

Localización de la desembocadura del foramen apical en caninos superiores

Location of upper canine apical foramen opening

Presentado: 6 de agosto de 2018
Aceptado: 6 de septiembre de 2018

Rodolfo Elías Hilú, Javier Calcagno, Carina Aldrey, Mariela Carregal

Centro de Estudios Biomédicos, Biotecnológicos, Ambientales y de Diagnóstico (CEBBAD), Departamento de Ciencias Naturales y Antropológicas, Universidad Maimónides, Buenos Aires, Argentina

Resumen

Objetivo: Evaluar radiográfica y macroscópicamente la desembocadura del foramen apical en caninos superiores.

Materiales y métodos: Se seleccionaron 300 caninos superiores recientemente extraídos, siguiendo las normas del Comité de Ética de la Universidad Maimónides. Los dientes fueron conservados en una solución fisiológica y glicerina (ana/ana) hasta el momento de su utilización. Se tomaron radiografías preoperatorias en sentido ortorradial y próximo-proximal. Las aperturas fueron realizadas con piedra redonda de diamante #3, y la preparación de los tercios coronario y medio, con fresas de Gates Glidden #1, 2 y 3. Luego se introdujo una lima K #15 hasta que se constató visualmente su salida por el foramen apical mediante una lupa X6 (Ballon). Después se procedió a la toma radiográfica en sentido véstibulo-palatino y próximo-proximal. Los criterios de valoración radiográfica fueron: incidencia radiográfica ortorradial: mesial (M), distal (D) y coincidencia (C); incidencia radiográfica próximo-proximal: vestibular (V), palatino (P) y coincidencia (C). Los criterios de valoración macroscópica fueron: vestibulodistal (DV), distopalatino (DP), mesiovestibular (MV), mesiopalatino (MP), mesial (M), palatino (P), vestibular (V), distal (D) y coincidencia (C). La desembocadura de los forámenes fue evaluada macroscópi-

camente con una lupa estereoscópica (ZTX-F2, Lancet) a 30X. Los datos de las evaluaciones fueron registrados en una planilla de Excel (Microsoft). Para efectuar el análisis estadístico, se empleó la prueba de frecuencia relativa en porcentaje, con intervalo de confianza de 95%.

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0,0001$) entre la incidencia radiográfica bucolingual y la vista macroscópica. No se encontraron diferencias estadísticas ($P > 0,5$) entre la incidencia radiográfica mesiodistal y la vista macroscópica. Se encontraron diferencias estadísticas al comparar todas las vistas macroscópicas con todas las coincidencias radiográficas ($P < 0,0001$).

Conclusiones: En las condiciones en que se realizó este estudio, la terminación más frecuente del foramen apical en una incidencia radiográfica ortorradial fue hacia distal (43%), y en una vista próximo-proximal, hacia vestibular (47%). Macroscópicamente, la desembocadura más frecuente del foramen apical fue hacia distovestibular (27,7%), seguida de una coincidencia con el ápice anatómico (25,3%).

Palabras clave: Canino, endodoncia, foramen apical, localización.

Abstract

Aim: To evaluate the localization of the opening of the apical foramen of maxillary canines.

Materials and methods: 300 recently extracted maxillary canines were selected and stored in a/a saline solution/glycerine. The teeth were radiographed in two directions: mesiodistal and buccolingual directions. The access cavity was prepared with a diamond round bur 3, and Gates Glidden burs 1, 2 and 3 were used to shape the coronal and middle third of the root canal. A K-file 15 was introduced in the root canal until its tip was seen at the opening of the apical foramen. Then, buccolingual and mesiodistal radiographs were

taken. The evaluation followed these radiographic criteria: Buccolingual direction: mesial (M), distal (D), and coincidence (C). Mesiodistal direction: buccal (V), lingual (P), and coincidence (C). The macroscopic criteria: distobuccal (DV), distolingual (DP), mesiobuccal (MV), mesiolingual (MP), mesial (M), lingual (P), buccal (V), distal (D) and coincidence (C). The openings of the apical foramen were macroscopically evaluated using magnification (30X). Data were statistically analyzed using the relative frequency tests and 95% confidence intervals.

