	100,00	

**Tabla 2.** Relación de la posición del ápice anatómico con el foramen apical y el ápice radiográfico

		Posición del foramen apical P=0,009					
Posición del ápice anatómico	Mesial	Distal	Vestibular	Palatino	Apical	Total	
Mesial	2	1	0	1	9	13	
Distal	6	6	0	6	8	26	
Vestibular	0	0	1	1	1	3	
Palatino	1	1	1	2	6	11	
Apical	4	11	0	8	30	53	
Total	13	19	2	18	54	106	
		Posición del ápice radiográfico P=0,000					
Posición del ápice anatómico	Mesial	Distal	Vestibular	Palatino	Apical	Total	
Mesial	7	0	0	0	6	13	
Distal	0	19	0	0	7	26	
Vestibular	0	1	0	0	2	3	
Palatino	2	1	0	0	8	11	
Apical	0	5	0	0	48	53	
Total	9	26	0	0	71	106	

**Tabla 3.** Localización anatómica del instrumento cuando radiográficamente está a 1 milímetro del ápice

Posición del instrumento	Frecuencia n=106	Porcentaje (%)	IC 95 %
Antes del foramen apical	71	66,98	0,58-0,76
A nivel del foramen apical	18	16,98	0,09-0,24
Después del foramen apical	17	16,04	0,09-0,23
Total	106	100,00	-

## DISCUSIÓN

El conocimiento anatómico del ápice dental es esencial para la determinación precisa de la longitud de trabajo del conducto radicular porque contiene el foramen apical, que a menudo es el punto de referencia para el tratamiento del canal radicular.<sup>16</sup> Dentro de las limitaciones para realizar el estudio estuvieron la obtención de dientes premolares que cumplieran con los requisitos de inclusión y exclusión porque la mayor parte de los dientes fueron obtenidos por indicación de exodoncias por razones de ortodoncia a pacientes jóvenes y no podían ser incluidos, además al momento de realizar las radiografías la posición variaba. A muchos de los dientes se les realizó la primera radiografía y luego al realizarles la apertura los conductos no se encontraban permeables.

*Marroquin* en el 2004<sup>22</sup> evaluó la morfología y fisiología del foramen en molares maxilares y mandibulares y encontró que la distancia media entre el foramen apical y el ápice anatómico fue de 0,86 y 1,00 mm en molares inferiores y superiores, respectivamente. Estos resultados son superiores a los de *Kuttler*<sup>23</sup> y de acuerdo con los de *Blaskovic-Subat* que determinó una media de 0,99 mm;<sup>24</sup> en el presente estudio se obtuvieron resultados menores que los reportados.

Las diferencias entre los distintos estudios pueden explicarse por los métodos de medición diferentes y por las diferentes definiciones fisiológicas utilizadas de foramen apical. *Marroquin*<sup>22</sup> determinó la distancia entre el foramen apical y el ápice anatómico con la medida de una línea recta paralela al eje de la raíz desde el punto más apical del foramen anatómico a una línea tangente en el punto más apical del ápice anatómico.<sup>19,25</sup>

Algunos autores informan que la localización más frecuente de los forámenes apicales está en la superficie bucal de los dientes anteriores.<sup>26</sup> *Martos* determinó la posición del foramen apical utilizando una lima endodóntica y su visualización. La posición fue clasificada como central, bucal, lingual, mesial o distal. El agujero principal estaba en una ubicación central en el ápice radicular en el 40 % de las muestras y se desvió del ápice anatómico en 61 %. Las localizaciones más frecuentes fueron: bucales (20 %) y distal (14 %) las superficies, seguido por lingual (13 %) y mesial (13 %).<sup>19</sup> En el estudio actual, la localización del foramen apical también se determinó con la visualización de una lima endodóntica a través del foramen en el microscopio óptico, en donde la ubicación más frecuente del foramen, a diferencia de otros estudios, fue en apical y distal. En 1973 *Von der Lehr y Marsh*<sup>27</sup> y *Olson*,<sup>20</sup> en 1991, encontraron que la ubicación más frecuente del foramen estaba mayormente por lingual en los premolares superiores (15,4 %) y mesial de los premolares mandibulares (20,1 %). Por el contrario, *Burch y Huler*<sup>28</sup> en 1972 reportaron predominio de la desviación distal de premolares maxilares y mandibulares.

La anatomía de los dientes premolares es diversa y varía de un paciente a otro, aun cuando existen parámetros de referencia anatómica establecidos. En el momento de realizar un tratamiento endodóntico el clínico debe utilizar diferentes métodos que le permitan la mayor aproximación de la anatomía radicular del diente a tratar. La variación en la localización del foramen apical y la distancia al ápice anatómico resulta en la dificultad de poder lograr la longitud de trabajo, por esto es que se hace necesario utilizar la técnica radiográfica del paralelismo y la técnica de Clark para tener otra dimensión del diente, acompañadas de métodos electrónicos como el localizador apical.

Se puede concluir que existe relación entre la posición del ápice anatómico y el foramen apical, lo que se debe tener en cuenta por el especialista o el odontólogo

general durante la determinación de la longitud de trabajo en dientes premolares maxilares. El método radiográfico para la determinación de la longitud de trabajo no es confiable para garantizar el éxito del tratamiento.

