

Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión de Root anatomy, a

view from the microsurgery endodontic: Review

Jaime Adrián Cardona-Castro¹ Rafael Fernández-Grisales²

1. Odontólogo. Universidad de Antioquia, Residente Endodoncia Universidad CES. Email: jaimeadriancardona@gmail.com

2. Endodoncista, Profesor Asistente, facultad de odontología, posgrado de Endodoncia, Universidad CES. E-mail: raffernandez@yahoo.com

Recibido: febrero de 2015. Aprobado: noviembre de 2015

Resumen

El conocimiento de la anatomía radicular de cada uno de los grupos de dientes, es un aspecto importante que contribuye junto con otros aspectos clínicos, a un mejor resultado de los procedimientos de micro-cirugía endodóntica (MCE). Variaciones anatómicas entre individuos de una misma población, suscitan para el endodoncista, una evaluación diagnóstica detallada de cada caso en particular para facilitar el abordaje quirúrgico. El objetivo de esta revisión es realizar una descripción de la anatomía radicular y del sistema de conductos radiculares de los diferentes grupos de dientes y sus variaciones anatómicas según la literatura científica disponible a la fecha, que permitirá al clínico tener una visión más amplia y detallada, que podrá aplicar para la planeación y ejecución de los procedimientos de MCE.

Palabras clave: anatomía radicular, ápice, conducto radicular, foramen apical, micro-cirugía endodóntica, tomografía computarizada cone beam (CBCT)

Abstract

Knowing the root anatomy of each groups of teeth, it is an important aspect that contributes with other clinical aspects, to a better outcome of the procedures in endodontic micro-surgery (MCE). Anatomical variations between individuals of the same population, arise in the endodontist, a detailed diagnostic evaluation of each particular case, which will facilitate the surgical approach. The objective of this review is to describe the anatomy and root canal system of different groups of teeth and anatomical changes according to available scientific literature to date, allowing the clinician to have a more comprehensive and detailed vision, you can apply for the planning and execution of procedures for MCE.

Keywords: apex, apical foramen, computed tomography cone beam, endodontic microsurgery, root anatomy, root canal.

Forma de citar: Cardona-Castro JA, Fernández-Grisales R. Anatomía radicular, una mirada desde la micro-cirugía endodóntica: Revisión. Rev. CES Odont 2015; 28(2): XX-XX.

Introducción

La MCE combina la magnificación e iluminación proporcionada por el microscopio con el uso apropiado de nuevos micro-instrumentos(1). La MCE puede ser hecha con precisión y predictibilidad y elimina las suposiciones inherentes a los métodos quirúrgicos tradicionales(2). Las ventajas de la microcirugía incluyen la fácil identificación de los ápices radiculares, osteotomías más pequeñas y ángulos de resección menos profundos que conservan el hueso cortical y la longitud radicular. Adicionalmente, una superficie radicular resectada bajo magnificación alta e iluminación fácilmente revela detalles anatómicos tales como istmos, micro-fracturas y conductos laterales. Combinado con el microscopio, los instrumentos ultrasónicos permiten preparaciones

apicales coaxiales, conservadoras y obturaciones apicales precisas que satisfagan los requerimientos para los principios mecánicos y biológicos de la (MCE)(3).

El conocimiento de la anatomía radicular y sus variantes pueden condicionar protocolos de manejo especial durante los procedimientos de MCE, que al ser omitidos, pueden condicionar el éxito a largo plazo del procedimiento.

Para la evaluación de la morfología radicular y de los conductos radiculares, varias técnicas han sido utilizadas: aclaramiento y tinción dental convencional y modificada, radiografía digital y convencional, radiografía de contraste y tomografía computarizada (4).

Estudio de la anatomía radicular

La examinación radiográfica es un componente esencial en el manejo endodóntico(5), que apunta a aspectos de diagnóstico, planeación del tratamiento, control intraoperatorio y evaluación de los resultados. La radiografía proporciona información útil para la presencia y localización de lesiones perirradiculares, anatomía de conductos radiculares y la proximidad de estructuras anatómicas adyacentes(6).

La precisión de la radiografía en la evaluación de la morfología del sistema de conductos radiculares es reducida porque proporciona una imagen bidimensional de una estructura tridimensional(7).

En la actualidad la ayuda diagnóstica más utilizada es la Tomografía Computarizada Cone Beam (CBCT). CBCT es un avance en la imagen de tomografía computarizada; esta ha sido aplicada en evaluación periodontal; endodoncia, incluyendo evaluación de patología periapical y planeación de cirugía perirradicular; evaluación ortodóntica; y evaluación de trauma dentoalveolar (8,9).

CBCT recoge datos de volumen por medio de una rotación simple con un haz de rayos x en forma de cono, y detectores de dos dimensiones(10), y proporciona imágenes de alta calidad diagnóstica, con tiempos cortos de exposición y bajas dosis de radiación(8).

CBCT es una herramienta exitosa para explorar la anatomía del conducto radicular(11) y es precisa como la técnica de aclaramiento y tinción la cual es el Gold standard en identificar la anatomía del conducto radicular(12).

Las variaciones de la anatomía del sistema de conductos radiculares han sido clasificadas por varios autores. Weine y col(13) categorizó el sistema de conductos radiculares en cuatro tipos

básicos. En otro estudio, Vertucci identificó ocho configuraciones del espacio de los conductos(14) (Figura 1). Posteriormente, Sert & Bayirli (4) complementaron la clasificación de Vertucci(15) (Figura 2).

Anatomía Radicular-Dientes Maxilares

Incisivo Central

Desde una vista buco-lingual el espacio del conducto se estrecha desde la línea cervical donde es triangular en un corte transversal, hacia el foramen apical donde tiene una configuración transversal circular. Desde la vista bucolingual y mesiodistal, la forma del conducto, de cervical hacia apical, sigue la forma de la raíz, siendo única, cónica y recta con un ápice redondeado y romo(16). Generalmente hay poca curvatura apical, cuando está presente es hacia distal o bucal

(Figura 3) Es extremadamente raro para estos dientes más de una raíz o un conducto(17). Sin embargo, dos conductos radiculares separados y distintos fueron reportados en un 3% por Vertucci(14), la incidencia de 3 conductos radiculares separados es muy rara(18).

El ápice está ubicado labialmente, aproximado a la placa cortical externa, lo cual facilita el acceso quirúrgico. Con una combinación de proceso alveolar corto y una raíz larga, el incisivo central puede alcanzar el delgado hueso que forma el piso de la cavidad nasal(16).

En la figura 4 se muestran las configuraciones más comunes del sistema de conductos radiculares de todos los dientes. La tabla 1 y 2 muestra la clasificación y porcentaje de conductos radiculares según Vertucci(14).

Incisivo Lateral

El espacio del conducto radicular es similar en forma, conicidad y sección transversal al incisivo central, solamente más pequeño(16). El ápice es curvo, generalmente en dirección distopalatina (Figura 5). Raíces extra y segundos canales son más comunes, así como surcos de desarrollo e invaginaciones(17). La relación con la placa cortical palatina explicaría por qué los abscesos originados desde el incisivo lateral perforan la placa cortical palatina con hinchazón concomitante de la mucosa oral palatina o la presencia de un tracto sinuoso(16).

Hay reportes de laterales fusionados con dientes supernumerarios o con incisivo central adyacente, geminación, dens invaginatus, dens evaginatus, una combinación de dens invaginatus y dens evaginatus, dos o tres conductos radiculares con un dens invaginatus. Otras variaciones: dos raíces laterales, una sola raíz con dos canales y conducto radicular en C, y cuatro conductos radiculares(19).

Canino

La raíz de este diente es más amplia buco-lingualmente que los incisivos, el espacio pulpar es más ancho en esta dimensión en el tercio coronal y medio. La raíz es recta, única y simétrica buco-lingualmente, y termina en un ápice agudo(16)(Figura 6).

Un canino con una sola raíz, se considera que tiene un solo conducto(11). La raíz está inclinada hacia distal de la corona y además tiene una ligera divergencia del eje coronal y radicular, la parte apical de la raíz es con frecuencia más curvo hacia distal. La relación con el proceso alveolar es igual que la de los incisivos, con su raíz estando excéntricamente embebida en el proceso alveolar. La presencia de un área grande y expansiva de patología peri-radicular puede aproximarse al seno o la cavidad nasal (16).

Primer Premolar

Este diente presenta dos raíces en el 61% de los casos, una vestibular y una palatina; el 35,5% puede presentar una sola raíz y el 3,5% presenta tres raíces, dos vestibulares y una palatina(20).

La configuración anatómica más común dentro de la población caucásica ha sido dos raíces, dos conductos, y dos foraminas. La anatomía externa es un tronco radicular que se divide en raíces vestibular y palatina. Todas las superficies son convexas y la forma de los ápices es agudo (Figura 7). Si el premolar tiene una sola raíz, el alveolo está cerca en relación con la placa ósea vestibular y separada de la placa palatina. Si tiene dos raíces, la raíz vestibular está alineada adyacente a la placa cortical vestibular, mientras la raíz palatina está centralmente localizada en hueso esponjoso. Es común encontrar fenestración en el tercio apical de la raíz vestibular(16).

La raíz palatina está localizada más cerca del seno maxilar que la raíz vestibular(21).

Segundo Premolar

En el 95% de los casos presenta una sola raíz. Es común que posea un solo conducto muy achatado en sentido mesiodistal y amplio en sentido vestibulopalatino dando forma ovoide al corte transversal, aunque a nivel apical adopta una forma circular(20). Su raíz es cónica y su ápice romo, el cual es desviado hacia distal(16)(Figura 8).

La raíz está posicionada mucho más cerca al seno maxilar que las raíces del primer premolar(21). En casos extremos, el delgado hueso alveolar puede estar ausente, solamente con tejidos blandos separando el ápice de la cavidad sinusal(16).

Primer Molar

Presenta tres raíces, bien diferenciadas: dos vestibulares y una palatina. La raíz mesio-vestibular es achatada en sentido mesio-distal y amplia en sentido vestibulo-palatino, presenta una curvatura hacia distal(20). Esta raíz presenta ápice romo. La raíz se inclina mesiobucalmente en los dos tercios coronales y distalmente en el tercio apical. En el corte transversal del tercio apical presenta forma elíptica, en lágrima, en ocho, siendo el aspecto bucal más grande que el palatino(16). La raíz disto-vestibular tiene forma cónica y su sección transversal es circular(20). Es la más pequeña y se inclina disto-bucalmente hacia el tercio apical donde puede curvarse mesialmente o hacia distal tomando forma de S o bayoneta. En estos casos la raíz se aproxima a la raíz mesiovestibular del segundo molar(16). La raíz palatina es voluminosa, con forma cónica y sección transversal circular. Puede ser recta o curva. Cuando es curva, es hacia vestibular(20). La raíz se inclina en dirección palatina después de dejar el tronco radicular cervical (16)(Figura 9).

La raíz mesio-vestibular es más variable en la configuración de sus dos conductos (Tabla 3). La continuación de estos dos conductos en dos foraminas separadas se da en un 14 a 42% (16).