Results: Statistical differences were found ($P < 0.0001$)

between buccolingual incidence and macroscopic view. No statistical differences were found ($P>0.05$) between mesiodistal and macroscopic view. Statistical differences were found comparing all macroscopic views with all radiographic coincidences ($P<0.0001$).

Conclusions: The most frequent localization of the opening of the apical foramen was distal in a buccolingual

radiographic direction (43%), and buccal in a mesiodistal view (47%). Macroscopically, the most frequent localization of the opening of the apical foramen was distobuccal (27.7%), followed by coincidence with the anatomic apex (25.3%).

Key words: Apical foramen, canine, endodontics, localization.

Introducción

El conocimiento de la anatomía dentaria radicular y sus variaciones es importante para definir los protocolos de procedimientos endodónticos, pues se interviene en un campo que generalmente no es visualizado por el operador. Esto podría condicionar el éxito del tratamiento endodóntico.

El canino superior es un elemento dentario de forma cónica y de marcado aplanamiento mesiodistal, y constituye el diente más largo del arco dental. En cortes longitudinales, presenta una gran amplitud de la cavidad pulpar radicular en sus tercios cervicales y medios y un brusco estrechamiento en el tercio apical. El conducto radicular en un corte transversal suele tener un contorno oval que se estrecha en dirección al ápice.^{1,2}

El foramen apical es el área de la región periapical donde el conducto radicular se abre o desemboca, y es la zona crítica en el proceso de la determinación de la longitud de trabajo, la instrumentación^{3,4} y la obturación del espacio conformado. Con frecuencia no termina como el ápice anatómico verdadero de la raíz, ya que en general queda desalineado y se desvía, en promedio, 0,5 mm del ápice real. El grado de desviación en un diente de más edad que sufra depósito de dentina es impredecible.

La examinación radiográfica es un componente esencial en el manejo endodóntico, pues incluye aspectos relacionados con el diagnóstico, la planificación del tratamiento, el control intraoperatorio y la evaluación de los resultados. Pero la precisión de la radiografía en la evaluación está condicionada, ya que proporciona solo una imagen bidimensional de una estructura que es tridimensional.

Macroscópicamente, el foramen apical puede desembocar en la punta de la raíz, hacia vestibular, palatino o ligeramente hacia mesial o distal, y es importante conocer la correlación entre las lecturas radiográficas y la real situación anatómica del foramen apical.

Por todos estos motivos, el tratamiento endodóntico del canino superior constituye un desafío al momento de considerar y determinar la ubicación clínica de la desembocadura del foramen apical.

El objetivo de este estudio *ex vivo* fue evaluar radiográfica y macroscópicamente la posición de la desembocadura del foramen apical de los caninos superiores.

Materiales y métodos

Se seleccionaron al azar 300 caninos superiores recientemente extraídos, provenientes del banco de dientes anónimos de la Cátedra de Endodoncia de la Universidad Maimónides, siguiendo estrictamente las normas del Comité de Ética. Los criterios de inclusión fueron que tuviesen el ápice radicular totalmente desarrollado, sin caries ni reabsorciones. Los criterios de exclusión fueron los dientes con conductos radiculares no permeables, dientes con conductos calcificados, dientes con reabsorción externa y dientes con fracturas radiculares y cualquier condición que impida la observación directa del tercio apical.