Son necesarios estudios posteriores sobre la eficacia de los diferentes métodos para la determinación de la longitud de trabajo en premolares superiores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jayasimha Raj U, Mylswamy S. Root canal morphology of maxillary second premolars in an Indian population. *J Conserv Dent.* 2010; 13(3): 148-51.
2. Vasconcelos BC, Bernardes RA, Duarte MA, Bramante CM, Moraes IG. Apical sealing of root canal fillings performed with five different endodontic sealers: analysis by fluid filtration. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19(4): 324-8.
3. ElAyouti A, Dima E, Lost C. A tactile method for canal length determination in teeth with open apices. *Int Endod J.* 2009; 42(12): 1090-5.
4. Ghaemmaghami S, Eberle J, Duperon D. Evaluation of the Root ZX apex locator in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2008; 30(6): 496-8.
5. Tasdemir T, Yesilyurt C, Ceyhanli KT, Celik D, Er K. Evaluation of apical filling after root canal filling by 2 different techniques. *J Can Dent Assoc.* 2009; 75(3): 201a-201d.
6. Parekh V, Taluja C. Comparative study of periapical radiographic techniques with apex locator for endodontic working length estimation: an ex vivo study. *J Contemp Dent Pract.* 2011; 12(2): 131-4.
7. Nimigean V, Nimigean VR, Salavastru DI. A rare variant of internal anatomy of a third mandibular molar: a case report. *Rom J Morphol Embryol.* 2011; 52(2): 691-3.
8. Kumar R, Khambete N, Priya E. Extraoral periapical radiography: an alternative approach to intraoral periapical radiography. *Imaging Sci Dent.* 2011; 41(4): 161-5.
9. Ricucci D, Siqueira JF, Jr. Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod.* 2010; 36(1): 1-15.
10. Saghiri MA, Asgar K, Boukani KK, Lotfi M, Aghili H, Delvarani A, et al. A new approach for locating the minor apical foramen using an artificial neural network. *Int Endod J.* 2012; 45(3): 257-65.
11. Gonzalez Sanchez JA, Duran-Sindreu F, de Noe S, Mercade M, Roig M. Centring ability and apical transportation after overinstrumentation with ProTaper Universal and ProFile Vortex instruments. *Int Endod J.* 2012; 45(6): 542-51.
12. Nica L, Grigorie M, Rusu D, Anghel MM, Didilescu A, Stratul SI. Computer-assisted photomicrographic evaluation of root canal morphology after removal of the filling material during retreatment. *Rom J Morphol Embryol.* 2011; 52(1 Suppl): 443-8.

13. Vier-Pelisser FV, Dummer PM, Bryant S, Marca C, So MV, Figueiredo JA. The anatomy of the root canal system of three-rooted maxillary premolars analysed using high-resolution computed tomography. *Int Endod J.* 2010;43(12):1122-31.
14. Herrera M, Abalos C, Lucena C, Jimenez-Planas A, Llamas R. Critical diameter of apical foramen and of file size using the Root ZX apex locator: an in vitro study. *J Endod.* 2011;37(9):1306-9.
15. Gorduysus O, Nagas E, Cehreli ZC, Gorduysus M, Yilmaz Z. Localization of root canal orifices in mandibular second molars in relation to occlusal dimension. *Int Endod J.* 2009;42(11):973-7.
16. Weng XL, Yu SB, Zhao SL, Wang HG, Mu T, Tang RY, et al. Root canal morphology of permanent maxillary teeth in the Han nationality in Chinese Guanzhong area: a new modified root canal staining technique. *J Endod.* 2009;35(5):651-6.
17. Vieyra JP, Acosta J, Mondaca JM. Comparison of working length determination with radiographs and two electronic apex locators. *Int Endod J.* 2010;43(1):16-20.
18. Tamse A, Kaffe I, Littner MM, Moskona D, Gavish A. Morphological and radiographic study of the apical foramen in distal roots of mandibular molars. Part II. The distance between the foramen and the root end. *Int Endod J.* 1988;21(3):211-7.
19. Martos J, Ferrer-Luque CM, Gonzalez-Rodriguez MP, Castro LA. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. *Int Endod J.* 2009;42(4):329-34.
20. Olson AK, Goerig AC, Cavataio RE, Luciano J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. *Int Endod J.* 1991;24(1):28-35.
21. Borges MF, Miranda CE, Silva SR, Marchesan M. Influence of apical enlargement in cleaning and extrusion in canals with mild and moderate curvatures. *Braz Dent J.* 2011;22(3):212-7.
22. Marroquin BB, El-Sayed MA, Willershausen-Zonnchen B. Morphology of the physiological foramen: I. Maxillary and mandibular molars. *J Endod.* 2004;30(5):321-8.
23. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc.* 1955;50(5):544-52.
24. Blaskovic-Subat V, Maricic B, Sutalo J. Asymmetry of the root canal foramen. *Int Endod J.* 1992;25(3):158-64.
25. Stober EK, Duran-Sindreu F, Mercade M, Vera J, Bueno R, Roig M. An evaluation of root ZX and iPex apex locators: an in vivo study. *J Endod.* 2011;37(5):608-10.
26. de Vasconcelos BC, do Vale TM, de Menezes AS, Pinheiro-Junior EC, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, et al. An ex vivo comparison of root canal length determination by three electronic apex locators at positions short of the apical foramen. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110(2):e57-61.

27. Von der Lehr WN, Marsh RA. A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973; 35(1):705-9.
28. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972; 34(2):262-8.

Recibido: 13 de agosto de 2012.  
Aprobado: 2 de junio de 2014.

Autor de correspondencia: Viany Ortiz Polanco. Campus de Zaragocilla. Facultad de Odontología. Universidad de Cartagena. Cartagena, Colombia. Sur América. Tel. 57+5+6698172 Ext. 112. Fax 57+5+6698173 Ext. 124. Dirección electrónica: [vimy2487@hotmail.com](mailto:vimy2487@hotmail.com), [adiazc1@unicartagena.edu.co](mailto:adiazc1@unicartagena.edu.co)