Segundo Molar

Presenta tres raíces: dos vestibulares y una palatina, es semejante al primer molar pero no tiene las raíces tan separadas(20)(Figura 10). Hay más incidencia de fusión radicular en este diente que en el primer molar, así como la incidencia de conductos en forma de C. La raíz mesiovestibular exhibe un conducto. Anatómicamente, el borde distolateral del proceso cigomático está puesto sobre la raíz mesiovestibular, el cual añade espesor al hueso y este debe ser penetrado para alcanzar la raíz del segundo molar. La posición del alveolo palatino y la raíz palatina es muy cercana con el agujero palatino mayor(16).

Tercer Molar

La anatomía radicular de este diente es extremadamente diversa. Su acceso quirúrgico generalmente está contraindicado(16).

Variaciones En El Número De Raíces

Una raíz accesoria (raíz extra, supernumeraria o adicional)(tabla 4 y 5) es una variación morfológica más común del desarrollo radicular(22). Los molares maxilares pueden tener variaciones considerables en el número de raíces, con un rango de uno a cinco(23).

Molares maxilares con cuatro raíces han sido reportadas en 0,9%, 1.4% y 7% en primer, segundo y tercer molar maxilar, respectivamente. Pueden aparecer con diferentes morfotipos. Pueden ser una raíz accesoria palatina, vestibular, mesial o distal. La variación más común es una raíz accesoria palatina. Aunque es raro, pueden tener más de una raíz accesoria(24).

Relación con el seno maxilar

El piso del seno maxilar se extiende entre los dientes adyacentes o las raíces individuales, creando elevaciones en la superficie antral. Las raíces de los dientes premolar, molar y ocasionalmente canino pueden proyectarse dentro del seno maxilar(28).

Eberhardt y colaboradores encontró que la distancia media entre los dientes maxilares posteriores y el piso del seno maxilar es de 1.97mm(29). Las raíces del primer y segundo molar han sido descritas de estar en un íntima relación con el piso del seno maxilar en un 40% de los casos(30)(Figura11). Las raíces palatinas se han mostrado de estar más cerca con el piso antral y en proximidad al seno maxilar en un 20% de los casos(31).

En vista de la proximidad del piso del seno maxilar y los ápices radiculares, el clínico debe ser particularmente muy cuidadoso cuando realice procedimientos que involucren los dientes maxilares posteriores (28).

Anatomía radicular -dientes mandibulares

Incisivos

El espacio pulpar es amplio buco-lingualmente. En la vista bucolingual como mesio-distal, el conducto es más amplio en cervical y se estrecha hacia el foramen, teniendo forma ovoide(16)(Figura 12). Los incisivos mandibulares exhiben un distinto rango de variaciones en la morfología del sistema de conductos radiculares(14). A menudo un puente dentinal está presente en la cámara pulpar dividiendo la raíz en 2 conductos (32). Los dos conductos se unen y salen a través de un solo foramen, pero pueden persistir como 2 conductos separados. En ocasiones, 1 conducto se divide en dos conductos, los cuales subsecuentemente se unen dentro de un solo conducto antes de alcanzar el ápice(33)(Figura 13). La incidencia de dos conductos ha sido reportada desde 0.3% (34) hasta el 45,3% (35).

La raíz es única y recta. Desde vestibular o lingual, la raíz generalmente es simétrica, cónica y con ápice agudo, la raíz es amplia y ligeramente convexa cervico-apicalmente. La porción central de las superficies mesial y distal es cóncava, exhibiendo un surco. En el plano sagital, la raíz está íntimamente asociada con las placas corticales vestibular y lingual. Debido a la delgadez de la placa cortical vestibular y la presencia de una fosa incisiva profunda, dehiscencias y fenestraciones son comunes(16).

Canino

Es muy parecido al canino superior, pero más pequeño y con variaciones. El espacio del conducto es más pequeño mesio-distalmente debido a su raíz aplanada(16) (Figura 14). Investigadores han mostrado que la anatomía del conducto radicular

muestra variaciones (36). Se ha reportado que la prevalencia de la configuración del conducto tipo I es de un 78% (14) hasta un 98% (37), pero puede tener dos raíces y dos conductos(38).

La raíz es usualmente recta pero corta. Es amplia buco-lingualmente y más aplanada mesio-distalmente. Presenta un surco en las superficies proximales. La relación hueso alveolar es estrecha buco-lingualmente y en la mayoría de los arcos la placa cortical se fusiona con la totalidad de la longitud radicular. Esta situación anatómica predispone a dehiscencias y fenestraciones. Si la raíz es excesivamente larga, o el proceso alveolar corto, el ápice puede estar cercano al conducto mandibular (16).

Primer Premolar

El espacio pulpar es amplio vestibulo-lingualmente y en forma de cinta mesio-distalmente. Desde cervical hacia apical tiene forma cónica y en el tercio cervical en el corte transversal tiende a ser redondo. La raíz normalmente es única, recta, y su contorno cónico uniforme desde cervical hasta su ápice agudo. Es más amplia vestibulo-lingualmente que mesio-distalmente con sus superficies vestibular y lingual convexas (Figura 15). Está ubicada con una inclinación lingual(16).

Existe amplia variación morfológica en el sistema de conductos radiculares(39)(Tabla 6). Típicamente muestra una sola raíz y conducto amplio vestibulolingualmente(40), sin embargo se han reportado premolares con dos(41), tres(39), cuatro(42) y cinco(43) conductos radiculares. También puede presentar conducto radicular en forma de C que ha reportado entre 10.7% y 18% (44).

El ápice radicular se desvía hacia distal en la mayoría de veces. El foramen mentoniano raramente se ubica a nivel de su ápice(16).

Segundo Premolar

El espacio pulpar es más amplio vestibulolingualmente que mesiodistalmente, cuando se compara con el primer premolar. La raíz es única, y cónica hasta su ápice agudo (Figura 16). La forma de la raíz es similar al primer premolar. El foramen apical se desvía del ápice hacia distal. La raíz esta inclinada hacia el aspecto interno de la placa cortical vestibular(16).

La incidencia de dos o más raíces es de 0,4%. La incidencia de dos o más conductos es del 9%(45).

Según von Arx (46) el agujero mentoniano está ubicado entre el primer y segundo premolar en un 56%, y por debajo del segundo premolar en un 35.7%.

Primer Molar

La anatomía es compleja, exhibiendo una multiplicidad de configuraciones de conductos. Normalmente presenta dos raíces (mesial y distal). En un corte transversal la raíz mesial presenta dos conductos finos y estrechos (mesiovestibular y mesiolingual)(Tabla 7), la mayoría de los canales son curvos hacia distal. La raíz distal es única y presenta un conducto amplio vestibulolingualmente desde cervical hasta el ápice y aplanado en sentido mesiodistal(16)(Figura 17).

La forma de las raíces es ovoide con superficies vestibular y lingual convexas, y cónica cervico-apicalmente. Las superficies mesial y distal son aplanadas o cóncavas. La raíz distal usualmente es más redondeada que la raíz mesial pero es más ancha. El foramen apical se desvía hacia distal en ambas raíces en casi el 50%(16).

La raíz mesial está ubicada en el proceso alveolar muy similar al segundo premolar. La raíz distal está localizada medialmente desde la placa cortical bucal en el centro del proceso alveolar. El acceso quirúrgico estará determinado por el ancho radicular, el número de raíces y el espesor de la placa cortical vestibular(16).

El agujero mentoniano se localiza entre el segundo premolar y el primer molar en un 4,2%(46).

Segundo Molar

El espacio pulpar y la morfología radicular son similares al primer molar(16). Tiene dos raíces localizadas mesiodistalmente y tres conductos radiculares (Figura 18). Sin embargo, se reporta una alta prevalencia de conductos en C en poblaciones asiáticas (10-44.5%) y esta varía según la raza(47). Además, en segundos molares de población asiática con dos raíces, la configuración más común es Vertucci's tipo IV en la raíz mesial y tipo I en la distal(48). Cuando se considera realizar resección apical en estas variaciones, se debe evaluar cuidadosamente para localizar la totalidad del sistema de conductos radiculares. La posición del foramen es distal. El segundo molar está más cerca de la tabla cortical lingual que de la vestibular. La presencia de la línea oblicua externa con un hueso laminar compacto, hace que se deba determinar entre cirugía perirradicular, reimplantación intencional o extracción(16).

Tercer Molar

Así como el tercer molar superior, la anatomía pulpar y radicular de este diente es extremadamente variable. El abordaje quirúrgico está contraindicado(16).

Variaciones en el Sistema de Conductos

Configuración en forma de C. Es llamado así porque la raíz y el conducto radicular se observa en forma de C en un corte transversal(49). Es más común encontrarlo en segundos molares mandibulares, pero puede ocurrir en premolares, molares maxilares y terceros molares mandibulares(50). La configuración en forma de C se presenta con variaciones en el número y localización de los conductos, como en el curso del conducto de coronal hacia apical(51)(Figura 19 y 20). Otra variación anatómica de los molares mandibulares es la presencia de una raíz adicional localizada lingualmente(radix entomolaris) o bucalmente(radix paramolaris)(52)(Figura 21). La complejidad de esta configuración del conducto resulta ser un desafío en el desbridamiento y obturación, y posiblemente en el pronóstico durante la terapia del conducto radicular(51,53).

Conclusiones

- El conocimiento de la anatomía radicular contribuye al éxito de la MCE, ya que permite realizar un procedimiento más predecible.
Cada individuo posee su anatomía específica y por eso cada caso debe ser analizado detalladamente para obtener un mejor resultado en los procedimientos.
- La CBCT es una herramienta que actualmente provee información muy exacta y es de gran utilidad en la planeación de MCE.

FIGURAS

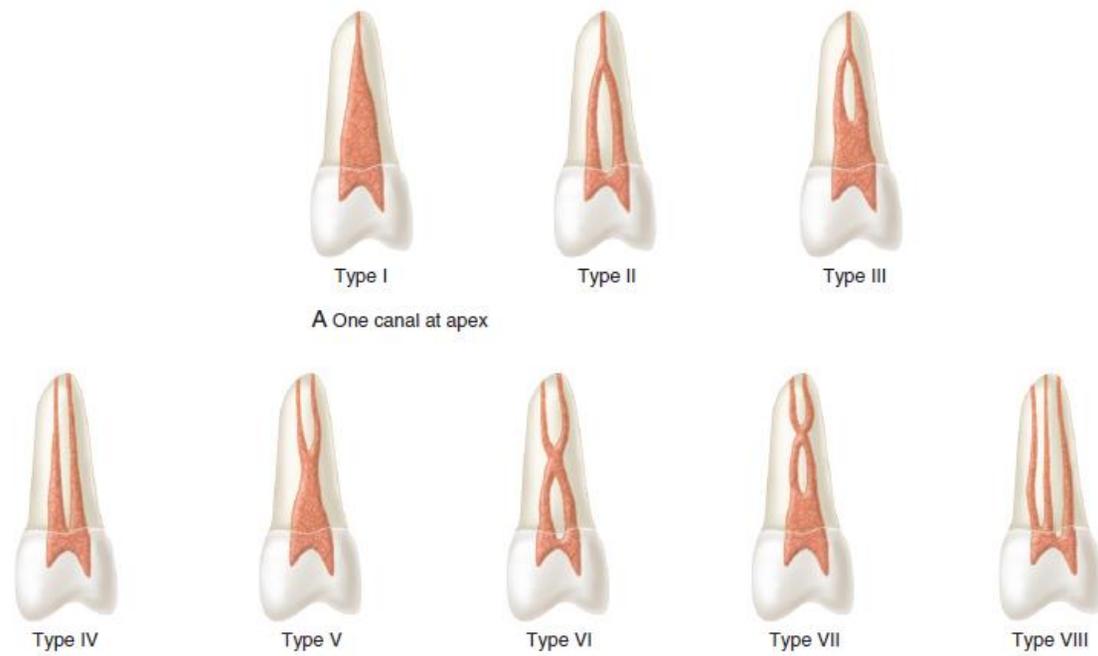


Figura 1. Clasificación del sistema de conductos radiculares según Vertucci(14)

Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. *Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.*

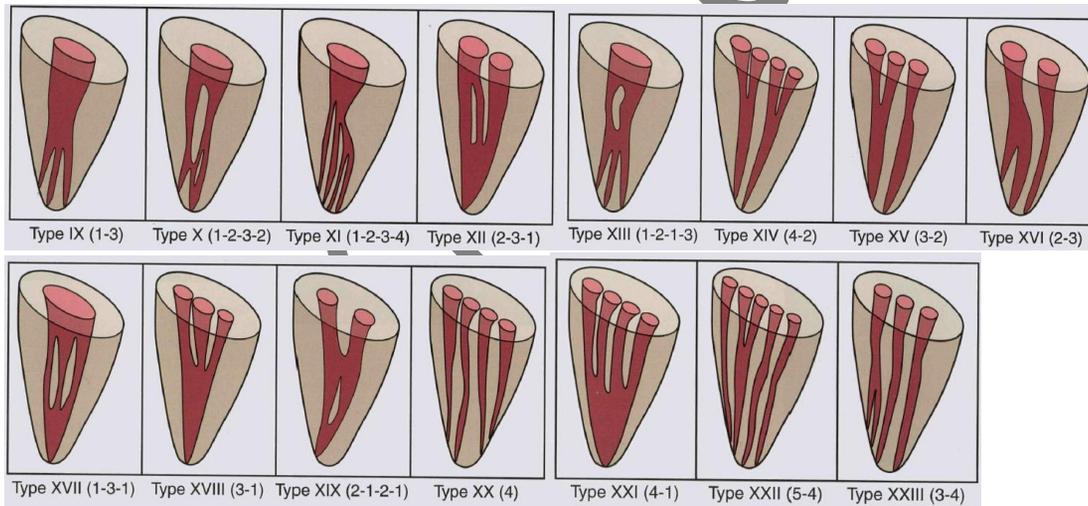


Figura 2. Clasificación del sistema de conductos radiculares de Sert y Bayirli(15)

Tomada de: Sert S, Bayirli GS. *Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. J Endod. junio de 2004;30(6):391-398.*

The Root Canal Anatomy Project
<http://rootcanalanatomy.blogspot.com/>

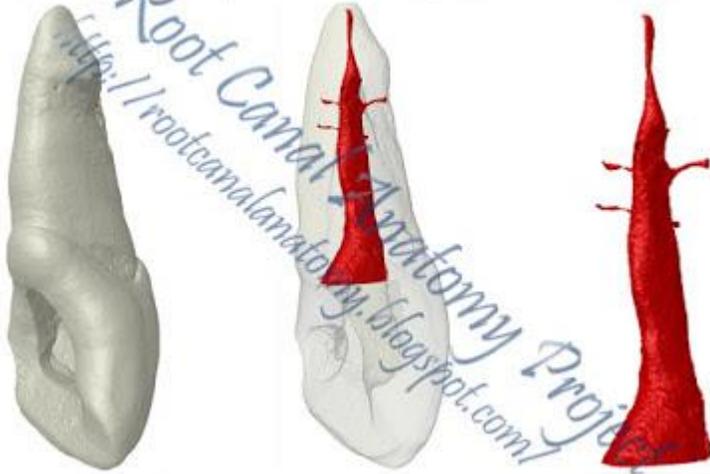


Figura 3. Anatomía radicular y sistema de conducto radicular de incisivo central superior
Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary Central Incisor* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20Central%20Incisor>

Versión preimpresión

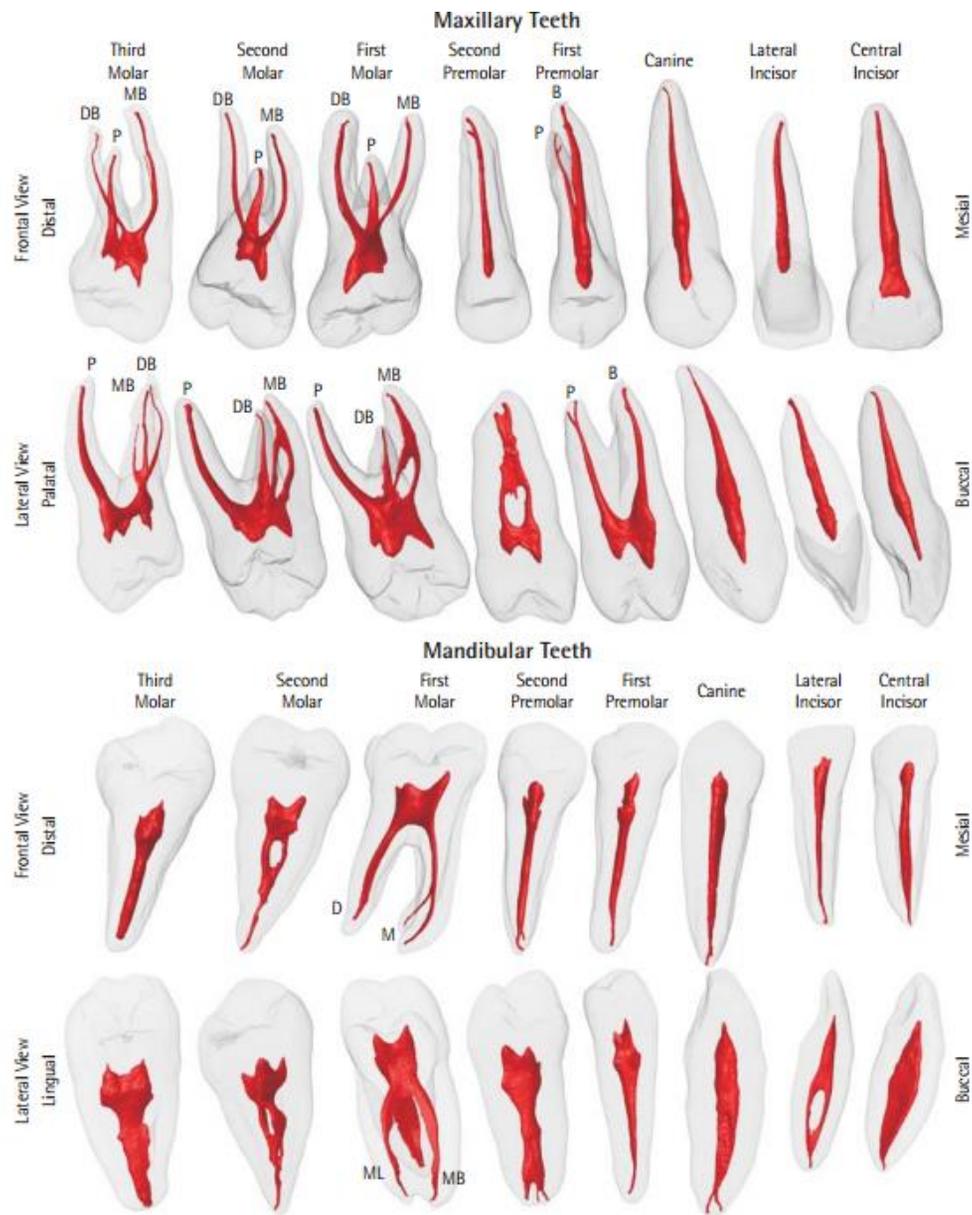


Figura 4. Modelos en tres dimensiones de microtomografía computarizada de las configuraciones más comunes de todos los grupos de dientes. En la mayoría de los dientes, la morfología del conducto radicular más común es la presencia de un conducto por raíz con la excepción de los incisivos mandibulares, los premolares maxilares, la raíz mesiovestibular del primer molar maxilar, y la raíz mesial de los molares mandibulares, los cuales tienen dos conductos. B, bucal; D, distal; DB, distobucal; M, mesial; MB, mesiobucal; P, palatino. (Imagen: Marco Versiani, Pecora y Sousa-Neto, Brasil)

Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Book* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015].
 Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Book>



The Root Canal Anatomy Project
<http://rootcanalanatomy.blogspot.com/>



Figura 5. Anatomía radicular y sistema de conducto radicular de incisivo lateral superior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary Lateral Incisor* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20Lateral%20Incisor>

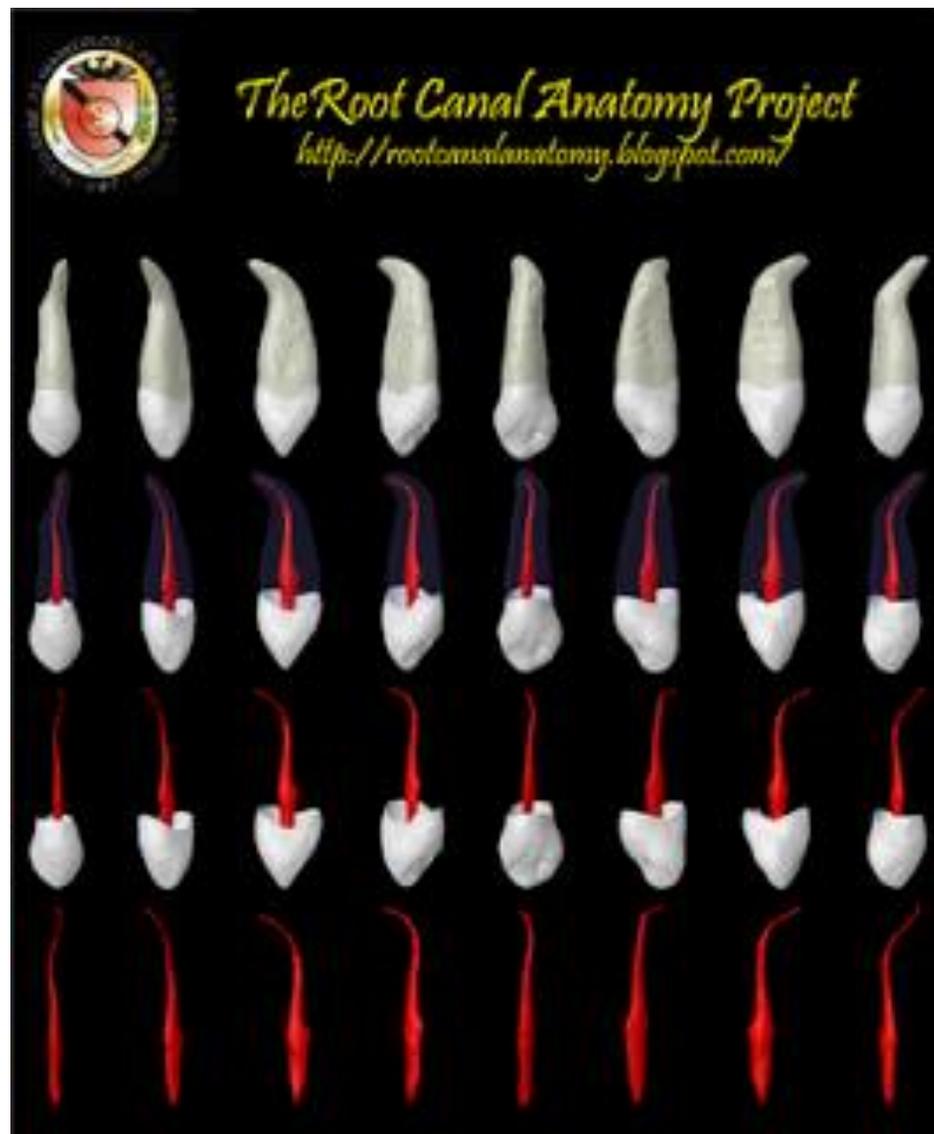


Figura 6. Anatomía radicular y sistema de conducto radicular de canino superior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary Canine* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20Canine>