Los especímenes fueron sumergidos en una solución de hipoclorito de sodio al 5% durante 15 minutos, con el objeto de eliminar todo resto de tejido orgánico y concreciones adheridas a la superficie radicular, y la superficie externa fue limpiada con cepillo, agua corriente y detergente. Luego fueron mantenidos a temperatura ambiente en una solución de agua destilada y glicerina (ana/ana) hasta el momento de ser utilizados.⁵

Se tomaron películas radiográficas periapicales (Kodac D-Speed Film, Nueva York, Estados Unidos) preoperatorias en sentido ortorradial y próximo-proximal con un aparato de radiovisiografía (Sophix Sopro Imaging, Estados Unidos). Las aperturas fueron realizadas con una piedra redonda de diamante #3 (SSWhite, Lakewood, Estados Unidos), y la preparación de los tercios coronario y medio del conducto radicular fue efectuada con fresas de Gates Glidden #1 y #2 (Mani INC, Japón). Luego se introdujo una lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) hasta que visualmente se constató su salida por el foramen apical mediante una lupa 6X (Ballon, China). Una vez localizado el foramen apical se procedió a la toma radiográfica en sentido orto-

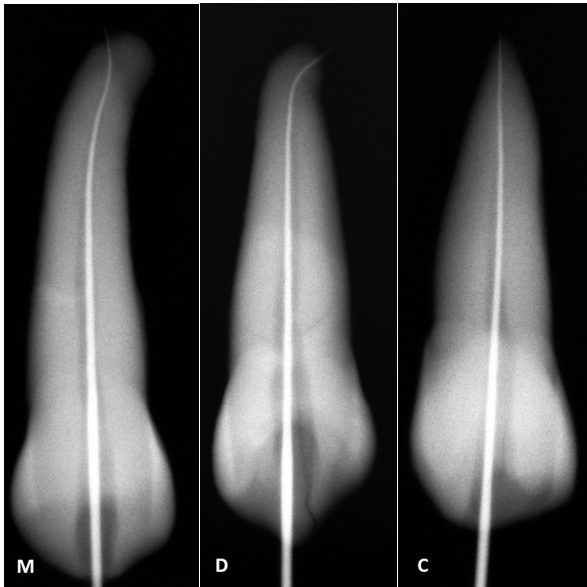


Figura 1. Radiovisiografía ortorradial que muestra la desembocadura del foramen hacia mesial (M), distal (D) y coincidencia (C).

rradial y próximo-proximal para evaluar las variables de acuerdo a los criterios planteados.

Los criterios de valoración radiográfica fueron: incidencia radiográfica ortorradial: mesial (M), distal (D) y coincidencia (C) (fig. 1); incidencia radiográfica próximo-proximal: vestibular (V), palatino (P) y coincidencia (C) (fig. 2).

Los criterios de valoración macroscópica fueron: vestibulodistal (DV), distopalatino (DP), mesiovestibular (MV), mesiopalatino (MP), mesial (M), palatino (P), vestibular (V), distal (D) y coincidencia (C).

La evaluación radiográfica fue realizada por tres examinadores calibrados al efecto, en un cuarto oscurecido, con una lupa y sobre un negatoscopio, siguiendo los criterios de valoración establecidos.

La desembocadura de los forámenes fue evaluada macroscópicamente con una lupa estereoscópica (ZTX-F2, Lancet, China) a 30X. Todos los especímenes fueron fotografiados desde el ápice radicular utilizando una cámara fotográfica adosada al estereomicroscopio con un adaptador a su ocular. Las imágenes obtenidas fueron analizadas con una grilla circular con ocho posiciones⁶ definidas en vestibular, mesiovestibular, vestibulodistal, palatino, mesiopalatino, distopalatino, distal y mesial (fig. 3) y la superposición de la grilla con la imagen macroscópica (fig. 4). Finalmente, se relacionaron las imágenes radiográficas ortorradiales y próximo-proximales de todos los especímenes con la vista macroscópica y la grilla (fig. 5).

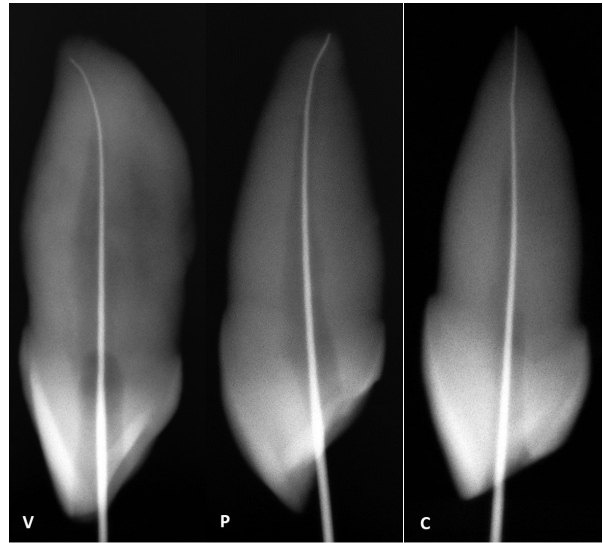


Figura 2. Radiovisiografía próximo-proximal que muestra la desembocadura del foramen hacia vestibular (V), palatino (P) y coincidencia (C).

Los datos de las evaluaciones fueron registrados en una planilla Excel (Microsoft) confeccionada al efecto.

El análisis estadístico se realizó con la prueba de bondad de ajuste de Chi cuadrado.

Resultados

La evaluación radiográfica determinó que, en una incidencia ortorradial, el 21% de los casos evaluados

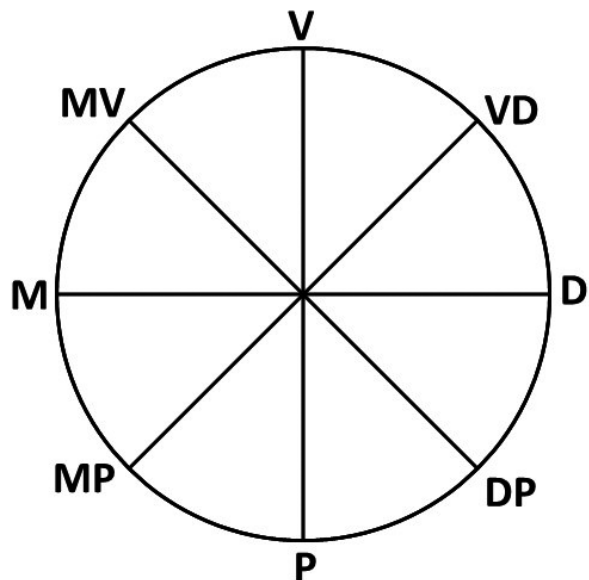


Figura 3. Grilla circular con ocho posiciones definidas en vestibular (V), mesiovestibular (MV), vestibulodistal (DV), palatino (P), mesiopalatino (MP), distopalatino (DP), distal (D) y mesial (M).

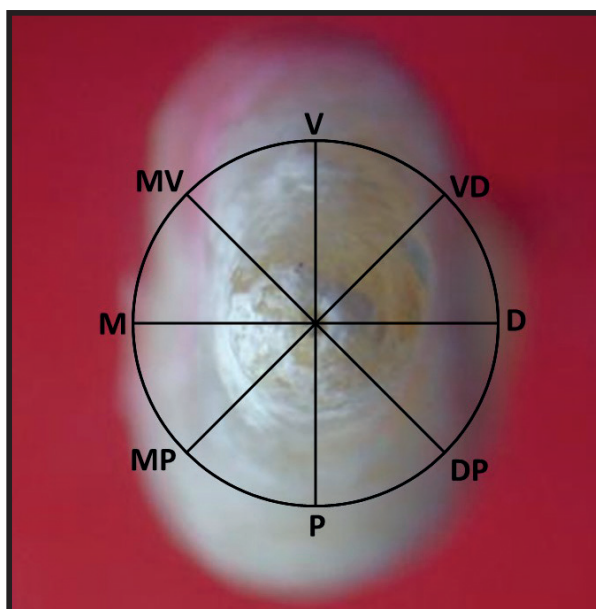


Figura 4. Imagen en la que se puede observar un ápice del canino y la superposición de la grilla, en este caso con una coincidencia macroscópica.