Figura 7. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de primer premolar superior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary First Premolar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20First%20Premolar>

versión preliminar

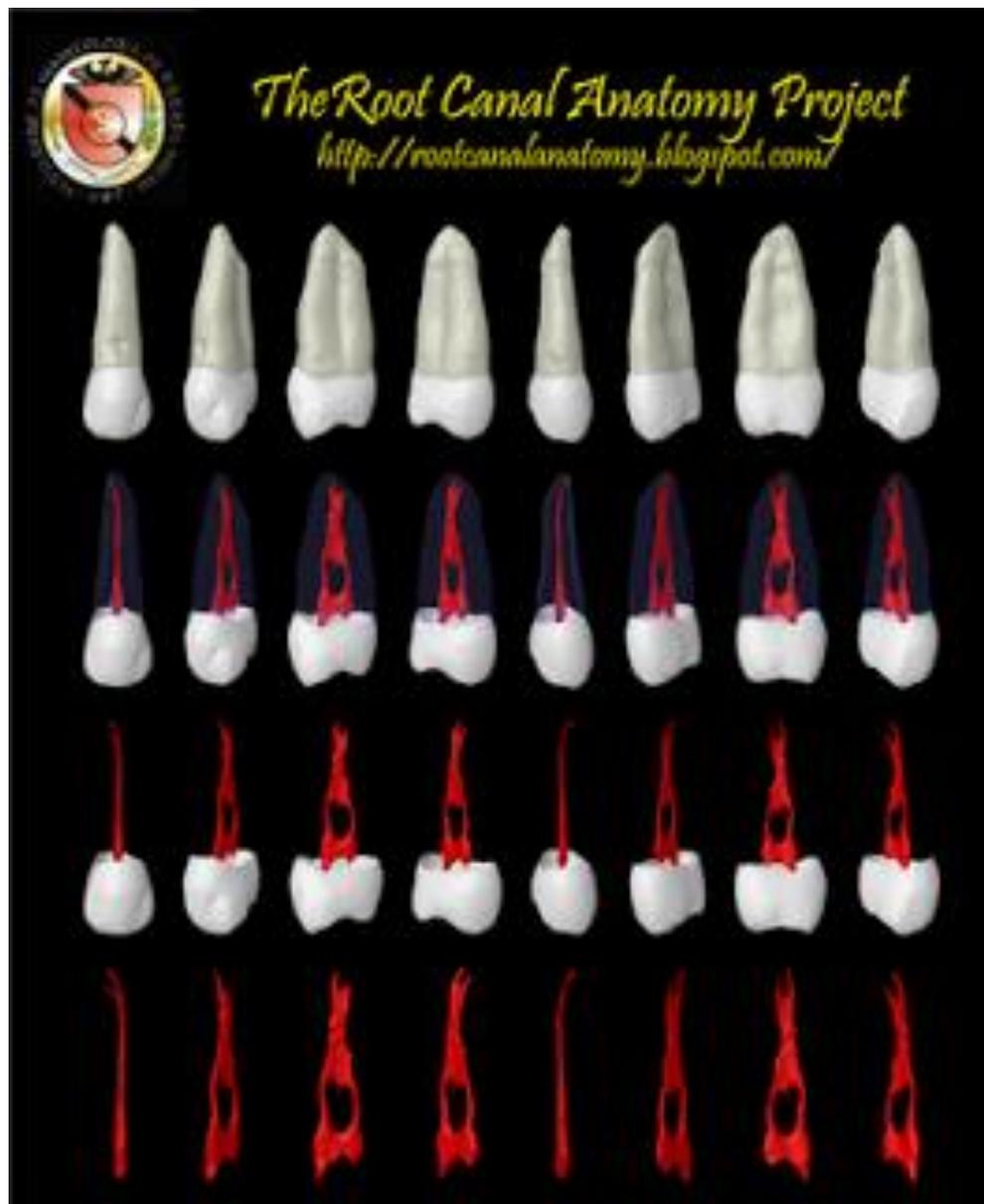


Figura 8. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de segundo premolar superior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary Second Premolar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20Second%20Premolar>

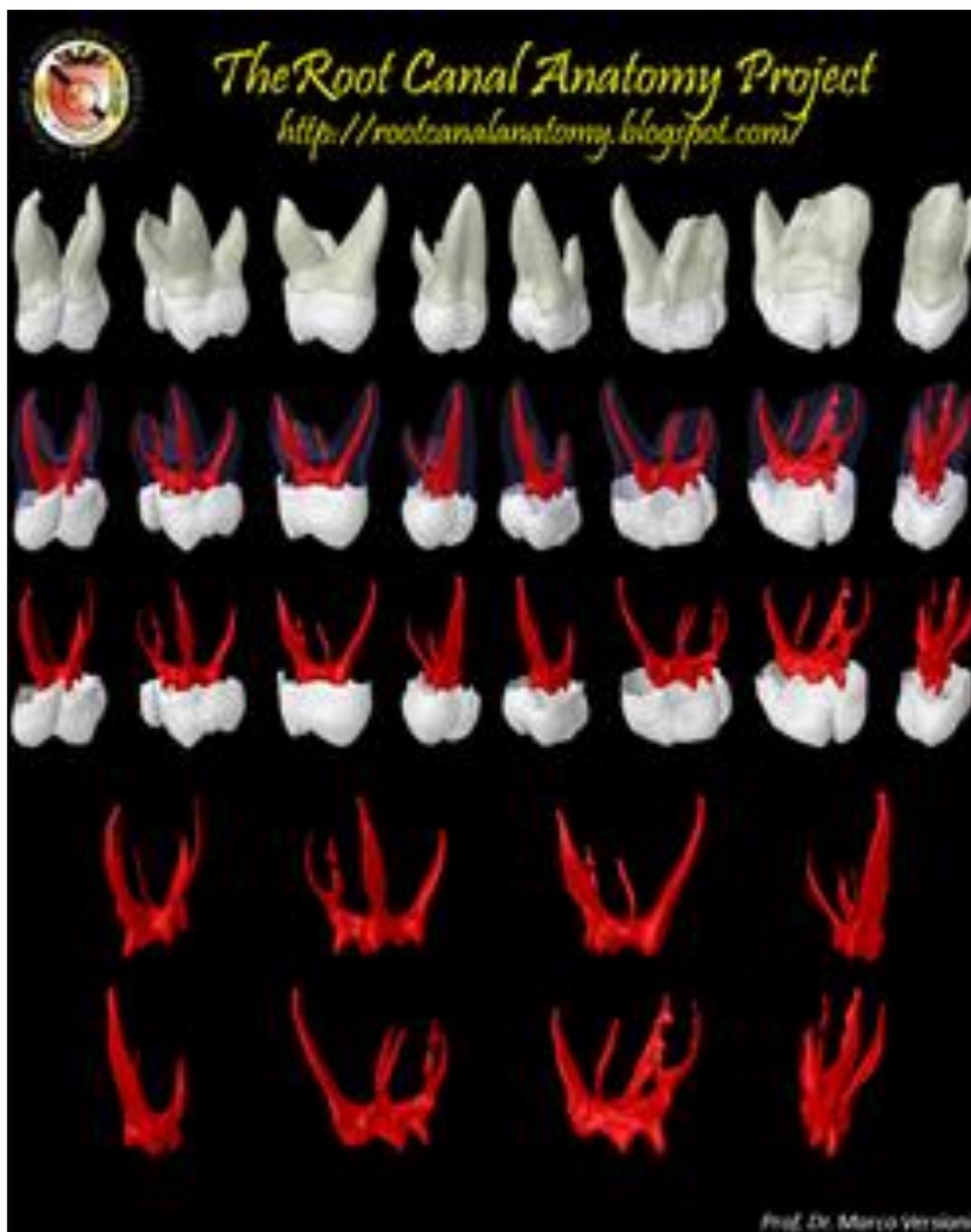


Figura 9. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de primer molar superior.
Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary First Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de:
<http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20First%20Molar>



Figura 10. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de segundo molar superior.

Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Maxillary Second Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Maxillary%20Second%20Molar>

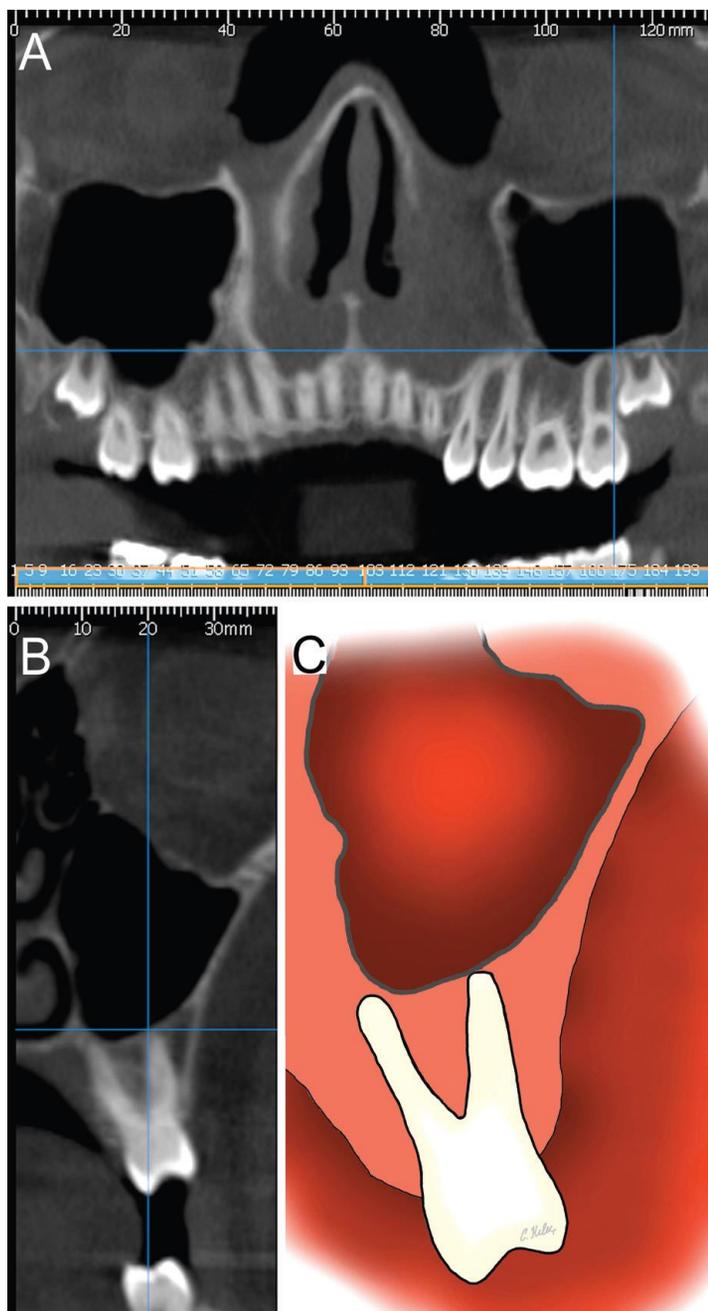


Figura 11. Relación del segundo molar

superior con el seno maxilar. A. plano coronal de maxilar superior. B. plano coronal segundo molar superior. C. dibujo esquemático de la imagen B.