mostró una desembocadura del foramen hacia mesial; el 43%, hacia distal, y el 36% presentó una coincidencia entre la desembocadura del foramen y el ápice radiográfico. En una incidencia próximo-proximal, la desembocadura hacia vestibular fue del 47%; hacia palatino, del 25,3%, y hubo coincidencia de la desembocadura del foramen con el ápice radiográfico en el 27,7% (tabla 1).

La observación macroscópica determinó que el foramen apical se desvió hacia vestibulodistal en el 27,7% de los casos; hacia distal en el 9,67%; hacia mesiovestibular en el 15%; hacia mesiopalatino en el 4,3%; hacia mesial en el 1,67%; hacia palatino en el 2,32%; hacia vestibular en el 8%; hacia distal en el 9,67%, y el 25,3% de las veces hubo coincidencia entre la desembocadura del foramen apical y el ápice anatómico. Se hallaron diferencias significativas ($P < 0,0001$) al considerar las desviaciones del foramen hacia mesial, mesiovestibular y vestibulodistal (tabla 2) y también se encontraron diferencias significativas ($P < 0,0001$) entre las desviaciones hacia distal, vestibulodistal y distopalatino (tabla 2).

Al relacionar las evaluaciones radiográficas con la observación macroscópica, se hallaron diferencias

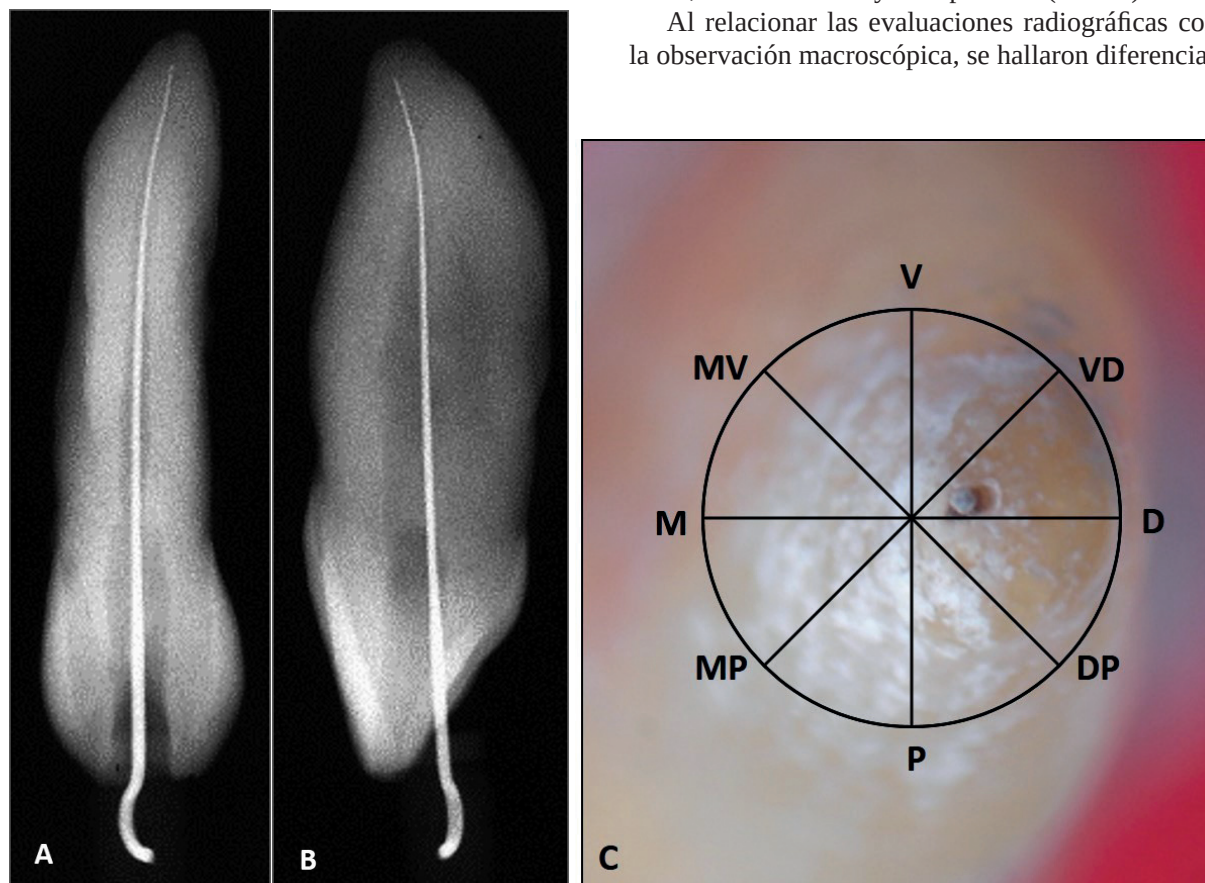


Figura 5. Relación entre la imagen radiográfica ortorradiol y próximo-proximal con la imagen macroscópica superpuesta en la grilla. En A podemos observar la película radiográfica ortorradiol con una ligera desviación del foramen apical hacia distal. En B, una película radiográfica próximo-proximal con una desviación del foramen apical hacia vestibular. En C, una imagen macroscópica con la superposición de la grilla, en la que se comprueba que la desviación del foramen apical es hacia vestibulodistal.

Tabla 1. Resultados obtenidos en la evaluación radiográfica con vista ortorradial y próximo-proximal.

Dientes	Vista radiográfica					
	Ortorradial			Próximo-proximal		
	M	D	C	V	P	C
300	63 (21%)	129 (43%)	108 (36%)	141 (47%)	76 (25,3%)	83 (27,7%)

Valores expresados en unidades y, entre paréntesis, los porcentajes. C: coincidencia; D: distal; M: mesial; P: palatino; V: vestibular.

significativas ($P < 0,01$) en la evaluación de las coincidencias entre la interpretación radiográfica ortorradial y la vista macroscópica.

No hubo diferencias significativas ($P > 0,5$) entre la incidencia radiográfica próximo-proximal y la observación macroscópica.

Al evaluar el total de las coincidencias radiográficas con el total de las observadas macroscópicamente (tabla 3), se hallaron diferencias significativas ($P < 0,0001$).

Discusión

Los dientes humanos han sido estudiados por medio del microscopio estereoscópico,⁷ el microscopio electrónico de barrido,⁸ las diafanizaciones,^{9,10} los métodos radiográficos,^{11,12} los histológicos¹³ y por microtomografía computarizada.^{14,15}

El conocimiento de la ubicación del foramen apical incide en la determinación en la longitud de trabajo que se utilizará durante la conformación, la limpieza, la desinfección y la obturación de un conducto radicular. Desde un punto de vista clínico, la falta de coincidencia entre la desembocadura del foramen apical y el ápice radicular aumenta el riesgo de producir una sobreinstrumentación o una sobreobturación del conducto radicular. Esto puede dañar los tejidos periapicales y contribuir al mantenimiento de un proceso inflamatorio crónico a mediano y largo plazo, e incluso retrasar los procesos de reparación.

El canino superior es el diente más largo de la arcada dental en humanos. Tiene una sola raíz, de

forma coniforme o piramidal, de gran tamaño (casi el doble que la corona) en comparación con el resto de los dientes. La raíz es levemente aplanada en sentidos mesial y proximal. Las curvaturas radiculares más frecuentes son hacia distal y vestibular.

En el presente estudio se investigaron, radiográfica y macroscópicamente, especímenes de caninos superiores extraídos, a fin de determinar la posición de la desembocadura del foramen apical.