Tomada de: Kilic C, Kamburoglu K, Yuksel SP, Ozen T. *An Assessment of the Relationship Maxillary Sinus Floor and the Maxillary Posterior Teeth Root Tips Using Dental Cone-beam Computerized Tomography.* Eur J Dent. octubre de 2010;4(4):462-467.



Figura 12. Anatomía radicular y sistema de conducto radicular de incisivos inferiores. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Incisors* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Incisors>



Figura 13. Variación en el número de conductos radiculares de incisivos inferiores. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Incisors* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Incisors>

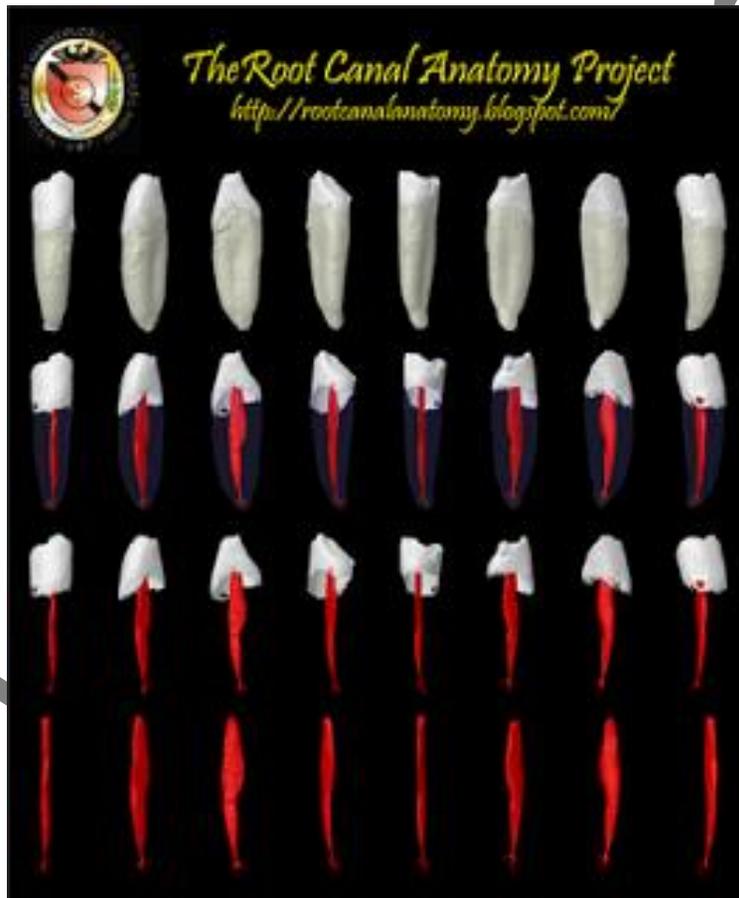


Figura 14. Anatomía radicular y sistema de conducto radicular de canino inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Canine* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Canine>

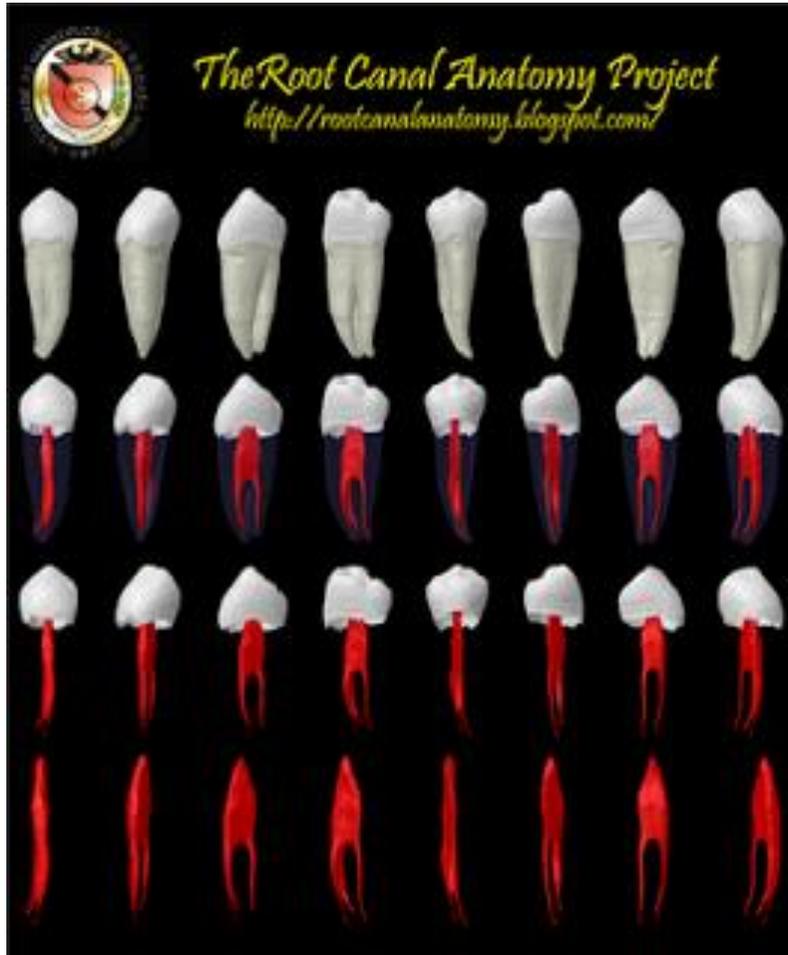


Figura 15. Compleja anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de primer premolar inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular First Premolar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20First%20Premolar>

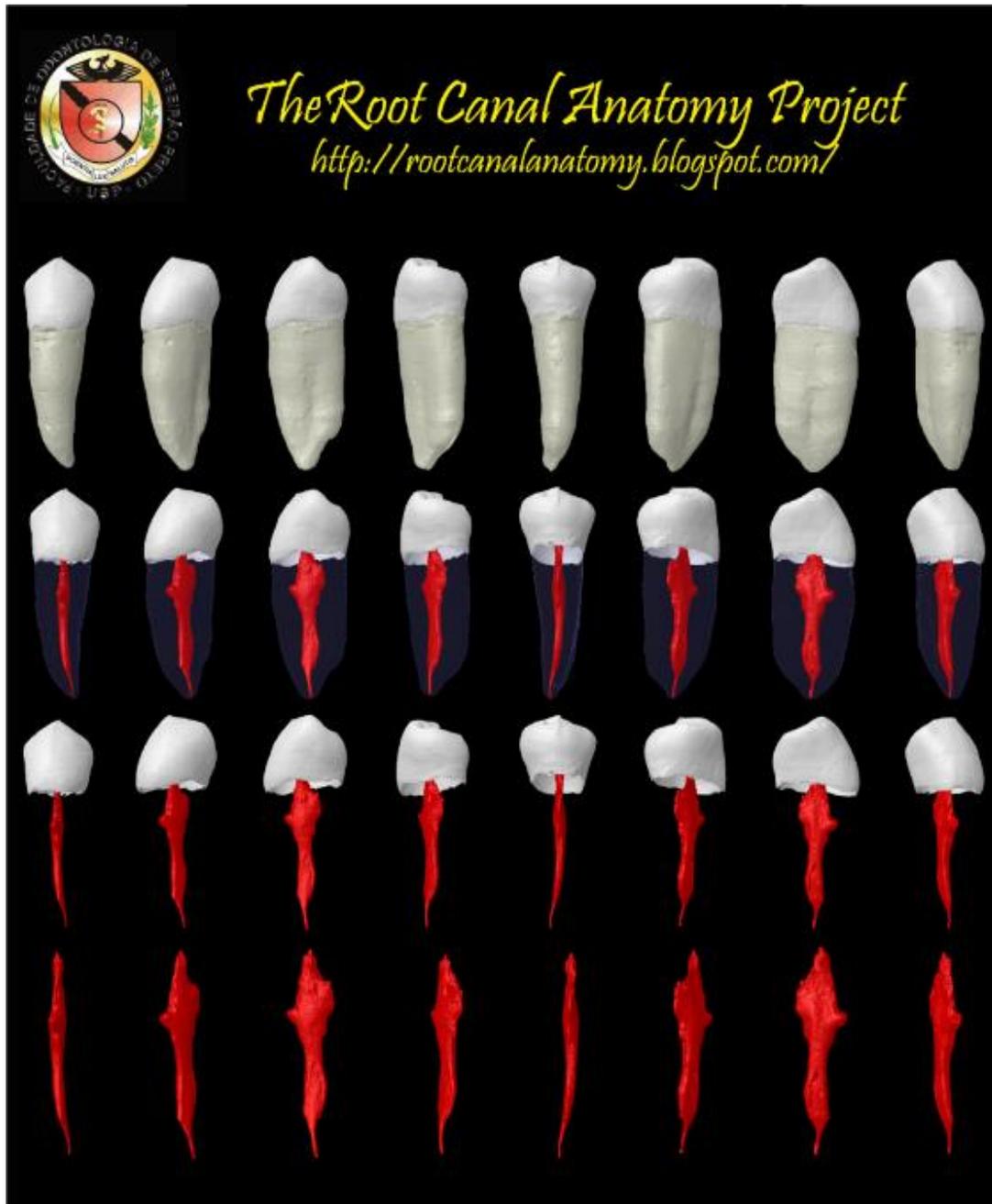


Figura 16. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de segundo premolar inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Second Premolar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Second%20Premolar>