Los resultados de la mayoría de los estudios realizados sobre este tema están de acuerdo en que la desembocadura y las desviaciones del foramen apical del eje dentario no coinciden con el ápice anatómico y radiográfico.¹⁶ Además, el examen radiográfico, como complemento del diagnóstico clínico y la planificación del tratamiento endodóntico, no alcanza de por sí, pues solo aporta una imagen plana de un elemento anatómico que es tridimensional. También hay que considerar que la ubicación del foramen apical en las radiografías es alterada por la superposición de tejidos.¹⁷ Por este motivo, resulta importante la realización de estudios anatómicos macro y microscópicos.

En este estudio, la coincidencia macroscópica del foramen apical con el ápice anatómico fue del 23,8%; la coincidencia radiográfica ortorradial, del 32,5%, y próximo-proximal, del 28,1%. Nuestros resultados no concuerdan con los hallados por Gutiérrez *et al.*,¹⁸ quienes no encontraron coincidencias en la desembocadura del foramen apical con el eje principal de la raíz, y lo definieron como la desviación apical de la extensión de una pequeña porción del foramen, desde el centro del eje axial radicular. Esta diferencia en los resultados podría deberse al tamaño de la muestra utilizada en ese trabajo, que fue tan solo de 10 especímenes. La frecuencia de desviaciones informada por los autores fue del 76%. Concluyeron, también, que la radiografía es un método poco confiable para identificar la desviación del foramen del ápice de la raíz anatómica. Por su parte, Martos *et al.*¹⁹ encontraron 27,3% de coincidencia, y Oliver *et al.*,²⁰ 25%, resultados similares a los hallados en nuestro estudio.

Otro inconveniente clínico que se plantea al tratar endodónticamente el canino superior tiene que ver

Tabla 2. Resultados obtenidos en la evaluación macroscópica.

Dientes	Vista macroscópica								
	M	MV	MP	D	DV	DP	V	P	C
300	5 (1,67%)	45 (15%)	13 (4,33%)	29 (9,67%)	83 (27,7%)	18 (6%)	24 (8%)	7 (2,3%)	76 (25,3%)

Valores expresados en unidades y, entre paréntesis, los porcentajes. C: coincidencia; D: distal; DP: distopalatino; DV: vestibulodistal; M: mesial; MP: mesiopalatino; MV: mesiovestibular; P: palatino; V: vestibular.

Tabla 3. Coincidencias totales entre la toma y evaluación radiográfica y la observación macroscópica ($P < 0,000001$).

Vista radiográfica	Vista macroscópica
191 (63,66%)	76 (25,33%)

con saber si cuando, radiográficamente, el foramen se desvía hacia mesial, distal o coincide con el ápice radiográfico, también puede hacerlo hacia vestibular o palatino. En nuestro estudio, la observación macroscópica determinó que cuando, radiográficamente, en una incidencia ortorradial, se registraba una desembocadura hacia distal del foramen apical (44,38%), el 28,8% de las veces se desviaba hacia vestibular, y el 6,3%, hacia palatino. Cuando la desembocadura del foramen apical era hacia mesial (1,3%), el 23,8% lo hacía hacia vestibular, y el 5,6%, hacia palatino. Cuando, radiográficamente, la coincidencia del foramen apical con el ápice radiográfico era del 32,5%, macroscópicamente era del 28,8%.

Desde un punto de vista clínico, la falta de coincidencia entre el foramen apical y el ápice de la raíz pone en duda la valoración del método radiográfico en la evaluación de los caninos superiores, ya que aumenta el riesgo de sobreinstrumentación y sobreobturación del conducto radicular, lo cual puede dañar el periodonto y contribuir a mantener un proceso inflamatorio crónico a mediano y largo plazo, incluso retrasando la curación de los tejidos periapicales, o simplemente producir un proceso inflamatorio que no existía.