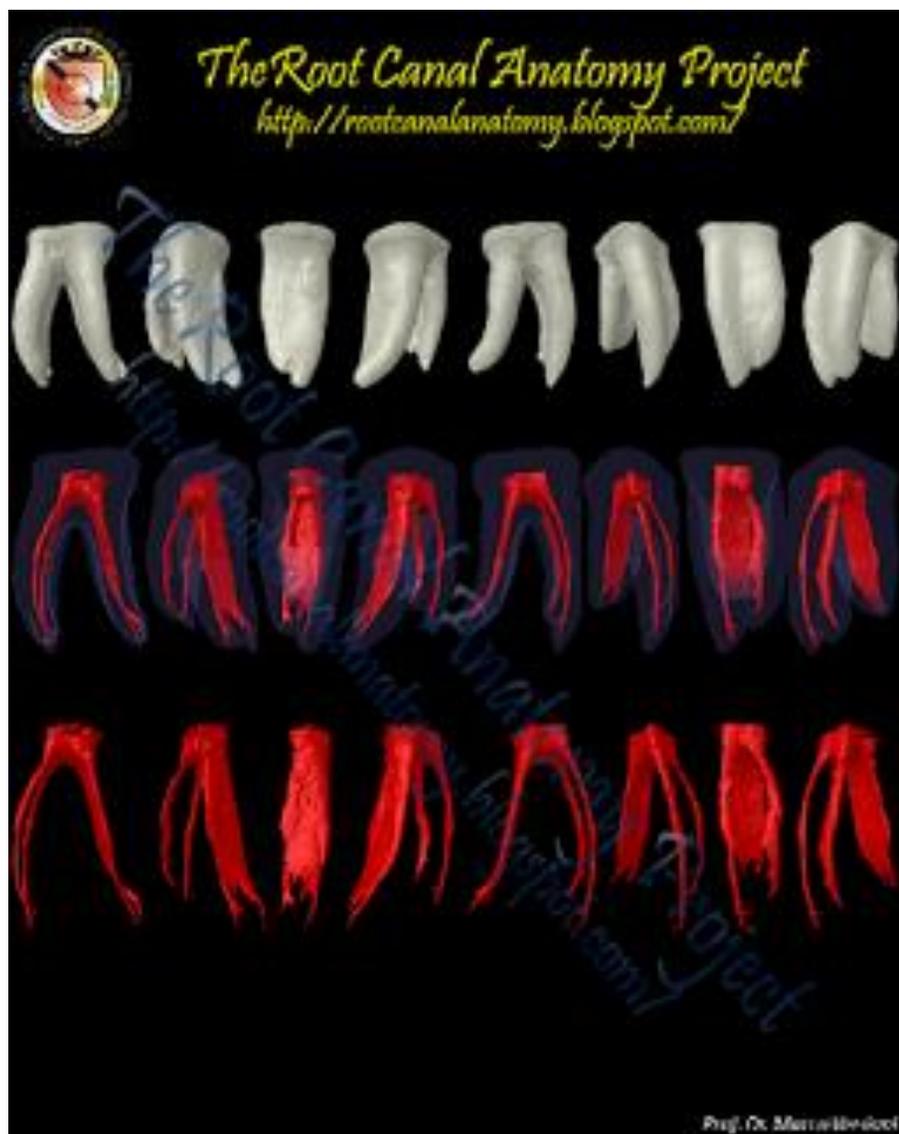
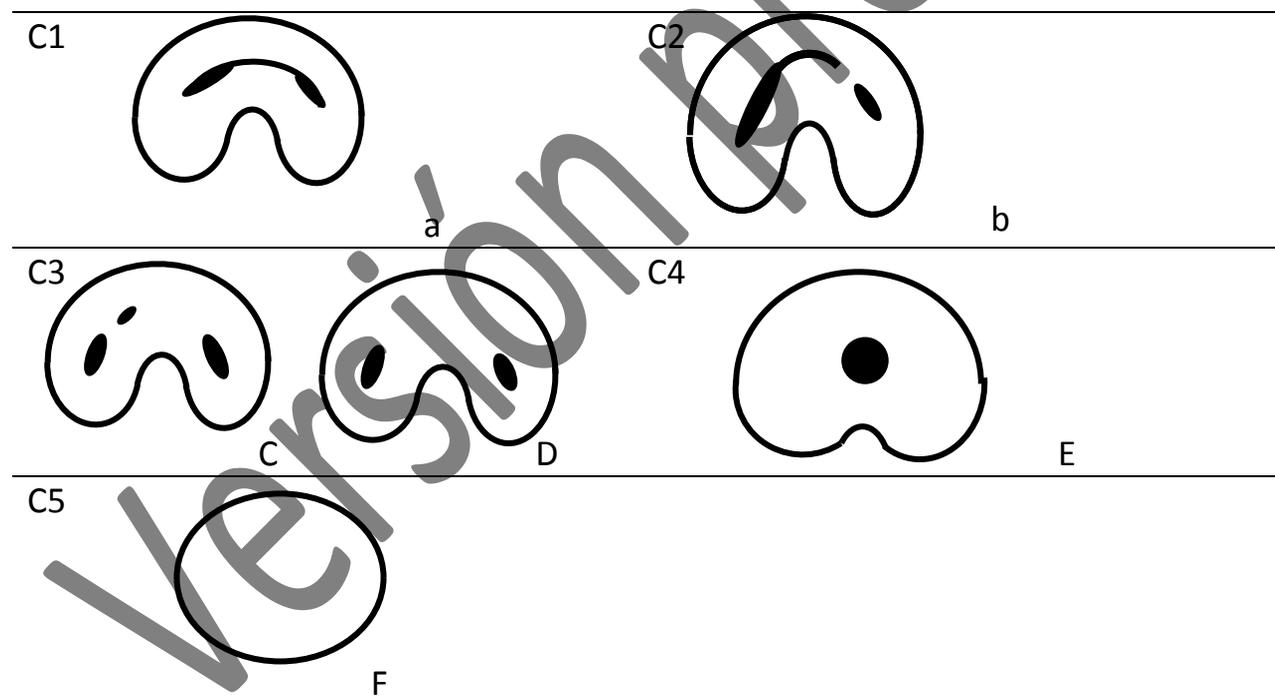


Figura 17. Anatomía radicular y sistema de conductos radiculares de primer molar inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular First Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20First%20Molar>



Figura 18. Sistema de conductos radiculares de segundo molar inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Second Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Second%20Molar>

Figura 19. Clasificación de conductos en forma de C, Fan y colaboradores(54)



Categoría I (C1) La forma en C es ininterrumpida, sin separación o división (Figura A), Categoría II (C2) Forma de C con una interrupción (Figura B), Categoría III (C3) Dos o tres conductos separados (Figura C y D), Categoría IV (C4) Solamente un conducto redondo u oval (Figura E), Categoría V (C5) No se puede observar la luz dentro del conducto (Figura F)

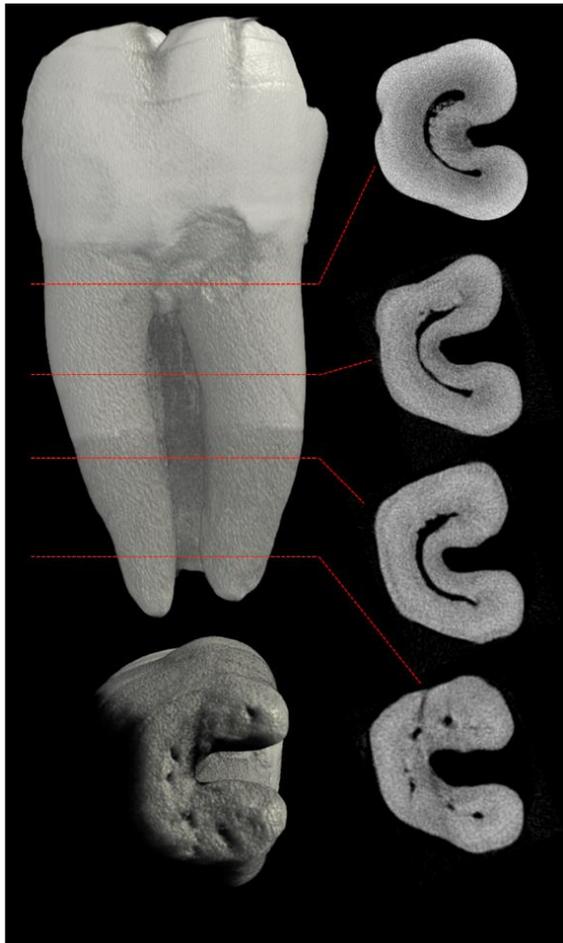


Figura 20. Conducto en forma de C de segundo molar inferior. A la derecha cortes transversales que muestran la continuidad de la forma en C a lo largo de la raíz. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Second Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Second%20Molar>



Figura 21. Radix entomolaris. Obsérvese la presencia de una raíz adicional (flechas) del segundo molar inferior. Tomada de: *The Root Canal Anatomy Project: Mandibular Second Molar* [Internet]. [citado 22 de febrero de 2015]. Recuperado a partir de: <http://rootcanalanatomy.blogspot.com/search/label/Mandibular%20Second%20Molar>

TABLAS

Tabla 1. Clasificación y porcentaje de conductos radiculares en los dientes maxilares.

Diente Maxilar	No. de Dientes	Tipo I (1) Conductos	Tipo II (2-1) Conductos	Tipo III (1-2-1) Conductos	Total Con Uno Conducto en Ápice	Tipo IV (2) Conductos	Tipo V (1-2) Conductos	Tipo VI (2-1-2) Conductos	Tipo VII (1-2-1-2) Conductos	Total Con dos Conductos en Ápice	Tipo VIII (3) Conductos	Total Con Tres Conductos en Ápice
central	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
lateral	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Canino	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
primer premolar	400	8	18	0	26	62	7	0	0	69	5	5
Segundo premolar	200	48	22	5	75	11	6	5	2	24	1	1
Primer molar												
Mesiobucal	100	45	37	0	82	18	0	0	0	18	0	0
Distobucal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Palatino	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Segundo molar												
Mesiobucal	100	71	17	0	88	12	0	0	0	12	0	0
Distobucal	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0
Palatino	100	100	0	0	100	0	0	0	0	0	0	0

Tomada de Vertucci FJ: Root canal anatomy of the human permanent teeth, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 58:589, 1984.(14).

Tabla 2. Clasificación y porcentaje de conductos radiculares en los dientes mandibulares.

Diente Mandibular	No. de Dientes	Tipo I (1) Conductos	Tipo II (2-1) Conductos	Tipo III (1-2-1) Conductos	Total Con Uno Conducto en Ápice	Tipo IV (2) Conductos	Tipo V (1-2) Conductos	Tipo VI (2-1-2) Conductos	Tipo VII (1-2-1-2) Conductos	Total Con dos Conductos en Ápice	Tipo VIII (3) Conductos	Total Con Tres Conductos en Ápice
Incisivo central	100	70	5	22	97	3	0	0	0	3	0	0
Incisivo lateral	100	75	5	18	98	2	0	0	0	2	0	0
Canino	100	78	14	2	94	6	0	0	0	6	0	0
Primer premolar	400	70	0	4	74	1.5	24	0	0	25.5	0.5	0.5
segundo premolar	400	97.5	0	0	97.5	0	2.5	0	0	2.5	0	0
Primer molar												
Mesial	100	12	28	0	40	43	8	10	0	59	1	1
Distal	100	70	15	0	85	5	8	2	0	15	0	0
Segundo molar												
Mesial	100	27	38	0	65	26	9	0	0	35	0	0
Distal	100	92	3	0	95	4	1	0	0	5	0	0

Tomada de Vertucci FJ: Root canal anatomy of the human permanent teeth, Oral Surg Oral Med Oral Pathol 58:589, 1984.(14).

Tabla 3. Estudios de configuraciones de conductos para la raíz mesiobucal del primer molar maxilar.

Autor	Tipo de estudio	País	Un conducto (%) \pm	Dos conductos (%) \pm	Tres Conductos (%)
Vertucci	Aclaramiento	USA	82 (17)	18	—
Pineda y Kuttler	Radiográfico	México	51.5 (12.2)	48.5 (12.8)	—

Caliskan et al	Aclaramiento	Turquía	75.4 (41)	24.6 (1.6)	—
Acosta Vigouraux y Trugeda Bosaans	Sección y magnificación	Chile	28.4	69.3	2.3
Seidberg et al	Sección	USA	75 (37)	25	—
Weine et al	Sección	USA	86 (37.5)	14	—
Stropko	Clínico (microscopio)	USA	45.1 (38.1)	54.9	—
Fogel et al	Clínico (microscopio)	Canadá	68.3 (39.4)	31.7	—
Pomeranz y Fishelberg	Aclaramiento	USA	52 (21)	48	—
Kulild y Peters	In vitro (microscopio)	USA	41 (38.6)	59 (2.4)	—
Thomas et al	Radiográfico	USA	73.6 (27.3)	26.4 (12)	—
Neaverth et al	Clínico		37.7 (16.7)	61.9 (1.8)	0.4
Weine et al	Radiografías con limas	Japón	66.2 (24.2)	33.8 (3.4)	—
Gilles y Reader	SEM y microscopio	USA	61.9 (52.4)	38.1 (4.8)	—
Pecora et al	Aclaramiento	Brasil	92.5 (17.5)	7.5	—
Hartwell y Bellizzi	Clínico (raíz mesiobucal de primer molar maxilar)	USA	81.4	18.6	—
Weller y Hartwell	Radiografía de conducto radicular	USA	61	39	—
Wasti et al	Aclaramiento	Pakistán	56.6 (23.3)	43.4 (13.3)	—
al Shalabi et al	Aclaramiento	Irrel	36.4 conducto radicular	62.6 (6.1)	1
Bond et al	Clínico	Pakistán	—	Reporte de caso	—
Beatty	Clínico	USA	—	—	Reporte de caso
Maggiore et al	Clínico	USA	—	Reporte de caso	—
Cecic et al	Clínico	USA	—	Reporte de caso	—
Baratto-Filho et al	Clínico	Brasil	Reporte de caso	—	—
Wong	Clínico	USA	Reporte de caso	—	—
Alavi et al	Aclaramiento	Tailandia	53.8	46.2	—
Sert y Bayirli	Aclaramiento (hombres)	Turquía	65 (62)	34 (6)	—
	Aclaramiento (mujeres)	Turquía	57 (7)	43 (16)	—
Ng et al	Aclaramiento	Birmania	57.8	41.1	—
Zaatar et al	Radiografías de conductos radiculares	Kuwait	85	15	—
Sykaras y Economou	Radiografías y microscopio	Grecia	91 (23)	9	—
Imura et al	Aclaramiento	Japón	11.8	88.2	—
Nosonowitz y Brenner	Clínico	USA	84.9	15.1	—
Pattanshetti et al	Clínico	Kuwait	100 (41.8)	—	—
Smadi y Khraisat	Aclaramiento	Jordania	53 (30)	47 (11)	—
Rwenyonyi et al	Aclaramiento (raíz mesiobucal)	Uganda	80.1 (5)	19.4 (9.1)	0.5
	Aclaramiento (raíz distobucal)	Uganda	98.2 (0.5)	(1.8)	—

SEM, microscopía electrónica de barrido. * Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales dos conductos se unen para formar uno. † Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales un conducto se divide para formar dos.

Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. *Cohen's pathways of the pulp*. 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.

Tabla 4. Clasificación de molar maxilar con cuatro raíces con raíz palatina accesoria.

Clasificación de Christie et al.(25), Baratto-Filho et al.(26)

Tipo I	Molares maxilares con dos raíces palatinas divergentes que son largas y tortuosas. La raíz bucal es a menudo en forma de 'cuerno de vaca' y menos divergente
Tipo II	Molar maxilar con cuatro raíces separadas, pero las raíces son cortas, corren

	paralelas, tienen morfología bucal y palatina, y tienen ápice romo
Tipo III	Molar maxilar con cuatro raíces pero son constreñidas en morfología radicular con los conductos mesiopalatino y distopalatino encajados en una red de dentina
Tipo IV	Molar maxilar con cuatro raíces pero la raíz accesoria palatina esta fusionada con la raíz mesiobucal hasta el nivel apical

Tabla 5. Clasificación de molar maxilar con cuatro raíces con raíz palatina accesoria

Clasificación de Carlsen and Alexandersen(27)

Radix mesiolingualis	Una raíz accesoria que tiene afinidad directa a la parte mesiopalatina de la corona molar maxilar, la cual es muy pronunciada. Puede estar separada / o no separada
Radix distolingualis	Una raíz accesoria que tiene afinidad directa con la parte distopalatina de la corona molar maxilar, la cual es muy pronunciada. Puede estar separada, no separada o separada / no separada
Radix mesiolingualis / distolingualis	Ambas raíces mesiopalatina y distopalatina tiene afinidad directa hacia la parte muy pronunciada mesiopalatina y distopalatina de la corona molar maxilar respectivamente. Pueden estar separadas, no separadas o separadas / no separadas

Version preimpresora

Tabla 6. Estudios de configuración apical de conductos para el primer premolar inferior.

Autor	Tipo de estudio	País	Un conducto (%)	Dos conductos (%) [*]	Tres conductos (%)	Cuatro conductos (%)
Vertucci	Aclaramiento	USA	74	25.5 (24)	0.5	—
Pineda and Kuttler	Radiográfico	México	74.2	24.9 (23.4)	0.9	—
Caliskan et al	Aclaramiento	Turquía	75.5 (7.6 [±])	18.8 (9.4)	5.7	—
Zillich and Dowson	Radiográfico	USA	80.7	18.9	0.4	—
Baisden et al	sección	USA	76	24 (24)	—	—
Yoshioka et al	Aclaramiento	Japón	80.6	15.1 [‡]	4.3	—
Trope et al	Radiográfico	USA				
pacientes negros			67.3	—	32.8	—
pacientes blancos			86.3	—	13.7	—
Green	Sección y microscopio	USA	94 (4)	6 (2)	—	—
Sert and Bayirli	Aclaramiento (hombres)	Turquía	85 (20)	15 (5)	0	—
	Aclaramiento (mujeres)	Turquía	94 (38)	4	2	—
Zaatar et al	Radiografía de conductos radiculares	Kuwait	60	40	—	—
Walker	Radiográfico	China	65	35	—	—
Nallapati	Clínico	USA	—	—	Reporte de caso	—
Moayed and Lata	Clínico	—	—	—	Reporte de caso	—
Yang	Clínico	Australia	—	—	Reporte de caso	—
Chan et al	Clínico	Taiwán, China	—	—	Reporte de caso	—
England et al	Clínico	USA	—	Case report	—	—
Hülsman	Clínico	Alemania	—	—	Reporte de caso	—
Lu et al	Radiografía y sección	China	60	40	—	—
Al-Qudah and Awawdeh	Aclaramiento	Jordania	64.8 (6.6)	33 (18.6)	2.2	—

* Números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales un conducto se divide para formar dos. † Porcentaje de casos en los cuales dos conductos se unen para formar uno. ‡ Porcentaje de casos en los cuales un conducto se divide en dos, luego se une para formar uno (Vertucci tipo VI).

Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.

Tabla 7. Estudios de configuración apical de conductos para la raíz mesial del primer molar inferior.

Autor	Tipo de estudio	País	Un conducto (%) [*]	Dos conductos (%) [†]	Tres conductos (%)	Cuatro conductos (%)
Vertucci	Aclaramiento	USA	40 (28)	59 (8)	1	—
Pineda and Kuttler	Radiográfico	México	43 (30)	57 (7)	—	—
Caliskan et al	Aclaramiento	Turquía	40 (37)	56.6 (7)	3.4	—
Skidmore and Bjorndal	Resina fundida	USA	44.5 (38)	55.5	—	—
Pomeranz et al	Clínico	USA	—	1.6	1.6	—
Wasti et al	Aclaramiento	Pakistán	(23)	73.7	3.3	—
Zaatar et al	Aclaramiento	Kuwait	63.3 (57)	34.7	—	—
Sperber and Moreau	Sección	Senegal	(16)	84	—	—
Gulabivala et al	Aclaramiento	Pakistán	43 (29)	50 (6)	7	—
Beatty and Krell	Clínico	USA	—	—	Reporte de caso	—
Martinez-Berná and Badanelli	Clínico	España	—	—	Reporte de caso	—
Fabra-Campos	Clínico	España	—	—	Reporte de caso	—
Baugh and Wallace	Clínico	USA	—	Reporte de caso (3 → 2) [§]	—	—
Ricucci	Clínico	Italia	—	Reporte de caso (3 → 2) [§]	—	—
DeGroot and Cunningham	Clínico	USA	—	Reporte de caso (3 → 2) [§]	—	—
Jacobsen et al	Clínico	USA	—	Reporte de caso (3 → 2) [§]	Reporte de caso	Reporte de caso
Reeh	Clínico	USA	—	—	—	Reporte de caso
Sert and Bayirli	Aclaramiento (hombres)	Turquía	52 (52)	44 (3)	3	—
	Aclaramiento (mujeres)	Turquía	49 (46)	51 (6)	—	—
Walker	Radiográfico	Sur de China	24	75	1	—
da Costa et al	Aclaramiento	Brasil	54.6	45.4	—	—
Pattanshetti et al	Clínico	Kuwait	(100)	—	—	—

[‡] Incidencia estudiada solamente en la mitad de conductos mesiales. * Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales dos conductos se unen para formar uno. † Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales un conducto se divide para formar dos. § Tres conductos se reconfigurados para formar dos; 2% representa tres conductos que se unen en dos. Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. *Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.*

Tabla 8. Estudios de configuración apical de conductos del segundo molar mandibular

Autor	Tipo de estudio	País	Raíz	Un conducto (%) *	Dos conductos (%) †	Tres conductos (%)	Otros (%)
Vertucci	Aclaramiento	USA	Mesial	65 (38)	35 (9)	—	—
Pineda and Kuttler	Radiográfico	México	Mesial	78.6 (21)	21.4 (8)	—	—
Caliskan et al	Aclaramiento	Turquía	Mesial	41.2 (19)	56.9	2	—
Weine et al	Radiográfico con lima	USA	Mesial	56 (52)	40	—	1.3 (un conducto); 2.7 (shaped)
Manning	Aclaramiento	Australia	Mesial	73.5 (32)	24.5 (10)	2	—
Wells and Bernier	Clínico	USA	Mesial	Reporte de caso	—	—	—
Beatty and Krell	Clínico	USA	Mesial	—	—	Reporte de caso	—
Pomeranz et al	Clínico	USA	Mesial	—	2.6 (3 → 2) §	2.6	—
Sert and Bayirli	Aclaramiento (hombres)	Turquía	Mesial	70 (56)	30 (7)	—	—
	Aclaramiento (mujeres)	Turquía	Mesial	61 (50)	39 (6)	—	—
Vertucci	Aclaramiento	USA	Distal	95 (3)	4 (1)	—	—
Pineda and Kuttler	Radiográfico	México	Distal	96.5 (2)	3.5 (0.5)	—	—
Caliskan et al	Aclaramiento	Turquía	Distal	96.1 (14)	3.9	—	—
Weine et al	Radiográfico con lima	USA	Distal	94.6 (9)	1.3	1.3 (un conducto); 2.7 shaped	—
Manning	Aclaramiento	Australia	Distal	98.3	(1.7)	—	—
Beatty and Krell	Clínico	USA	Distal	—	Reporte de caso	—	—
Wells and Bernier	Clínico	USA	Distal	Reporte de caso (M y D juntos)	—	—	—
Sert and Bayirli	Aclaramiento (hombres)	Turquía	Distal	96 (18)	4 (2)	—	—
	Aclaramiento (mujeres)	Turquía	Distal	93 (19)	7 (5)	—	—

M, Medial; D, distal. ‡ Incidencia estudiada solamente en la mitad de conductos mesiales. * Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales dos conductos se unen para formar uno. † Los números en paréntesis representan el porcentaje de casos en los cuales un conducto se divide para formar dos. § Tres conductos se reconfigurados para formar dos.
Tomada de: Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. *Cohen's pathways of the pulp. 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.*

ANEXO

Diámetro del conducto (media) a 1, 2 y 5 mm del ápice.

Diente	Posición	Bucal/lingual			Mesial/distal		
		1 mm	2mm	5 mm	1 mm	2 mm	5 mm
Maxilar							
Incisivo Central		0.34	0.47	0.76	0.3	0.36	0.54
Incisivo Lateral		0.45	0.6	0.77	0.33	0.33	0.47
Canino		0.31	0.58	0.63	0.29	0.44	0.5
Premolar							
conducto único		0.37	0.63	1.13	0.26	0.41	0.38
Bucal		0.3	0.4	0.35	0.23	0.31	0.31
Palatino		0.23	0.37	0.42	0.17	0.26	0.33
Molar							
Raíz mesiobucal		0.43	0.46	0.96	0.22	0.32	0.29
MB1		0.19	0.37	0.46	0.13	0.27	0.32
MB2		0.19	0.31	0.38	0.16	0.16	0.16
Distobucal		0.22	0.33	0.49	0.17	0.25	0.31
Palatina		0.29	0.4	0.55	0.33	0.4	0.74
Mandibular							
Incisivos		0.37	0.52	0.81	0.25	0.25	0.29
Canino		0.47	0.45	0.74	0.36	0.36	0.57
Premolar							
Raíz única		0.35	0.4	0.76	0.28	0.32	0.49
Bucal		0.2	0.34	0.36	0.23	0.29	0.41
Lingual		0.13	0.32	0.37	0.18	0.21	0.17
Molar							
Raíz única		0.45	0.8	2.11	0.22	0.3	0.29
Mesiobucal		0.4	0.42	0.64	0.21	0.26	0.32
Mesiolingual		0.38	0.44	0.61	0.28	0.24	0.35
Distal		0.46	0.5	1.07	0.35	0.34	0.59

Tomada de: Wu M-K, R'oris A, Barkis D, Wesselink P: Prevalence and extent of long oval canals in the apical third, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 89:739, 2000.

Referencias

1. Kim S. Principles of endodontic microsurgery. *Dent Clin North Am.* 1997;41(3):481-497.
2. Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: a review. *J Endod.* 2006;32(7):601-623.
3. Kim S. Color atlas of microsurgery in endodontics. Philadelphia: W.B. Saunders; 2001.
4. Rouhani A, Bagherpour A, Akbari M, Azizi M, Nejat A, Naghavi N. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary first and second molars in Iranian population: a morphological study. *Iran Endod J.* 2014;9(3):190-194.
5. Forsberg J. A comparison of the paralleling and bisecting-angle radiographic techniques in endodontics. *Int Endod J.* 1987;20(4):177-182.
6. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009;42(6):447-462.
7. Pascon EA, Marrelli M, Congi O, Ciancio R, Miceli F, Versiani MA. An in vivo comparison of working length determination of two frequency-based electronic apex locators. *Int Endod J.* 2009;42(11):1026-1031.
8. Miracle AC, Mukherji SK. Conebeam CT of the head and neck, part 2: clinical applications. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009;30(7):1285-1292.
9. Chisci G. Re: Hashemi HM, Beshkar M, Aghajani R. The effect of sutureless wound closure on postoperative pain and swelling after impacted mandibular third molar surgery. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2012;50(April(3)):256-258. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2011.04.075>. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2013;51(8):e321.
10. Yajima A, Otonari-Yamamoto M, Sano T, Hayakawa Y, Otonari T, Tanabe K, et al. Cone-beam CT (CB Throne) applied to dentomaxillofacial region. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2006;47(3):133-141.
11. Somalinga Amardeep N, Raghu S, Natanasabapathy V. Root canal morphology of permanent maxillary and mandibular canines in Indian population using cone beam computed tomography. *Anat Res Int.* 2014;2014:731859.
12. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. *J Endod.* 2010;36(9):1547-1551.
13. Weine FS, Hayami S, Hata G, Toda T. Canal configuration of the mesiobuccal root of the maxillary first molar of a Japanese sub-population. *Int Endod J.* 1999;32(2):79-87.
14. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984;58(5):589-599.
15. Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. *J Endod.* 2004;30(6):391-398.
16. Gutmann JL, Harrison JW. *Surgical Endodontics.* St. Louis: Ishiyaku EuroAmerica; 1991. 468 p.
17. Gulabivala K, Walker RT, Stock C. *Endodontics.* Edinburgh; New York: Elsevier, Mosby; 2004.
18. Gondim E, Setzer F, Zingg P, Karabucak B. A maxillary central incisor with three root canals: a case report. *J Endod.* 2009;35(10):1445-1447.
19. Kottoor J, Murugesan R, Albuquerque DV. A maxillary lateral incisor with four root canals. *Int Endod J.* 2012;45(4):393-397.
20. Goldberg F, Soares JJ. *Endodoncia Técnica y fundamentos.* Buenos Aires, Argentina: Panamericana; 2002.

21. Von Arx T, Fodich I, Bornstein MM. Proximity of premolar roots to maxillary sinus: a radiographic survey using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2014;40(10):1541-1548.
22. Neville BW. *Oral & maxillofacial pathology.* Philadelphia: W.B. Saunders; 2002.
23. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. *J Endod.* 2006;32(9):813-821.
24. Ahmed HMA, Abbott PV. Accessory roots in maxillary molar teeth: a review and endodontic considerations. *Aust Dent J.* junio de 2012;57(2):123-131; quiz 248.
25. Christie WH, Peikoff MD, Fogel HM. Maxillary molars with two palatal roots: a retrospective clinical study. *J Endod.* 1991;17(2):80-84.
26. Baratto-Filho F, Fariniuk LF, Ferreira EL, Pecora JD, Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD. Clinical and macroscopic study of maxillary molars with two palatal roots. *Int Endod J.* 2002;35(9):796-801.
27. Carlsen O, Alexandersen V. Radix mesiolingualis and radix distolingualis in a collection of permanent maxillary molars. *Acta Odontol Scand.* 2000;58(5):229-236.
28. Kilic C, Kamburoglu K, Yuksel SP, Ozen T. An Assessment of the Relationship between the Maxillary Sinus Floor and the Maxillary Posterior Teeth Root Tips Using Dental Cone-beam Computerized Tomography. *Eur J Dent.* 2010;4(4):462-467.
29. Eberhardt JA, Torabinejad M, Christiansen EL. A computed tomographic study of the distances between the maxillary sinus floor and the apices of the maxillary posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992;73(3):345-346.
30. García B, Martorell L, Martí E, Peñarrocha M. Periapical surgery of maxillary posterior teeth. A review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2006;11(2):E146-150.
31. Waite DE. Maxillary sinus. *Dent Clin North Am.* 1971;15(2):349-368.
32. Gomes BP, Rodrigues HH, Tancredo N. The use of a modelling technique to investigate the root canal morphology of mandibular incisors. *Int Endod J.* 1996;29(1):29-36.
33. Hargreaves KM, Cohen S, Berman LH, editores. *Cohen's pathways of the pulp.* 10th ed. St. Louis, Mo: Mosby Elsevier; 2011. 952 p.
34. Madeira MC, Hetem S. Incidence of bifurcations in mandibular incisors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1973;36(4):589-591.
35. Laws AJ. Prevalence of canal irregularities in mandibular incisors: a radiographic study. *N Z Dent J.* 1971;67(309):181-186.
36. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. *Int Endod J.* 2013;46(9):800-807.
37. Pécora JD, Sousa Neto MD, Saquy PC. Internal anatomy, direction and number of roots and size of human mandibular canines. *Braz Dent J.* 1993;4(1):53-57.
38. Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. The anatomy of two-rooted mandibular canines determined using micro-computed tomography. *Int Endod J.* 2011;44(7):682-687.
39. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. Anomalous mandibular premolars: a mandibular first premolar with three roots and a mandibular second premolar with a C-shaped canal system. *Int Endod J.* 2008;41(11):1005-1014.

40. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(6):739-743.
41. Trope M, Effenbein L, Tronstad L. Mandibular premolars with more than one root canal in different race groups. *J Endod.* 1986;12(8):343-345.
42. Farmakis E-T. Four-rooted mandibular second premolar. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc.* 2008;34(3):126-128.
43. Macri E, Zmener O. Five canals in a mandibular second premolar. *J Endod.* 2000;26(5):304-305.
44. Ordinola-Zapata R, Monteiro Bramante C, Gagliardi Minotti P, Cavalini Cavenago B, Gutmann JL, Moldauer BI, et al. Micro-CT evaluation of C-shaped mandibular first premolars in a Brazilian subpopulation. *Int Endod J.* 2015; 48(8):807-813
45. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CCS. The root and root canal morphology of the human mandibular second premolar: a literature review. *J Endod.* 2007;33(9):1031-1037.
46. Von Arx T, Friedli M, Sendi P, Lozanoff S, Bornstein MM. Location and dimensions of the mental foramen: a radiographic analysis by using cone-beam computed tomography. *J Endod.* 2013;39(12):1522-1528.
47. Plotino G, Tocci L, Grande NM, Testarelli L, Messineo D, Ciotti M, et al. Symmetry of root and root canal morphology of maxillary and mandibular molars in a white population: a cone-beam computed tomography study in vivo. *J Endod.* 2013;39(12):1545-1548.
48. Gulabivala K, Opananon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod J.* 2002;35(1):56-62.
49. Rahimi S, Shahi S, Lotfi M, Zand V, Abdolrahimi M, Es'haghi R. Root canal configuration and the prevalence of C-shaped canals in mandibular second molars in an Iranian population. *J Oral Sci.* 2008;50(1):9-13.
50. Fernandes M, de Ataide I, Wagle R. C-shaped root canal configuration: A review of literature. *J Conserv Dent JCD.* 2014;17(4):312-319.
51. Melton DC, Krell KV, Fuller MW. Anatomical and histological features of C-shaped canals in mandibular second molars. *J Endod.* 1991;17(8):384-388.
52. Calberson FL, De Moor RJ, Deroose CA. The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod.* 2007;33(1):58-63.
53. Chai WL, Thong YL. Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. *J Endod.* 2004;30(7):509-512.
54. Fan B, Cheung GSP, Fan M, Gutmann JL, Bian Z. C-shaped canal system in mandibular second molars: Part I--Anatomical features. *J Endod.* 2004;30(12):899-903.