Conclusiones

En las condiciones en que se realizó este estudio, la terminación más frecuente del foramen apical en una incidencia radiográfica ortorradial fue hacia distal (44,38%), y en una vista próximo-proximal, hacia vestibular (43,1%).

Macroscópicamente, la desembocadura más frecuente del foramen apical fue hacia vestibulodistal (28,8%), seguida de una coincidencia con el ápice anatómico (23,8%).

Las variaciones entre los hallazgos de este estudio y otros pueden ser explicadas por las diferencias en los métodos de evaluación, el número, el origen de la muestra y la diversidad étnica.

Agradecimientos: A la Dra. Rosa Scavo, por su colaboración.

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con este estudio y afirman

no haber recibido financiamiento externo para realizarlo.

Referencias

1. Aprile H, Figún M, Garino R. *Anatomía odontológica orocervicofacial*. Buenos Aires, El Ateneo, 1975, cap. 8, pp. 335-58.
2. Pucci F, Reig R. *Conductos radiculares. Anatomía, patología y terapia*. Vol. 1, Buenos Aires, Médico-Quirúrgica, 1944, cap. III, pp. 188-91.
3. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:589-99.
4. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 1955;50:544-52.
5. Hilú R, Tula C, Pérez A, Vietto L. Estudio de la anatomía interna de la raíz mesiovestibular de los primeros molares superiores. *Rev Asoc Odontol Argent* 2011;99:273-80.
6. Hilú R, Pinal F, Pérez A, Llerena H. Evaluación de la conformación apical de los conductos radiculares con los sistemas Mtwo y ProTaper. *Endodoncia* 2010;28:220-7.
7. Green D. Stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1956;9:1224-32.
8. Hess JC, Culierias MJ, Lamiab N. A scanning electron microscopic investigation of principal and accessory foramina on the root surfaces of human teeth: thoughts about endodontic pathology and therapeutics. *J Endod* 1983;9:275-81.
9. Robertson D, Leeb JJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod* 1980;6:421-4.
10. Fisher DE, Ingersoll N, Bucher JF. Anatomy of the pulpal canals; three-dimensional visualization. *J Endod* 1975;1:22-4.
11. Von der Lehr WN, Marsh RA. A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1973;35:705-9.
12. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1972;33:101-10.
13. Seltzer S, Bender IB, Turkenopf S. Factors affecting successful repair after root canal therapy. *J Am Dent Assoc* 1962;67:651-61.
14. Ponce EH, Vilar Fernández JA. The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction. Evaluation by optical microscopy. *J Endod* 2003;29:214-9.
15. Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV, Gutmann JL. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. *J Endod* 2010;36:1622-7.
16. Plascencia H, Cruz A, Palafox-Sánchez CA, Díaz M, López C, Bramante CM, et al. Micro-CT study of the root canal anatomy of maxillary canines. *J Clin Exp Dent* 2017;9:1230-6.
16. Estrela C, Bueno MR, Couto GS, Rabelo LE, Alencar AH, Silva RG, et al. Study of root canal anatomy in human permanent teeth in a subpopulation of Brazil's cen-

- ter region using Cone Beam computed tomography. Part 1. *Braz Dent J* 2015;26:530-6.
17. Shalini R, RaviVarman C, Manoranjitham R, Veeramuthu M. Morphometric study on mandibular foramen and incidence of accessory mandibular foramen in mandibles of south Indian population and its clinical implications in inferior alveolar nerve block. *Anat Cell Biol* 2016;49:241-8.
 18. Gutiérrez J, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;79:769-77.
 19. Martos J, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Castro LA. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. *Int Endod J* 2009;42:329-34.
 20. 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. *Odontol Sanmarquina* 2017;20:53-7.
- Contacto:
RODOLFO ELÍAS HILÚ
rehilu@intramed.net
Pueyrredón 709 3° "F" (C1032ABH)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina