



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ANATOMÍA INTERNA
DEL DIENTE SEGUNDO MOLAR INFERIOR.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

TANIA EDITH TORRES PÉREZ

TUTOR: Esp. JESÚS ENRIQUE SANTOS ESPINOZA

ASESORA: Esp. BRENDA IVONNE BARRÓN MARTÍNEZ

MÉXICO, D.F.

2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

Gracias...

A Dios por haberme llenado de bendiciones durante este trayecto.

A mi familia , Ma. Angela Pérez Álvarez y Emilio Torres López, mis padres y Sergio Aldair y Miguel Angel Torres Pérez, mis hermanos, por su apoyo incondicional, su amor y cariño ante los momentos más difíciles, por su paciencia y motivación de distintas formas, por ello recuerden que son parte de este logro que juntos hemos construido.

A personas que han formado parte de mi vida y que de una u otra manera seguirán formando parte de ella, porque se han convertido en parte de mi familia al otorgarme ese apoyo incondicional y sobre todo porque los admiro como personas y profesionistas, son un ejemplo para mí porque me llenan de motivación para seguir adelante, especialmente a Ivan Montiel, Lizet Pedroza, Karla Guadarrama, Israel Ruíz y Mariana Hernández.

A mis demás familiares y amigos que han compartido momentos inolvidables y que soy afortunada de contar con ellos.

A los profesores de la Facultad de Odontología, por sus enseñanzas académicas, y por compartir su experiencia y conocimientos, especialmente a Mtro. Ricardo González-Plata, Esp. Blanca Estela Hernández y a mi tutor Esp. Enrique Santos y asesora Esp. Brenda Ivonne Barrón.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
PROPÓSITOS.....	5
OBJETIVOS.....	6
 ESTUDIO TRIDIMENSIONAL DE LA ANATOMÍA INTERNA DIENTE SEGUNDO MOLAR INFERIOR	
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	7
CAPÍTULO II. CONCEPTOS GENERALES.....	10
2.1 Anatomía externa.....	10
2.2 Anatomía interna.....	16
CAPÍTULO III. TIEMPO DE ERUPCIÓN.....	34
CAPÍTULO IV. CIERRE APICAL.....	37
CAPÍTULO V. NÚMERO DE RAÍCES Y VARIACIONES ANATÓMICAS.....	39
CAPÍTULO VI. NÚMERO DE CONDUCTOS Y VARIACIONES ANATÓMICAS	47
CAPÍTULO VII. LONGITUD PROMEDIO	55
CONCLUSIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58
ANEXOS.....	63



INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la anatomía interna del diente es esencial para el clínico que realiza terapia endodóncica, ya que forma parte de la evolución satisfactoria de su tratamiento y con ello al objetivo de poder mantener un diente en función.

El estudio de la anatomía interna del segundo molar inferior demuestra la complejidad del sistema de conductos radiculares, llamado así porque no es un solo conducto recto por raíz, sino por el contrario se encuentra una serie de variaciones de este sistema que conlleva a establecer un conocimiento en base a las características generales y a su vez teniendo en cuenta estas variaciones, establecer un diagnóstico y plan de tratamiento adecuados.

Mediante una revisión bibliográfica, técnica de diafanización, cortes transversales y longitudinales y fotografías se trata de exponer las evidencias que autores han encontrado con alta incidencia en el número de raíces y conductos, la configuración de estos y las variaciones que pueden encontrarse para utilizarlo como material didáctico para los alumnos que cursan la asignatura de endodoncia.



PROPÓSITOS

- Elaboración de material didáctico con imágenes tridimensionales para comprender la anatomía interna del segundo molar inferior
- Analizar la anatomía interna del segundo molar inferior para su estudio e identificación del sistema de conductos radiculares en la asignatura de endodoncia.
- Que el estudiante de odontología entienda y describa la anatomía interna del segundo molar inferior a través del material didáctico en modelos tridimensionales elaborado.



OBJETIVOS

- Describir la anatomía interna hallada frecuentemente del segundo molar inferior.
- Identificar las variaciones del sistema de conductos radiculares durante su trayecto, región apical y foramen apical del segundo molar inferior.
- Indicar longitudes promedio, número de raíces y conductos en el segundo molar inferior.
- Mostrar la anatomía interna del segundo molar inferior mediante la técnica de diafanización, cortes transversales y longitudinales.



CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

El estudio de la anatomía interna comenzó a surgir con los avances en la endodoncia, y conforme se obtuvo el conocimiento de cuan compleja era la anatomía de un diente, se fueron desarrollando técnicas y materiales para mejorar los tratamientos de conductos. Varios investigadores se han dedicado al estudio anatómico de las cámaras pulpares y de los conductos radiculares empleando cortes seriados, desgaste metales fundidos, caucho blando para vulcanizarlo, entre otros métodos. ¹

Los primeros estudios datan desde la época de Vesalius en 1514, quien describió por primera vez la cavidad pulpar en un diente extraído. Siendo una base para el estudio de la anatomía interna. ¹

Leeuwenhoek por su parte en 1678 había construido el primer microscopio, y comenzó a realizar estudios acerca de la estructura dentaria, haciendo una descripción detallada de los túbulos dentinarios y señalando la presencia de microorganismos en ellos. ¹

Carabelli en 1842 realizó estudios de la anatomía de la cavidad contribuyendo así a investigaciones tiempo después para Fisher, Dieck, Pucci, Reig y Hess. ¹

Sparlthelz en 1906 desarrolla la técnica de diafanización que lleva su nombre, y consiste en fijar el diente en formalina al 10% durante 2 a 5 días. Después la descalcificación en ácido clorhídrico al 2%, se lava en la corriente de agua. Se coloca la pieza en solución diluida de Peróxido de Hidrógeno por una o dos horas. Se vuelve a lavar en la corriente de agua. Se deshidrata el diente en alcohol y se va diafanizando al agregar benzol o xilol y salicilato de metilo mezclada con una solución de isosafrol. ¹



En 1909, Loos, realizó un estudio topográfico de las cavidades pulpares por medio del método de desgaste. Ese método también fue utilizado por Pucci y Reig en 1944. ¹

En 1913 Prinz logra diafanizar mandíbulas humanas por medio del método de Sparlthelz y muestra el canal del nervio alveolar inferior utilizando gelatina coloreada. ²

En 1917 Hess desarrolló un modelo en vulcanita aproximadamente de 3000 dientes para representar la cavidad pulpar. El modelo fue obtenido por la inyección de goma líquida bajo presión en el interior del diente y su posterior vulcanización en el interior. Los dientes a su vez eran sometidos a la acción corrosiva de ácido clorhídrico y permanecían los modelos de vulcanita. ²

Okumura en 1918 y 1927, realizó estudios sobre la anatomía interna de los dientes humanos con la técnica de diafanización y fue el primero en clasificar los canales radiculares de acuerdo con su distribución anatómica. Para poder visualizar la anatomía interna de los dientes diafanizados utilizó tinta china. Este método de diafanización de dientes ha sido utilizado hasta la actualidad para el estudio de la anatomía interna. ²

En 1933 Mueller propuso la radiografía como método para el estudio de la anatomía interna del diente. Este método fue empleado por varios investigadores como Baker y Parson, Pineda y Kuttler y Harrison. ^{1,2}

El método de Okumara –Aprile en 1947, donde Aprile modificó la técnica de Okumara propuesta desde 1918. Este método está basado en la impregnación de tinta china, translucidez y diafanización de los dientes, por medio de antiformina durante ocho horas, y es una mezcla de 15g de carbonato de sodio, 8g hipoclorito de calcio, 15g de hidróxido de sodio en



100ml de agua. Este método facilitó el estudio de las características anatómicas, accidentes de número, dirección, disposición, y deltas apicales.²

Pagano en 1965 en el estudio de conductos radiculares, ha empleado el método radiográfico, previa maceración y desgaste de las caras convexas y cóncavas, convirtiéndolas en caras planas y de este modo facilitar la imagen y contraste anatómico. ^{1,2}

Ontiveros en 1968 realizó sobre 1136 dientes tratados en la clínica de endodoncia un estudio sobre la longitud dental, basado en la longitud de los conductos obtenida mediante la mensuración clínica y roentgenogramas correspondientes. ²

Pineda y kuttler en 1972 realizaron un estudio radiográfico de 7275 conductos radiculares en donde describen número de conductos, divisiones y fusiones en cada raíz, dirección, y presencia conductos accesorios. ³

Frank J. Vertucci realizó un estudio que publicó 1984 de 2400 dientes permanentes extraídos, los cuales fueron sometidos a un proceso de diafanización para el análisis de la morfología interna. Utilizó formaldehído al 10% para fijarlos y después descalcificarlos con ácido hidrociorhídrico al 5%. Los resultados de Vertucci se resumieron en tablas donde describe el número de conductos y los distintos tipos de ramificaciones, así como la localización del foramen apical, frecuencia de la anastomosis y deltas apicales. ⁴

Fröner en 1992 desarrolla la inyección de resina en el interior de los dientes (poliacetato de vinilo o resina de poliéster), para obtener el modelo de la anatomía interna de los dientes. En éste método, se utiliza el ácido clorhídrico o nítrico como agentes descalcificantes. ²



CAPÍTULO II. CONCEPTOS GENERALES

El segundo molar inferior juega un rol muy importante en la masticación y forma parte de la oclusión participando en dimensión vertical, permite la continuidad de la arcada dental, y mantiene la posición de la lengua y carrillos. Mantenerlo en la arcada es muy importante ya que provee un soporte dentoperiodontal en el área distal de la arcada. ^{5,6}

Se sabe que es el segundo diente en boca que recibe tratamiento endodóncico, por lo que su preservación en la arcada permite mantener la integridad del sistema masticatorio. ^{5,6}

2.1 ANATOMÍA EXTERNA

El segundo molar inferior se ubica distal al primer molar, ubicado como el séptimo diente desde la línea media. La orientación del eje longitudinal forma ángulo de 15° en el plano facial (hacia mesial) y 12° en el plano medio (hacia lingual). ⁵

Características generales de corona y raíces

Cara oclusal

El contorno periférico de la cara oclusal es de un paralelogramo, con su diámetro mesiodistal ligeramente mayor que el bucolingual. Posee cuatro cúspides, dos bucales y dos linguales. Las cúspides linguales son un poco más altas que las bucales. Tanto el surco central como el surco lingual se alinean para dar lugar a la característica común del segundo molar inferior, en forma de cruz. La principal diferencia con el primer molar consiste en la falta del lóbulo disto bucal y la quinta cúspide ^{5,7} (Fig 1)



Fig 1. Cara oclusal
Fuente directa

Cara vestibular

La cara vestibular es de forma trapezoidal con dimensión mayor hacia oclusal. Es convexa mesiodistalmente y posee un surco oclusovestibular que separa los lóbulos vestibulares.⁵ (Fig 2)

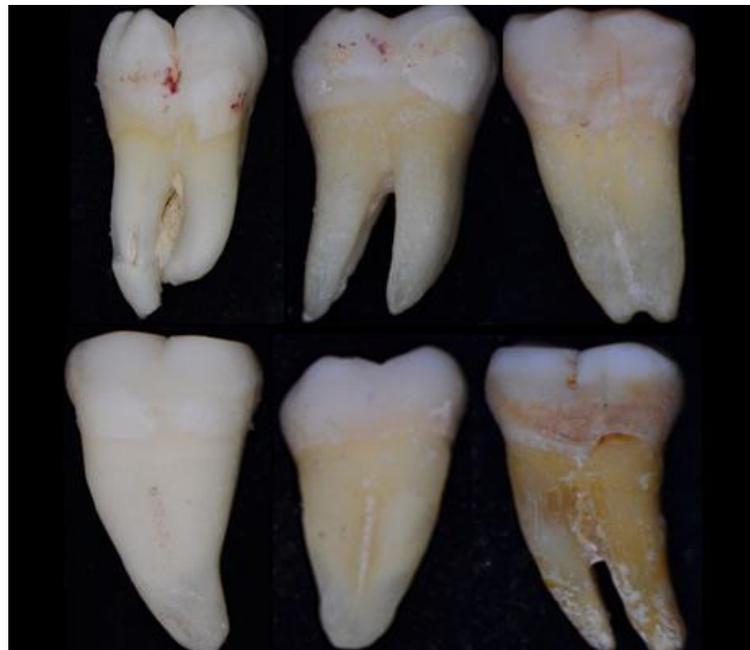


Fig. 2 Cara vestibular
Fuente directa

Caras mesial y distal

La cara mesial es un tanto convexa en dirección vestibulolingual y recta en dirección cervicooclusal. La cara distal es más convexa en ambas direcciones. Los contactos proximales en mesial se encuentran cerca de la unión de los tercios medio y vestibular, y los contactos en distal suelen ser de mayor tamaño, lo que explica porque en el segundo molar el tubérculo distovestibular no existe.^{5,7,8} (Fig 3)



Fig. 3 Cara mesial y distal
Fuente directa

Cara lingual La cara lingual es bastante recta y estrecha en dirección cervicooclusal. En dirección mesiodistal la cara lingual es ligeramente convexa en su tercio cervical. La altura de las cúspides linguales se nota mayor de lo que son las vestibulares.^{5,7,8} (Fig 4)

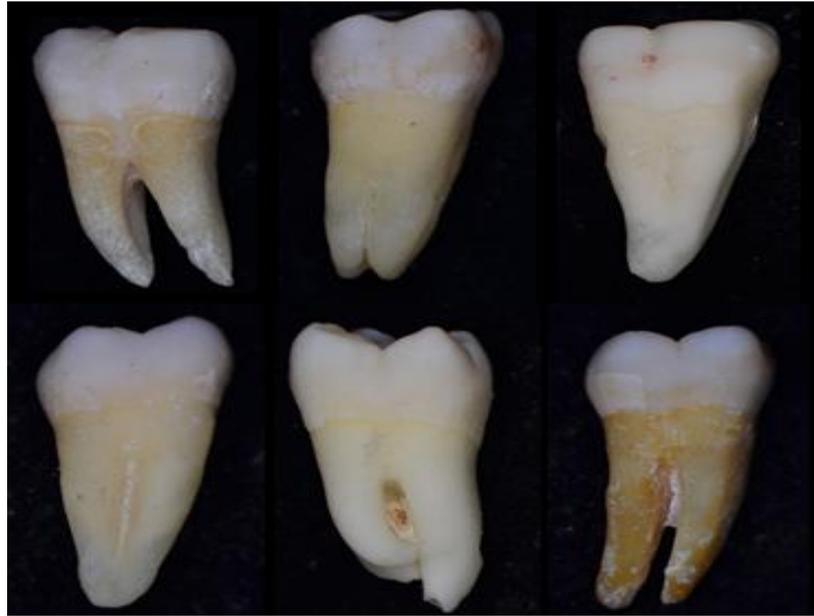


Fig. 4 Cara lingual
Fuente directa

Forma y curvatura radicular

El segundo molar inferior posee dos raíces, mesial y distal. Según Vertucci (1984) el segundo molar inferior es similar en número de raíces que el primer molar pero suelen estar más unidas, son más cortas, ahusadas y afiladas, los conductos suelen tener una mayor curvatura y el rango de las variaciones es más amplio.^{4,7,8}



Fig 5. Bifurcación de las raíces en distinto tercio de la raíz.

http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/3/anatomia_radicular_relacion_furcacion.asp

Según Pucci y Reig: “Las raíces de los dientes se presentan en tres formas fundamentales: simple, bifurcada o dividida y fusionada”. Indican que las raíces se encuentran separadas desde el plano cervical en el 39% de los casos y separadas a partir del tercio medio en el 32.8% completando un total de 71% con dos raíces separadas.^{4,8,9}

El tronco de la raíz en el segundo molar inferior es ligeramente más largo que el del primer molar inferior y en ella se encuentra una depresión entre la bifurcación y la línea cervical. Con frecuencia se encuentran unidas en un solo cuerpo radicular y conservan el surco que marca su bifurcación.^{4,7,8} (fig. 6)

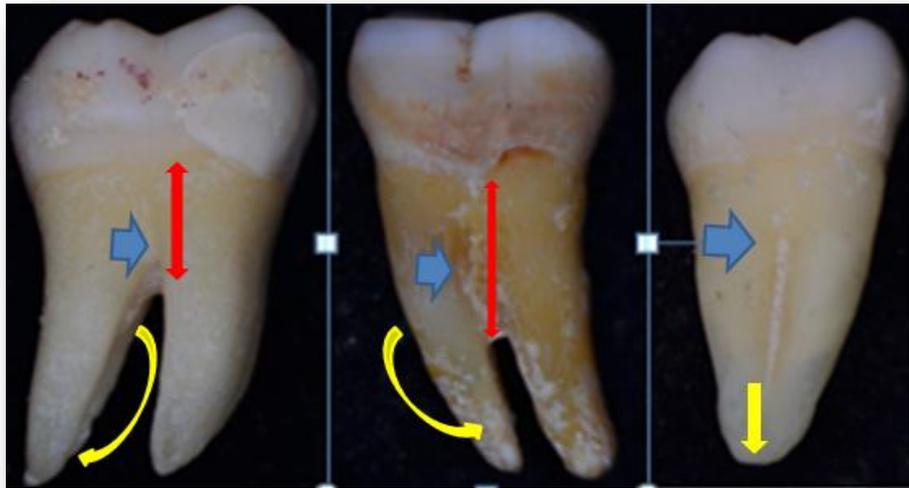


Fig.6 Imagen que muestra tronco de la raíz (flecha roja), depresión entre la bifurcación (flecha azul) y curvatura de la raíz, hacia la línea central del diente o bien ambas raíces pueden curvarse en sentido distal y cuando existe una sola raíz esta puede ser recta (flecha amarilla).
Fuente directa

La raíz mesial es de forma arriñonada o de reloj de arena, posee una concavidad en la cara distal y suele ser más gruesa que la distal. La dirección es dirección hacia distal y recta; y es más ancha en sentido vestibulo-lingual. Por su parte, la raíz distal es ovoide y se proyecta distalmente, puede ser recta, dirigirse a distal, mesial y vestibular.^{10,11} (Fig 7A y B)

Cuando existe una sola raíz esta puede ser recta, distal en bayoneta y dirigirse hacia lingual. ^{10,11} (fig 7C y D).

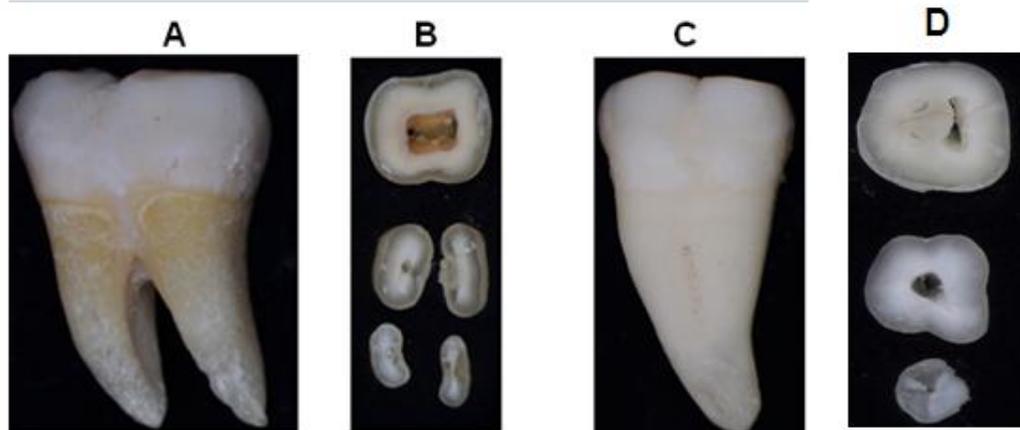


Fig 7. A) Se observan curvaturas de las dos raíces hacia distal. B) En el corte transversal se observa en forma arriñonada y la concavidad en la cara interna de ambas raíces. C) Segundo molar inferior con la raíz curvada hacia distal D) Corte transversal donde se observa la forma de la raíz cuadrangular y termina siendo redonda en tercio apical.

Fuente directa

A continuación se muestra en la tabla (tabla 1) los porcentajes acerca de la curvatura de las raíces, obteniendo que la raíz mesial es frecuentemente curva hacia distal en un 61%, la raíz distal casi siempre es recta con un 58%; y cuando es una raíz única el 51% presenta una dirección recta.¹²

Curvatura radicular			
Dirección	Raíz única	Raíz Mesial	Raíz Distal
Recta	51%	27%	58%
Curva distal	26%	61%	18%
Curva mesial	0	0	10%
Curva vestibular	0	4%	4%
Curva lingual	2%	0	0
Curva en bayoneta	19%	7%	6%

Tabla 1. Porcentaje de curvatura de las raíces en un segundo molar inferior.
<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas2Morfologia/morfologia17.html>



2.1 ANATOMÍA INTERNA

La pulpa es un tejido laxo que generalmente reproduce la morfología externa del diente. Está compuesta por 25% de materia orgánica y 75% de agua. Entre la materia orgánica se encuentran células (los dentinoblastos, fibroblastos, fibrocitos, macrófagos, células mesenquimatosas indiferenciadas y mastocitos), fibras (colágena, reticulares y de oxitalano) y sustancia fundamental (glucosaminoglucanos, proteoglucanos colágeno, elastina, interleucina-1, fibronectina).²

La pulpa se encuentra en una cavidad rodeada de tejido duro, la cual se denomina cavidad pulpar. Esta cavidad puede subdividirse a su vez en cámara pulpar, conductos y ápice radicular.^{2,11}

CÁMARA PULPAR

Se ubica dentro de la corona del molar y está cubierta por dentina, se relaciona con el techo cameral y con los orificios de entrada de los conductos radiculares. Tiene forma cubica con 6 caras: vestibular, lingual, mesial, distal, techo de la cámara y piso pulpar. Dichas caras son convexas o cóncavas y corresponden a la cara externa de la corona pero también dependen del grado de calcificación causados por la edad del diente y estímulos externos a los que esté sometido. El volumen de la cámara pulpar es variable debido a la constante aposición de dentina, así también se observa una retracción del techo cameral en aquellos dientes que están sometidos a puntos prematuros de contacto y bruxismo.^{2,11}

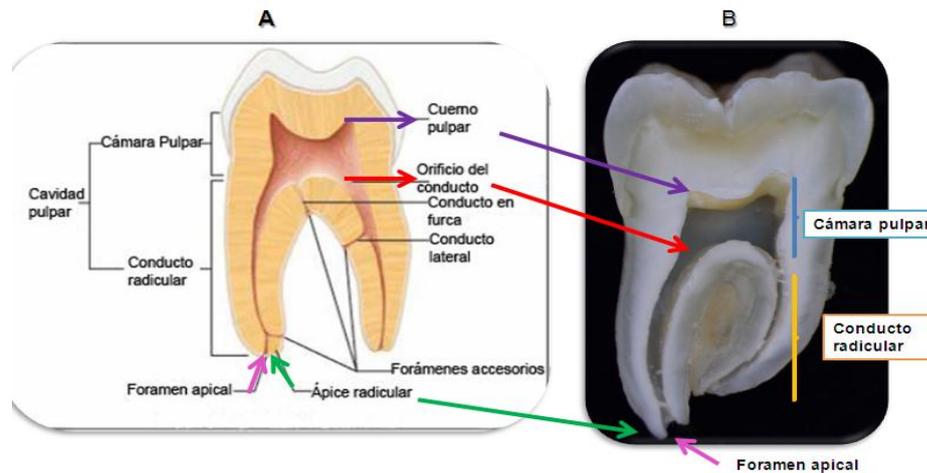


Fig. 8. A) y B) Componentes anatómicos del sistema de conductos radiculares.
A) Cohen S., Hrgreavs K., Berman L., Cohen. Vías de la pulpa., 10° ed, Elsevier España 2011. B)
Fuente directa

Techo cameral

Los dientes posteriores poseen un techo cuadrangular con una convexidad dirigida hacia el centro de la cámara pulpar. Un aspecto importante del techo cameral es que debajo de cada cúspide se encuentran una prolongación más o menos aguda de la pulpa, denominado cuerno pulpar, cuya morfología puede modificarse según la edad y proceso de abrasión, caries u obturaciones. Estos cuernos pulpares deben ser eliminados durante la pulpectomía total para evitar que el diente se decolore. La importancia clínica del techo cameral es poder ubicar la distancia entre este y la superficie oclusal durante la preparación de acceso para evitar perforaciones.^{2,11}

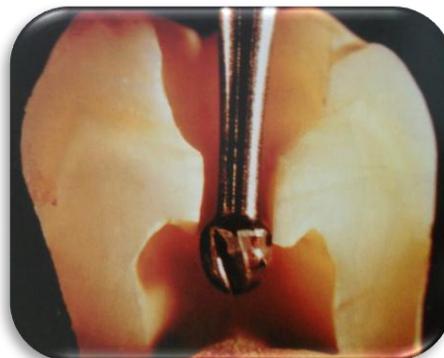


Fig.9. Punto de acceso a cámara pulpar
Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. 1a ed. México: Médica Panamericana; 2002



Piso cameral

En el piso de cámara se aprecia el *rostrum canalium*, que es la zona o espolón donde se inicia la división de los conductos. Se presentan en todos los dientes que poseen más de un conducto y corresponde al cuello anatómico del diente. Tiene forma cuadrangular y es convexo hacia el centro de cámara pulpar. ^{2,11}

También algunas veces se pueden observar conductillos en el piso cameral que son comunicaciones entre éste y el espacio periodontal situado en la zona interradicular, denominado conducto cavo interradicular. Los conductos radiculares son una vía de comunicación entre la cámara pulpar y el periodonto, recorren toda la raíz originándose en el piso de la cámara pulpar y terminan en el foramen apical. ^{2,11}

CONDUCTOS

Lasala unificando la terminología descrita por Pucci y Reig y modificaciones de Kuttler 1960 y Deus 1975 describe los siguientes conceptos: ¹⁰

Conducto principal: es el conducto más importante que pasa por el eje dentario y alcanza el ápice. ¹⁰ (Fig 10Aa)

Conducto bifurcado o colateral: es un conducto que recorre toda la raíz o parte, más o menos paralelo al conducto principal, y puede llegar al ápice. ¹⁰ (Fig 10Ab)

Conducto lateral: es el que comunica el conducto principal o bifurcado (colateral) con el periodonto a nivel del tercio medio y cervical de la raíz. El recorrido puede ser perpendicular u oblicuo. ¹⁰ (Fig 10Ac)

Conducto secundario: es el conducto que similar al lateral, comunica directamente el conducto principal o colateral con el periodonto, pero en el tercio apical. ¹⁰ (Fig. 10Ad)

Conducto accesorio: Es el que comunica un conducto secundario con el periodonto, por general en pleno foramen apical. ¹⁰ (Fig 10Ae)

Interconducto: es un pequeño conducto que comunica entre sí dos o más conductos principales o de otro tipo, sin alcanzar el cemento y periodonto. ¹⁰(Fig 10Af)

Conducto recurrente: es el que partiendo del conducto principal, recorre un trayecto variable desembocando de nuevo en el conducto principal, pero antes de llegar al ápice. ¹⁰ (Fig 10Bg)

Conductos reticulares: es el conjunto de varios conductillos entrelazados en forma reticular, como múltiples interconductos en forma de ramificaciones que pueden recorrer la raíz hasta alcanzar el ápice. ¹⁰

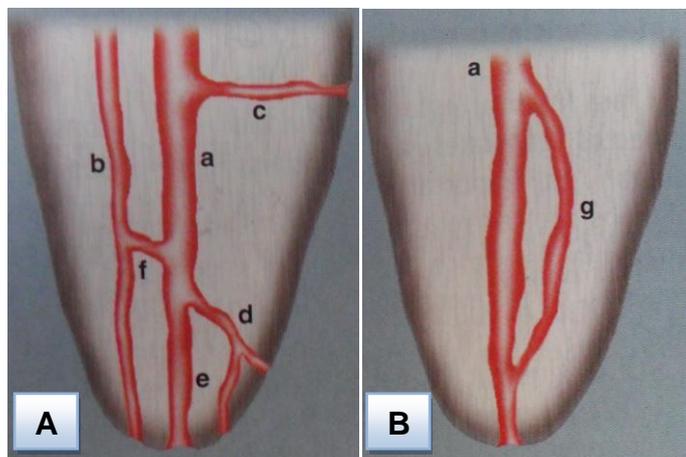


Fig. 10. A) y B) Ramificaciones

Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. México: Médica Panamericana; 2002

Delta apical: lo constituyen las múltiples terminaciones de los distintos conductos que alcanzan el foramen apical múltiple, formando un delta de ramas terminales. ¹⁰ (Fig. 11Ch)

Conducto cavo interradicular: es el que comunica la cámara pulpar con el periostio, en la bifurcación de los molares. ¹⁰ (Fig.11Di)

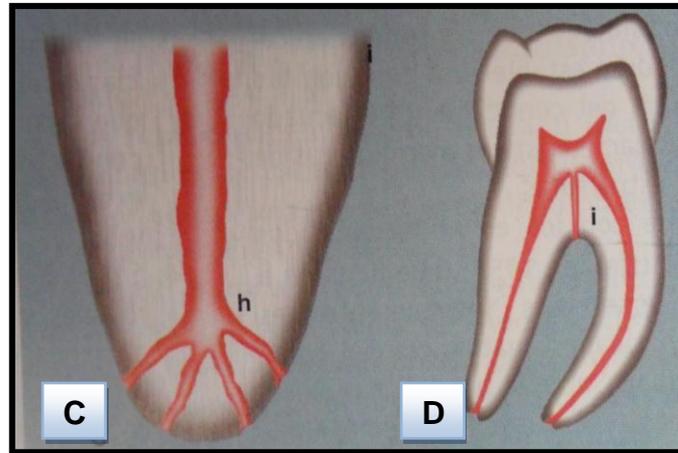


Fig 11. C) y D) Ramificaciones

Soares IJ, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. México: Médica Panamericana; 2002

Forma, dirección y disposición de los conductos

La morfología de los conductos radiculares se denomina también sistema de conductos radiculares sobretodo en las raíces de dientes posteriores, ya que es un plexo pulpar formado por el entrecruzamiento de los conductos. ¹⁰

Forma

Los conductos adoptan la forma de la raíz y estos pueden tener forma redonda, ovalada, ovalada alargada, en cinta o de reloj de arena. Pueden localizarse de diferente forma a cualquier nivel en una misma raíz. ¹¹

Si la raíz se estrecha hacia el tercio apical, aumentan las probabilidades de que los conductos converjan y desemboquen como un conducto único. También es frecuente encontrar irregularidades y aberraciones, como las colinas y valles en las paredes de los conductos, comunicación entre ellos (istmos), aletas y otras variaciones, que en la mayoría de los casos no se logra acceder a ellas con instrumentos ni con las soluciones irrigantes.¹¹



En un corte longitudinal, a lo largo de su recorrido coronoapical los conductos suelen ir disminuyendo su lumen y llegan a su máximo de estrechez al alcanzar la unión cementodentinaria apical. ¹⁰

Dirección

La dirección del conducto sigue por regla general el mismo eje de la raíz acompañándola en sus curvaturas propias. En el estudio Pineda y Kuttler (1972) sólo el 3% eran rectos en los sentidos mesiodistal y vestibulolingual. Y se indica que el 97% de las raíces completamente formadas, el conducto es curvo y la situación del foramen, en la mayoría de los casos, es distal con relación al comienzo del conducto. ³

Weine menciona que las curvaturas del conducto en tercio apical presentan cambios morfológicos a lo largo del trayecto del conducto y suelen ser curvaturas muy acentuadas. En el caso del segundo molar inferior que presenta 3 conductos, la curvatura de la raíz en el conducto mesiolingual inicialmente se dirige hacia lingual y luego vestibular, el conducto mesiovestibular, inicialmente se dirige hacia vestibular y luego lingual y el distal habitualmente se dirige hacia mesial o distal. ¹³

La curvatura de los conductos se encuentra predeterminada por la curvatura de la raíz, y por lo antes mencionado acerca del 97% de raíces presentan un conducto curvo, podemos mencionar el método de Schneider quien calcula la angulación mediante el trazo de dos líneas, una de ellas es tangente desde la entrada del conducto (línea amarilla, fig. 9) hasta el punto máximo de curvatura y después otra línea (línea azul, fig.9) que pasa por el ápice hasta el punto máximo de la curvatura de la raíz, que intercepta a la línea anterior. Schneider mide este ángulo formado por las dos líneas y determina lo siguiente: ¹⁴

1. Dientes que presentaban una curvatura radicular igual o menor de 20 grados (curvatura leve)
2. Dientes que presentaban una curvatura radicular entre 21 y 30 grados (curvatura moderada)
3. Dientes cuyas raíces tenían una curvatura entre 31 y 40 grados (curvatura severa).¹⁴

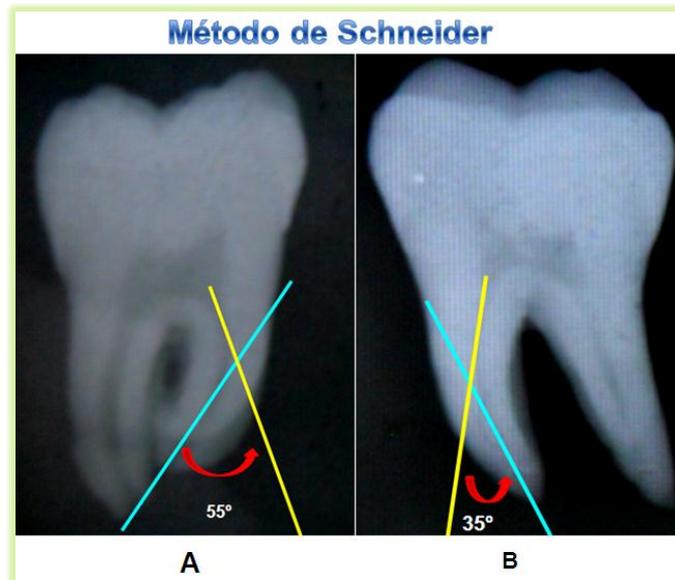


Fig. 9A) Segundo molar inferior con curvatura de conducto en raíz mesial de 55° B) Segundo molar inferior con curvatura de conducto en raíz mesial de 35°
Fuente directa

Este método se limita a dos dimensiones, por lo que solo mide la curvatura en sentido mesiodistal.

Otro método reportado por Estrela et al. (2015), determina la frecuencia de los conductos radiculares curvos en imágenes CBCT. El cual de acuerdo al radio de curvatura en dos regiones del conducto, (tercio apical y tercio cervical) permite medir la curvatura en dos planos (coronal y sagital).¹⁵

Este método utiliza dos líneas rectas de 6mm que se superponen al conducto, donde la línea primaria corresponde a la continuidad de la región apical, y la línea secundaria a la continuidad del conducto hacia cervical, después se toma el punto medio de cada recta, es decir a 3mm. Desde este punto, se trazan dos líneas perpendiculares hasta que se

encuentran en un punto central, al que se llama el circuncentro. La distancia entre el circuncentro y el centro de cada línea constituye el radio de la circunferencia y define la magnitud de la curva de los conductos. Este método también fue utilizado para clasificar la curvatura en el tercio cervical para evaluar la curvatura de la entrada de conductos. ¹⁵

Los parámetros que se establecieron fueron los siguientes: ¹⁵

- Curvatura severa cuando el radio es $\leq 4\text{mm}$ – (fig. 10A)
- Curvatura moderada cuando el radio es > 4 y ≤ 8 mm - (fig.10B)
- Curvatura leve cuando el radio es > 8 mm- (fig .10 C). ¹⁵

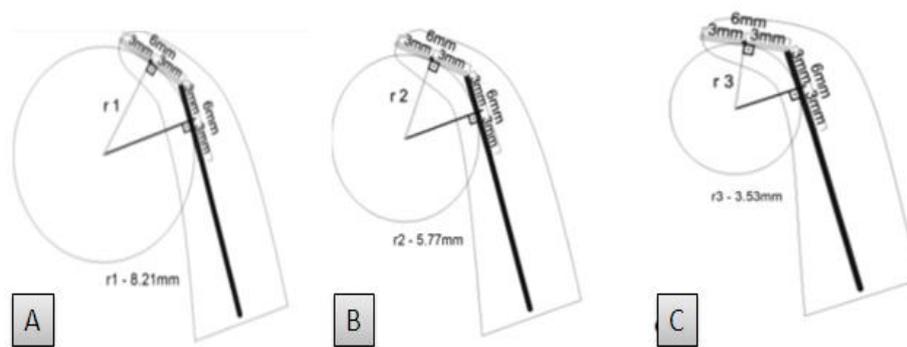


Fig. 10. El radio de curvatura de la raíz basado en 3 puntos matemáticos
Estrela C, Bueno M, Barletta F, Guedes O, Porto O, et al. Identification of Apical and Cervical Curvature Radius of Human Molars. Brazilian Dental Journal 2015 26(4): 351-356

Disposición

La disposición de los conductos es variable durante su trayecto al foramen apical, por ejemplo si en la cámara pulpar se origina un conducto y si este se continúa por lo general hasta ápice uniformemente puede llegar a presentar algunas veces accidentes de disposición como bifurcarse, bifurcarse y luego fusionarse y bifurcarse para después fusionarse y volver a bifurcarse. ¹⁰

Para poder explicar dichas disposiciones de los conductos, algunos autores proponen unificar los conceptos y entre ellos se encuentra la

clasificación de Álvarez, que ha propuesto una fórmula nemotécnica basada en el número de conductos que inician en la cámara y que luego pueden fusionarse o bifurcarse, utilizando números los números 1 y 2: ^{3,10}

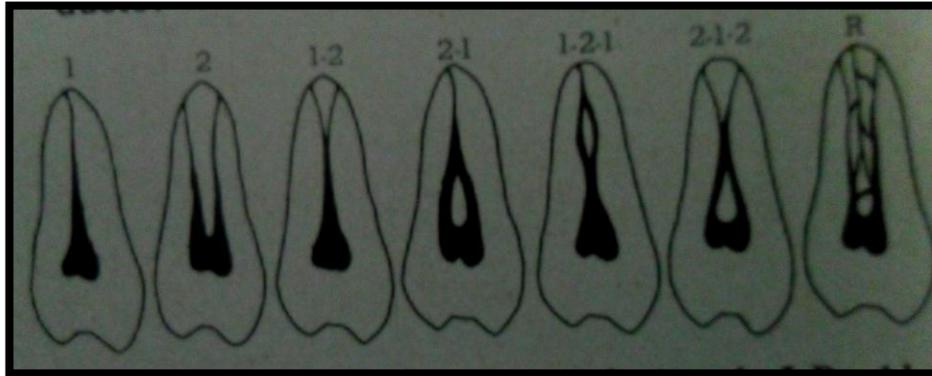


Fig. 11. Fórmulas nemotécnicas de J.R. Álvarez: 1= N° 1, 2= N° 3, 1-2= N° 2, 2-1= N° 5, 1-2-1=N° 6, 2-1-2=N° 4

Kuttler, Y. Fundamentos de Endo-Metaendodoncia práctica. 2ªed. México, D.F; ED. Francisco Méndez Oteo; 1980

Weine por su parte propuso clasificar la disposición o configuración de los conductos que tenga una raíz en 4 tipos: ³

Tipo I: solo conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice.

Tipo II: dos conductos que partiendo de la cámara pulpar son confluentes y terminan en un foramen.

Tipo III: dos conductos independientes con dos forámenes en el ápice.

Tipo IV: un conducto que partiendo de la cámara pulpar se bifurca y termina en dos forámenes independientes. ³

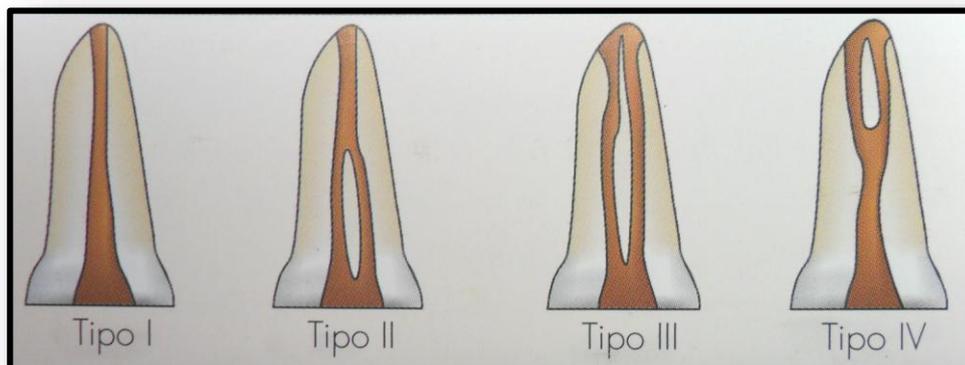


Fig 12. Representación de la configuración de los conductos según Weine
Rao, R. Nageswar. Endodoncia avanzada. ED. Amolca, 2011

Sin embargo la clasificación más utilizada es la de Frank J. Vertucci, quien realizó un estudio de 2400 dientes permanentes extraídos en 1984 y propuso la siguiente clasificación: ⁴

Tipo I: Conducto único se extiende desde la cámara pulpar hasta el ápice.

Tipo II: Dos conductos separados salen de la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto.

Tipo III: un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz, los dos conductos se funden después para salir como un solo.

Tipo IV: Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice.

Tipo V: Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos, con forámenes apicales separados.

Tipo VI: dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se funden en el cuerpo de la raíz y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos.

Tipo VII: un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice.

Tipo VIII: tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice. ⁴



Fig. 13. Representación de la configuración de los conductos según Vertucci.
Cohen S., Hrgreavs K., Berman L., Cohen. Vías de la pulpa. Elsevier. 10º ed, España 2011



Ramificaciones del conducto principal

Conductos laterales

La incidencia de conductos laterales en las áreas de bifurcación de los molares es de 59% y se encuentran permeables en el tercio coronal o medio. Las múltiples ramificaciones del conducto radicular no constituyen, clínicamente, motivo de gran preocupación en los casos de tratamiento de conductos radiculares de dientes con vitalidad pulpar, pues los restos pulpares de estos espacios, representan la matriz para la reparación.¹⁶

Conductos accesorios

Los conductos accesorios se definen como ramificaciones del conducto principal que forman una comunicación entre la pulpa y el periodonto, por una brecha entre el saco dentinario y la pulpa durante la formación de la vaina radicular y son más frecuentes en el tercio apical y en dientes posteriores. Es probable que no sea posible limpiar estos conductos durante la instrumentación, pero en ocasiones se rellenan con los materiales durante la obturación del conducto.^{3, 16}

En el estudio realizado por Kuttler y Pineda (1972) en la investigación radiográfica, específicamente de los 300 segundos molares inferiores que se estudiaron, se presentaban ramificaciones, en la raíz mesial fue del 27.8% y en la raíz distal de 22.3%.³



Se ha observado que la morfología apical sufre variaciones con el paso del tiempo ya que con el depósito continuo de dentina y cemento, el ápice va disminuyendo de tamaño y tomando forma de embudo, además el foramen anatómico no desemboca en el centro del ápice radicular, sino que se desvía 0.5mm respecto a este último.^{3,11}

Kuttler divide el conducto radicular en dos porciones: Porción dentinaria y porción cementaria:

- a) Porción dentinaria: larga y rodeada por dentina. Es gradualmente cónico con el diámetro mayor en su unión con la pulpa radicular y el menor en el punto que se une con la porción cementaria.
- b) Porción cementaria: muy corta rodeada por cemento. Es cónica con su base en el foramen y vértice en su unión con la parte estrecha y terminal de la porción dentinaria.

En 96% de los casos se diferencian microscópicamente la unión de la parte cementaria y dentinaria, denominando así la unión cemento-dentina-conducto.³

Para poder estudiar anatomía topográfica y microscópica en la parte apical, Kuttler realizó 402 cortes histológicos en la parte terminal de 436 conductos principales y logró identificar 21 puntos: ³

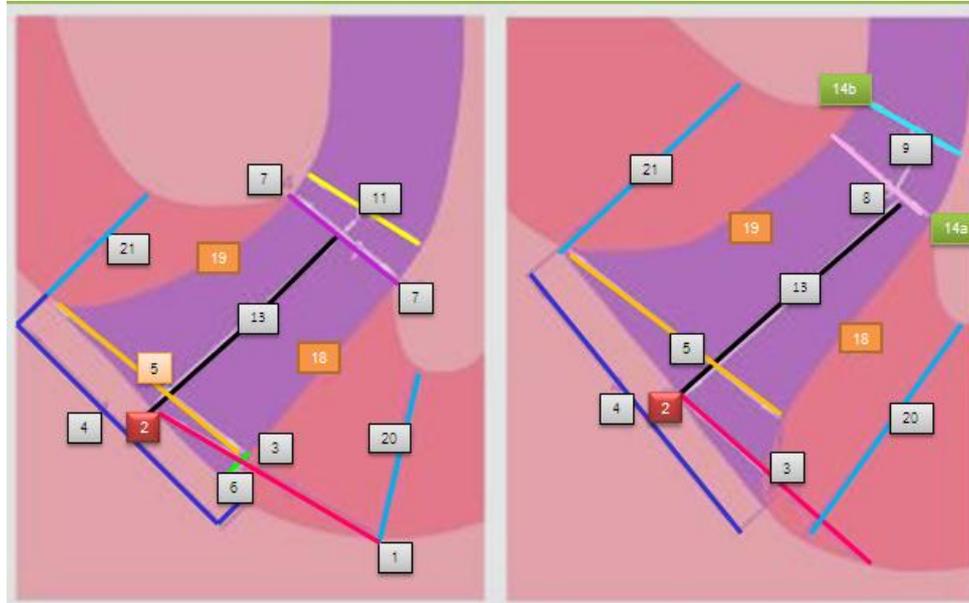


Fig. 14 Topografía de la región apical.

Kuttler Y. Fundamentos de Endo-Metaendodoncia practica. 2ªed. México, D.F ;ED. Francisco Méndez Oteo; 1980.

- | | |
|--|---|
| <p>1. Vértice o centro apical</p> <p>2. Centro del foramen</p> <p>3. Distancia entre el vértice o centro del foramen</p> <p>4. Diámetro del foramen</p> <p>5. Diámetro foramen-conducto, perpendicular al eje del conducto</p> <p>6. Desnivel de diámetros</p> <p>7. Diámetro del conducto a la altura de los puntos de unión cemento dentina-conducto</p> <p>8. Diámetro del conducto al nivel de punto de unión CDC distante</p> <p>9. Diámetro del conducto al nivel de punto de unión CDC cercano</p> | <p>11. Ubicación del diámetro menor del conducto (42%)</p> <p>13. Distancia entre el centro foraminal y el diámetro más estrecho del conducto</p> <p>14, 14a, 14b. puntos de unión entre el cemento dentina y conducto</p> <p>18. grosos del cemento del lado derecho del conducto</p> <p>19. grosor del cemento del lado izquierdo del conducto</p> <p>20. grosor del cemento derecho en su rápido adelgazamiento</p> <p>21. grosor del cemento izquierdo en su rápido adelgazamiento</p> |
|--|---|

El esquema propuesto por Kuttler acerca de la anatomía radicular apical, sobresalen tres aspectos presentes en esta región, el foramen fisiológico

o unión cemento-dentina-conducto (CDC), el foramen anatómico, el cual a su vez, se ubica en la superficie de la raíz y desviado hacia vestibular, lingual, mesial o distal, y ápice radicular, que es punto final de la raíz.

Foramen fisiológico o unión cemento-dentina-conducto (CDC)

El foramen fisiológico se localiza en la unión cemento-dentina-conducto. Durante muchos años se consideró que el lugar de menor calibre del conducto radicular era el extremo apical, donde el conducto sale del diente, sin embargo se ha constatado que la constricción apical es la porción del conducto radicular que tiene el diámetro más estrecho y se ubica de 0.5 a 1mm del foramen anatómico.^{3,17}

Kuttler especifica que la distancia media entre el diámetro mayor y menor apical es de 0.5mm en personas jóvenes y de 0.67 mm en personas mayores. La distancia es mayor en personas ancianas debido a la acumulación de cemento.¹⁸

El conducto radicular no es un cono uniforme, con el diámetro menor en su terminación como se había creído, al contrario está formado como Kuttler lo denomina, por dos conos, uno largo y poco marcado que es el dentinario y el otro muy corto pero bien marcado el cementario. El promedio de la longitud del conducto cementario es de 0.524 mm en personas jóvenes y de 0.659 mm en personas mayores de 55 años.³

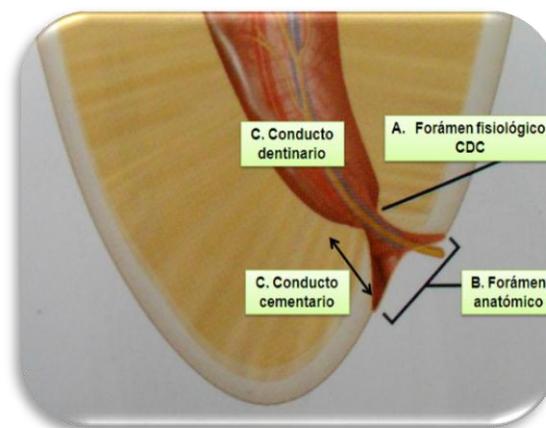


Fig. 15 Puntos topográficos la región apical.

Cohen S, Hagevas K, Berman L, Cohen. Vías de la pulpa. 10ª ed. Elsevier. España 2011

Kuttler coincidiendo con otros autores mencionan que la salida del conducto principal puede ubicarse por vestibular o lingual a una distancia corta del ápice radiográfico aunque a veces no se puede precisar con exactitud, ya que la radiografía habitual solo muestra la desviación proximal. La morfología apical también, experimenta cambios por proceso patológicos, especialmente reabsorciones en las paredes internas del conducto en la zona apicales.^{2,13}

Por ello, se debe tomar en cuenta durante la obturación del conducto, con puntas de gutapercha, debe ajustar el cono a nivel de dentina sólida, debido a que actúa como un matriz, y si se destruye la constricción apical la punta de gutapercha empuja al sellador fuera del conducto e irrita al tejido periapical, impidiendo probablemente el sellado apical y el paciente referirá dolor causado por una sobreinstrumentación.¹³

Foramen anatómico y foraminas

Se denomina foramen al orificio apical y se puede considerar como la terminación del conducto principal. Las foraminas son los diferentes orificios que se encuentran alrededor del foramen y que emiten la desembocadura de los diversos conductillos que forman el delta apical. La disposición anatómica es de difícil clasificación porque presenta diversas formas anatómicas, generando así un orificio principal o foramen y rodeado de un gran número de orificios de menor calibre, dispuestos de una forma anárquica que son las foraminas.²(Fig.16)

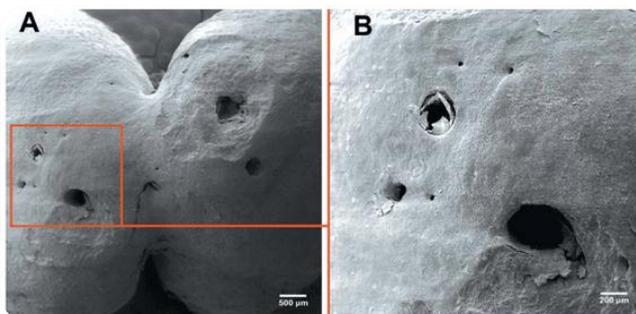


Fig. 16. A) Forámenes en raíces mesial y distal de un molar inferior. B) Foramen principal y dos foraminas.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-77572008000600005

El tamaño del diámetro de los forámenes anatómicos principales, según la investigación de Morfis en 1994, mencionado por Cohen, indica que el diámetro promedio del foramen principal de los molares inferiores es de 0.257 mm en el foramen apical mesial y de 0.392 mm en el caso del foramen apical distal ¹⁸

Al analizar el diámetro del foramen, según Morfis mencionado anteriormente, durante la instrumentación la lima inicial para explorar la anatomía del conducto se usa como mitad del diámetro del conducto radicular apical, pero esta técnica no mide con exactitud el tamaño de los conductos radiculares en forma oval ya que se ha demostrado que el 75% de la lima contacta solo con un lado de la pared del conducto apical, y el 25% restante de los casos no tenía ningún contacto con la pared apical. ¹⁸

Ápice radicular

El ápice es el punto final de la raíz, en dientes jóvenes es relativamente recto y con el tiempo tiende a curvarse hacia distal, sin embargo como lo mencionan varios autores como Kuttler que demostró que la dirección recta es un concepto erróneo. Ya que en dientes jóvenes entre 18 y 25 años es menor la angulación que un paciente de 55 años de edad, pero esta curvatura se debe a la aposición de cemento en respuesta a la erupción mesiooclusal. ³

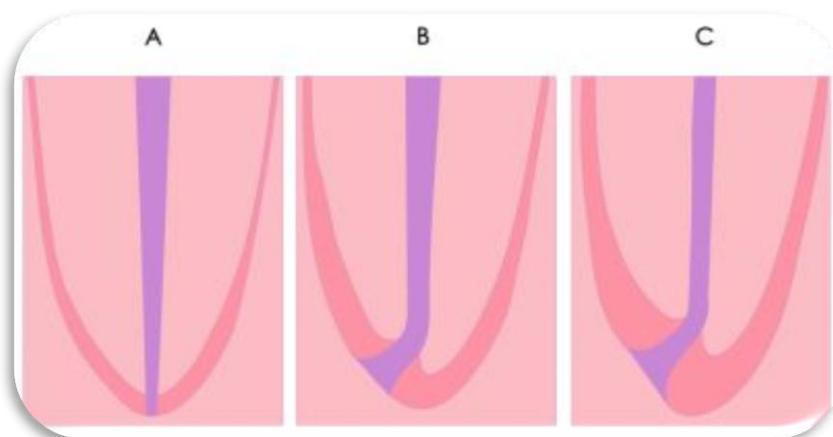


Fig 17. A. Concepto erróneo. B. Dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 18-25 años. C. Dibujo esquemático según los promedios obtenidos en la serie de 55 años en adelante.

http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_42.html.



Martos et al. (2009) indica que la distancia desde el vértice apical hasta el foramen anatómico fue de 0.82 mm en los dientes posteriores. Y las desviaciones más frecuentes del foramen anatómico eran hacia vestibular con un 20% y distal 14%. En el presente estudio también reporta una mayor prevalencia formas circulares y ovoides de los forámenes. ¹⁹

Carlos Bóveda por su parte, menciona a Burch y Hulen (1972), quienes determinaron que el promedio de la desviación fue de 0,59 mm entre el ápice anatómico y el foramen apical. ²⁰

Analizando los datos mencionados anteriormente, los resultados concuerdan con la determinación de que la longitud de trabajo y el sellado del conducto deben localizarse a 1 mm del ápice radiográfico, debido a que la pequeña diferencia expresada en mediciones menores a 1mm no es relevante clínicamente por la variación que existe. ²⁰

Barsness et al (2015). Mencionan en su investigación del segundo molar inferior la relación entre la constricción menor y el foramen anatómico, y hallaron en promedio que la distancia entre la constricción menor y ápice radicular es de 0.89mm, el diámetro de la constricción menor es de 0.25, en que y la distancia de constricción menor y foramen anatómico es de 0.54mm. ²¹ (fig.18)

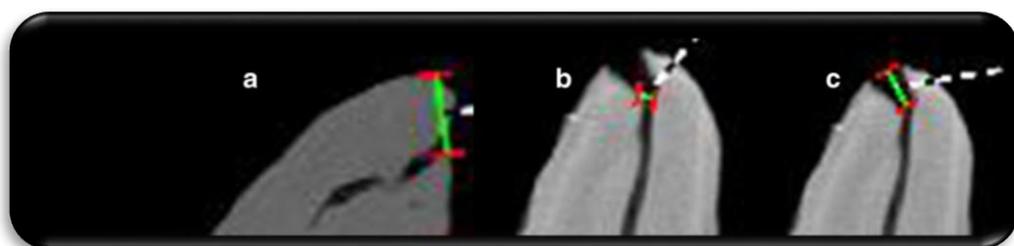


Fig. 18a) Distancia de la constricción menor hasta el ápice anatómico de 0.89mm b) diámetro de la constricción menor es de 0.25 c) Distancia de la constricción menor a la foramen anatómico es de 0.54mm.

Barsness Sara Barsness S, Bowles W, Fok A, McClanahan S, Harris S. An anatomical investigation of the mandibular second molar using micro-computed tomography. *Surg Radiol Anat* 2015 25 (37):267–272

Delta apical

El conducto radicular en la zona apical presenta un mayor número de ramificaciones y en ocasiones se forma un delta apical, y se diferencian dos tipos de deltas apicales: de arborización con desaparición del conducto (el conducto principal al llegar al ápice radicular desaparece transformándose en una parte de colaterales terminales donde no se diferencia el conducto principal) y de arborización sin desaparición del mismo (aparece una porción arborizada pero el conducto principal no desaparece y continua bien diferenciado, dicha arborización se crea a partir del mismo).²

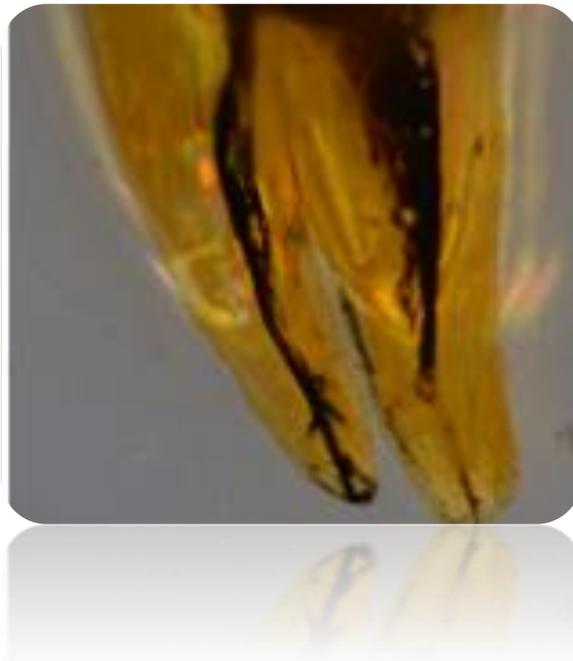


Fig. 19. Delta apical en un segundo molar inferior
Fuente directa



CAPÍTULO III. TIEMPO DE ERUPCIÓN

La erupción dental es un proceso en el cual los dientes en desarrollo, emergen a través de los tejidos blandos hacia el medio bucal para ocupar un lugar en la arcada dentaria. Puede dividirse en varias etapas, por lo que se puede considerar tres fases: preeruptiva, eruptiva prefuncional y eruptiva funcional.^{22,23}

En la etapa preeruptiva

Esta etapa se considera desde el inicio y formación de la corona hasta la formación completa de la corona e inicio de las raíces. Durante el alargamiento del maxilar y la mandíbula los dientes primarios y permanentes efectúan movimientos mesiales y distales. Y los dientes permanentes ajustan su posición a las raíces de los dientes primarios, en una localización situada entre las raíces de los molares primarios. No así en el caso del segundo molar inferior ya que no guarda esta relación.²³

Los molares mandibulares se desarrollan en las ramas de la mandíbula con sus superficies inclinadas mesialmente, esta inclinación es el resultado del ángulo de erupción a medida que se originan desde la curvatura del cóndilo de la pared posterior de la mandíbula.²³

Etapa eruptiva prefuncional.

Comienza poco después de empezar a formarse la raíz y el desarrollo del ligamento periodontal (lo que explica que la actividad metabólica del ligamento periodontal es una parte importante de la erupción) y termina cuando los dientes entran en contacto oclusal.^{22,23}

Durante esta etapa sobresale los siguientes hechos: formación de la raíz y el propio mecanismo de erupción. La formación de la raíz, requiere de espacio para la elongación de la raíces y con la proliferación de la vaina epitelial da lugar a la creación de tejidos pulpares. La erupción antes de



la salida requiere dos procesos; en primer lugar se debe producir una reabsorción del hueso y de las raíces del diente primario, y en segundo lugar el movimiento oclusalmente. El desarrollo radicular se asocia al desplazamiento gradual de la corona, y a su vez al epitelio bucal y epitelio reducido del esmalte se fusionan. Pero una reducida capa epitelial originada del epitelio reducido del esmalte recubre la corona en erupción. Posteriormente las células centrales de esta fusión se necrosan por falta de irrigación. Esta necrosis y la presión que ejerce el diente, facilita la salida hacia la cavidad bucal, donde erupciona sin que se produzca hemorragia. Es entonces que se establece la diferenciación de la encía y la unión dentogingival. ^{22,23,24}

Si se presenta un bloqueo mecánico durante la erupción la zona apical proliferante se desplazara en dirección opuesta, induciendo la reabsorción en una zona en la que no es habitual y ello puede dar lugar a una distorsión de la forma de la raíz o dilaceración. ²³

Etapa eruptiva funcional

La erupción después de la salida del diente, es un proceso rápido desde que perfora la encía hasta aproximarse al nivel oclusal. El grado de erupción una vez que los dientes llegaron a la oclusión, corresponde con el crecimiento vertical de la rama mandibular en un paciente con un crecimiento normal. Los movimientos posteruptivos continúan durante toda la vida debido principalmente a movimientos entre los 14-18 años por un reajuste en la posición alveolodentinaria, caracterizada por la aposición ósea y por movimientos para compensar el desgaste oclusal y proximal del diente, por lo que se observa un continuo depósito de cemento secundario o celular en la zona del ápice dentinario. ^{23,24}

Los dientes permanentes tienden a erupcionar en grupos, en el caso del segundo molar inferior la edad dental a la que comienzan a erupcionar es de 12-13 años. Una variación en el orden de erupción que tiene importancia clínica es la erupción de los segundos molares antes que los

premolares inferiores, ya que puede limitar el espacio para los demás dientes. ^{23,24}

Una vez que ha erupcionado el diente, se ha formado $\frac{2}{3}$ de la longitud total de su raíz y terminara su formación 2 años después. La calcificación se inicia durante el período de dentición temporal, en el caso de los segundos molares el principio de formación de dentina y esmalte es de $\frac{1}{2}$ a 3 años y la calcificación completa del esmalte de 7 a 8 años. ⁸

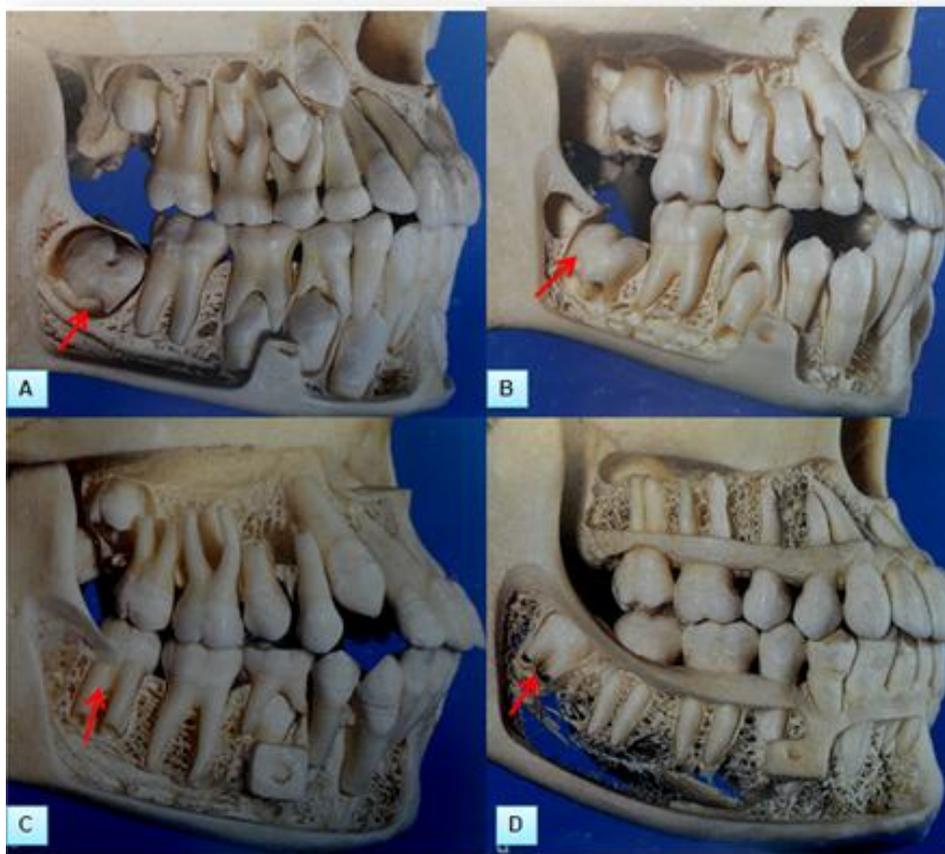


Fig.20. Erupción del segundo molar inferior con la superficie inclinada mesialmente.
Van Waes, H, Stockli P. Atlas de odontología pediátrica. ED. MASSON, 2002



CAPÍTULO IV. CIERRE APICAL

La formación completa de la raíz y cierre apical se da alrededor de 2 a 3 años después de la erupción dental dando por concluido la formación del diente. Durante el desarrollo y crecimiento de la etapa de campana, los extremos apicales del epitelio externo e interno del esmalte están en íntimo contacto y se unen para formar la vaina radicular o vaina epitelial de Hertwig. La cual es responsable de la formación, número, tamaño, y forma de las raíces. Inician su formación una vez ya constituido el esmalte y comienza a formarse donde terminan los depósitos de esmalte.^{23,24}

Cuando la vaina radicular ha alcanzado su longitud máxima, se dobla hacia adentro circunferencialmente en un ángulo cercano 45°, constituyendo el diafragma epitelial, estructura que establece la longitud del diente y delimita el foramen apical, ya que rodea la abertura apical de la pulpa dentaria.^{23,24}

La dentina se adelgaza desde la corona hasta el diafragma epitelial y en la pulpa adyacente se produce una proliferación celular, la cual se conoce como zona de proliferación pulpar, donde se producen nuevas células para la elongación de la raíz.^{23,24}

La división de las raíces tiene lugar durante el crecimiento de las células del diafragma epitelial de dos o más áreas hasta que contactan con las extensiones epiteliales opuestas. Estas extensiones se fusionan y entonces la abertura única original se divide en dos o tres aberturas. El diafragma epitelial que rodea la abertura de cada raíz continua creciendo a un ritmo constante.^{23,24}

Una vez formada la raíz, la vaina se va desintegrando, en pequeños grupos y se desplazan desde la superficie de la raíz como restos epiteliales y la raíz es cubierta por cemento acelular o primario en el tercio cervical de la raíz cubriendo los extremos del túbulo dentinario y sella la superficie de la

raíz. Debido a que la mineralización es un mecanismo lento, y los cementoblastos migran hacia la superficie externa, con el crecimiento de la raíz, como consecuencia de la erupción, la mineralización se vuelve más rápida, quedando incluidos los cementoblastos en la matriz calcificada. Este tipo de cemento es el cemento secundario o celular, que predomina desde el tercio medio hacia la zona apical de la raíz.^{23,24}

Las raíces de los dientes multiradicales como el caso del segundo molar inferior, se empieza a formar similar a los dientes monorradicales, pero se diferencia ya que hay una zona de furcación donde la vaina radicular forma invaginaciones que se dividirán en 2, 3 o más raíces.^{23,24}

La raíz se engruesa hasta la abertura apical y se restringe aproximadamente de 1-3 mm, suficiente para permitir una comunicación vascular y nerviosa entre la pulpa y el periodonto.^{23,24}

La formación completa de la raíz del segundo molar inferior finaliza de los 14-15 años, una vez que el molar entra en función.²⁴

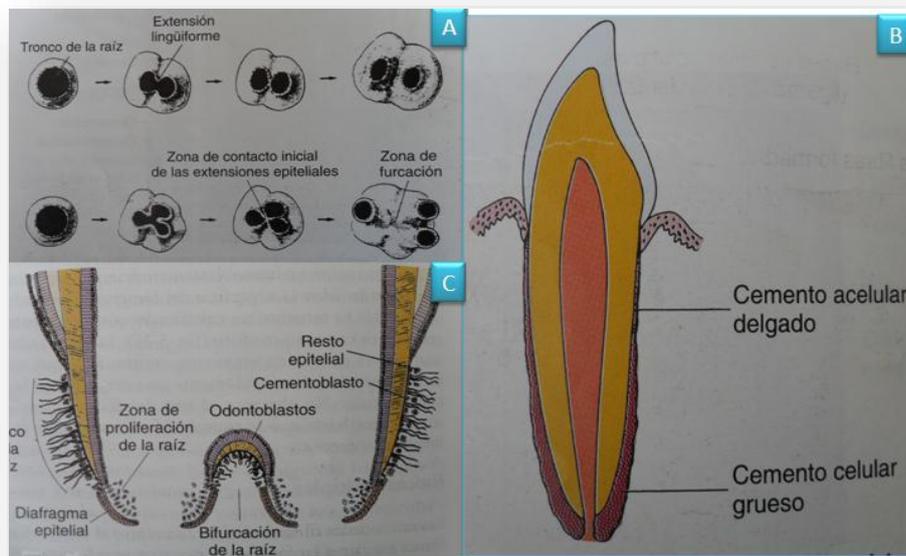


Fig. 21 A) Desarrollo de dientes multirradicales B) localización del cemento sobre la superficie radicular. C) zona de bifurcación de las raíces.

Avery J, Chiego D. Principios de histología y embriología Bucal con orientación clínica. 3º ed. España, MOSBY ELSEVIER. 2007.

CAPÍTULO V. NÚMERO DE RAÍCES Y VARIACIONES ANATÓMICAS

El segundo molar inferior usualmente presenta 2 raíces, una mesial y una distal y se encuentran separadas pero también pueden tener 1, 3 o 4 raíces. ¹⁰

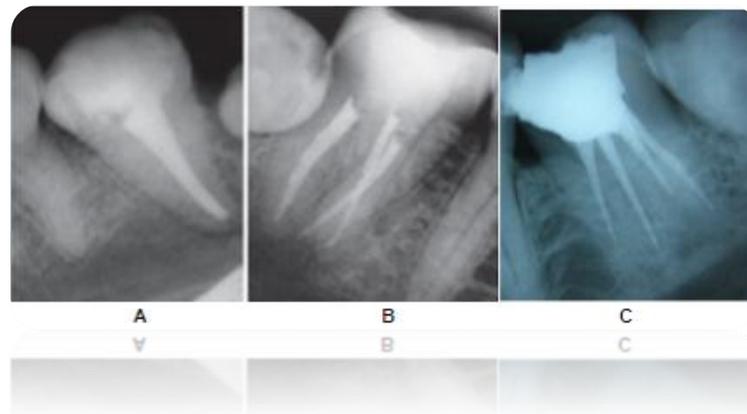


Fig.23 A) una raíz B) tres raíces C) cuatro raíces

Evangelista T, et al. Inusual configuración del sistema de conductos de un segundo molar mandibular Revista ADM 2014; 71 (2): 92-941

Aly H, Luddin N. Accessory mesial roots and root canals in mandibular molar teeth. ENDO Lond Engl 2012;6(3):195–205

Idris M. et al., Mandibular Second Molar with Four Separate Roots. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 Marzo, 8(3): 280-2824

Los hallazgos de diferentes autores como se muestra a continuación, muestran la variabilidad de la morfología del segundo molar inferior, pero la mayoría coincide en el número de raíces y conductos como se muestra en la siguiente tabla comparativa:



Autor	Porcentaje por número de Raíces		
	1 Raíz	2 Raíces	3 Raíces
Manning ²⁵ (1987) <i>Diafanización</i>	22.0%	76.0%	2.0%
Weine (1988) ²⁶ <i>Radiográfico</i>	4.0%	96.0%	0.0%
Rocha (1996)	15.9%	84.0%	5.0%
Ramihi ²⁷ (2008) <i>Diafanización</i>	9.3%	86.0%	4.3%
Zare Jahromi ²⁸ (2013) <i>Diafanización</i>	6.0%	89.0%	2.0%
Kim ²⁹ (2015) <i>CBTC</i>	40.0%	57.4%	0.7%
Promedio	16.2%	81.4%	2.3%

Tabla 2. Se muestran resultados obtenidos por algunos autores que concuerdan en que el número de raíces frecuentemente hallado en el segundo molar inferior es de 3 raíces indistintamente del método de investigación. (25,26,27,28,29)

Porcentaje por número de Raíces

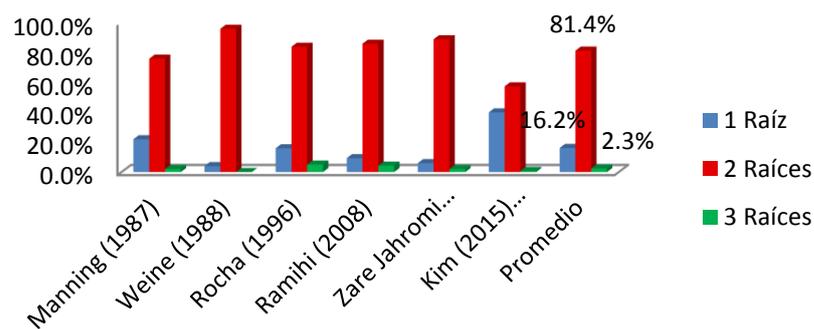


Fig. 24. Gráfica del porcentaje de número de raíces y el promedio. (25,26,27,28,29)



Variaciones en el número de raíces

Varios autores de la literatura mencionan que el segundo molar inferior posee una anatomía externa e interna muy variada, denominando estas variaciones una regla más que una excepción. Debido a la compleja morfología es importante que el clínico se anticipe a buscar variaciones apoyándose en auxiliares como las radiografías dentoalveolares con diferentes angulaciones, tomografías y el uso de lupas.³⁰

Ingle et al. (1996), establecieron la dificultad que existe en detectar la presencia de estas raíces supernumerarias, señalaron que un contorno radicular poco claro, sugiere la presencia de una raíz accesoria.³⁰

Una raíz accesoria, también denominada adicional, supernumeraria, complementaria o adicional, se ha formado por lo general por la división de la vaina epitelial de Hertwig y su patrón proliferativo está determinado genéticamente.^{30,31}

Roig y Morello (2006), quienes explican las teorías de la existencia de raíces supernumerarias, incluyen hiperactividad de la vaina de epitelial de Hertwig, donde hay una proliferación en sentido horizontal y vertical de las partes opuestas de ella y produce una invaginación por parte de la papila dental, formándose así una raíz accesoria.³³

Ferraz y Pecora et al. (1993) muestran en un estudio las variaciones anatómicas por diferencias raciales del segundo molar inferior, donde la incidencia es mayor en razas de origen mongoloide con 2.8%, de origen negro 1.8% y el 1.7% origen caucásico.²⁶

Variación de una raíz

Weine et al (1988) en un estudio evaluó 75 segundos molares y encontró que el 1.3% con una raíz y un conducto. La apariencia radiográfica de

raíz única no necesariamente significa la presencia de un solo canal ya que las raíces pueden fusionarse y pueden albergar dos o tres canales. ³⁴

Evangelista y Ángeles (2014) reportan un caso de un segundo molar inferior (37) con una raíz y un conducto. En este caso, se debe inspeccionar del piso de la cámara pulpar, ya que proporciona información de la ubicación de los conductos, la entrada del conducto se encuentra en el centro, suele ser de forma redonda y muy amplio, lo que sugiere que solo habrá un conducto. ³⁴

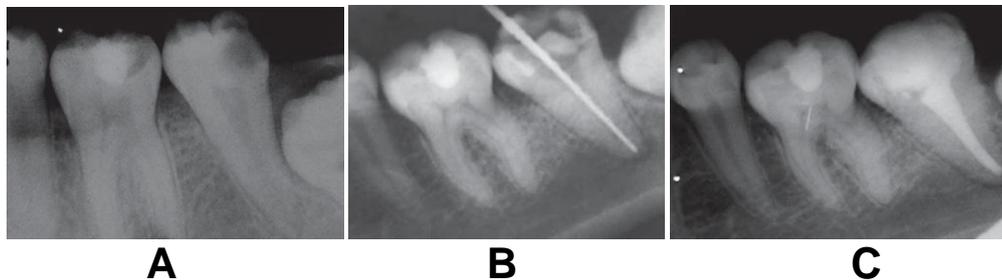


Fig. 25 A) radiografía inicial, se observa una raíz. B) Longitud de trabajo. Solo se ubicó un conducto. C) tratamiento terminado.
Evangelista T, et al. Inusual configuración del sistema de conductos de un segundo molar mandibular Revista ADM 2014; 71 (2): 92-94

Variación de Tres raíces

Raíz mesial adicional

Es una condición poco frecuente en la que dos raíces mesiales se separan y hay dos raíces distintas, mesio-vestibular y mesio-lingual. Desde el punto de vista de endodoncia, esta condición no complica el procedimiento para aplicar el protocolo instrumentación de rutina. ³⁰

Ahmed Luddin (2012) reportan el caso de un Segundo molar inferior con una tercer raíz, es decir una raíz mesial adicional. En este caso se puede observar desde la cavidad de acceso que la pared mesial era amplia en una dimensión bucolingual. Dicho hallazgo proporciona un punto de referencia común para sospechar de una raíz accesoria, especialmente cuando están marcadamente separados con una bifurcación coronal. ³⁰

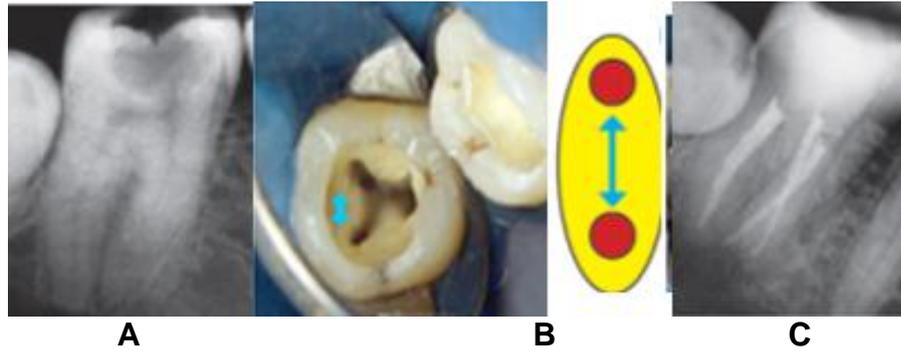


Fig 26 A) radiografía dentoalveolar que muestra la presencia de una raíz mesial adicional. B) Esquema y fotografía que muestran la presencia de una raíz mesial accesoria, con la entrada de los conductos bien separados y correspondido con la amplitud en sentido vestibulolingual de la pared de la cavidad de acceso mesial. C) Tratamiento terminado
Aly H, Luddin N. Accessory mesial roots and root canals in mandibular molar teeth. ENDO Lond Engl 2012;6(3):195–205

Durante la preparación biomecánica, es importante evaluar el espesor de la pared de dentina y la curvatura debido a que estas raíces accesorias son relativamente delgadas, y se debe tener precaución de no perforarlas ante un exceso de ampliación de los conductos. Así también debido a su curvatura se recomienda utilizar instrumentos flexibles con lubricación, para preservar la geometría normal de conducto radicular, y prevenir la incidencia de complicaciones.³⁰

Radix entomolaris y paramolaris

Dentro de las variaciones de tres raíces, la presencia de una raíz accesoria, se encuentra radix entomolaris (raíz adicional disto lingual) y radix paramolaris (raíz adicional por vestibular).

La etiología de la formación del radix entomolaris es poco clara, sin embargo podría estar relacionada con factores externos durante la odontogénesis o con la reaparición de un rasgo genético después de varias generaciones de ausencia, se dice que prevalece en una misma raza. Esta estructura o raíz supernumeraria fue mencionada por primera vez en la literatura por Carabelli (1844) llamándola radix entomolaris. Dicha raíz se encuentra disto lingual y en todos los casos el orificio de entrada al canal se encuentra mesiolingual del canal principal en la raíz distal. Se puede encontrar en el primer, segundo y tercer molar mandibular, pero con menor frecuencia en el segundo molar.^{35,36}



Bolk (1914) reportó el hallazgo de una raíz adicional situada por vestibular, denominada radix paramolaris. La presencia de esta raíz es muy rara y se encuentra con menor frecuencia que radix entomolaris. Visser (1948) reporta la presencia de paramolaris de 0% para el primer molar inferior, 0.5% para el segundo y 2% para el tercer molar. Carlsen y Alexandersen (1991) describen dos diferentes los tipos: los tipos A y B. El tipo A se refiere la parte del tercio cervical está situado sobre la raíz mesial y el tipo B se refiere a que parte del tercio cervical tiene una ubicación céntrica, entre el mesial y distal de la raíz. ^{35,36}

Calberson et al. (2007) de un paciente caucásico de 50 años, en donde mencionan el caso de un Segundo molar inferior (47) con una raíz adicional en vestibular (radix paramolaris). Durante la inspección de la pared de la cámara de pulpar con un microscopio, se encontró el orificio del conducto y una raíz bucal separada, identificada como Radix Paramolaris. ³⁵

Las dimensiones pueden variar, ya que puede ser conducto corto con extensión cónica. Esta raíz puede estar fusionada o separada. También se puede observar una cúspide adicional del lado bucal, como en este caso del segundo molar inferior, sería una quinta cúspide en vestibular. Una observación similar se ha hecho en otros informes, pero un aumento del número de cúspides no está necesariamente relacionado con un mayor número de raíces; sin embargo, una raíz adicional es casi siempre asociada con un aumento del número de cúspides, y con un mayor número de conductos radiculares. ^{35,36}

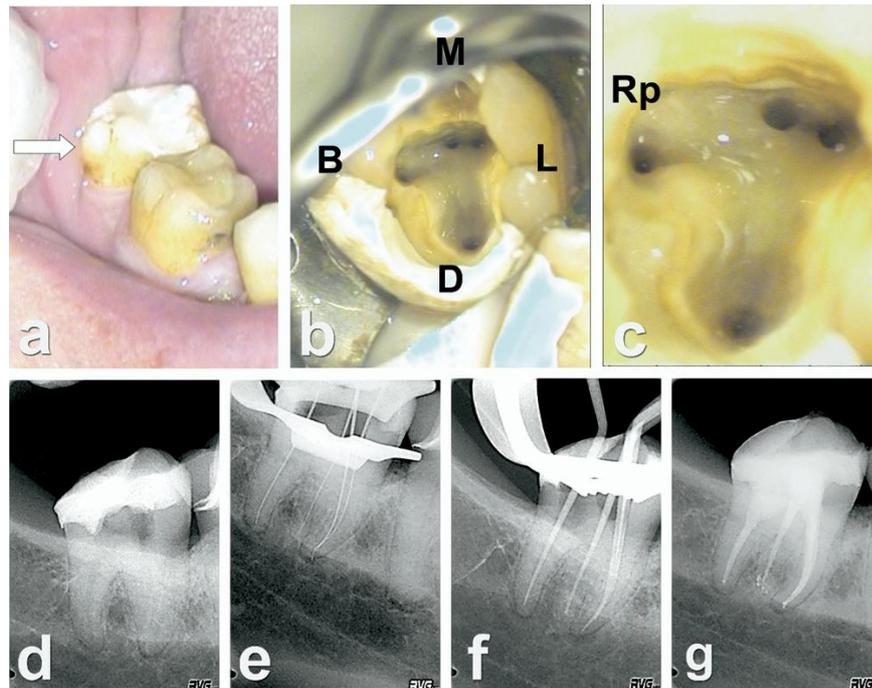


Figura 27. (a) Una cúspide extra en el lado bucal de la corona podría indicar la posible presencia de una raíz supernumeraria. (b,c) las imágenes clínicas de la apertura de la cavidad con extensión a mesiovestibular para revelar el orificio de la radix paramolaris (m, mesiales; D, distal; B, bucal; L, lingual; Rp, paramolaris radix). (d) Radiografía preoperatoria. (e) Longitud de trabajo determinada. En forma conica. (f) Prueba de obturación (g) Postoperatoria.

Calberson F, De Moor R, Deroose C. The Radix Entomolaris and Paramolaris: Clinical Approach in Endodontics. *Journal Endodontics* enero 2007; 33 (1):58-63.

Hannah R y Kandaswamy D. (2014) reportan un caso de radix entomolaris en el segundo molar inferior (37). El caso fue de un paciente masculino de 27 años. Se modificó la cavidad de acceso de forma triangular a forma trapezoidal y utilizando el microscopio se pudo identificar dos orificios mesiales y dos distales.³⁷

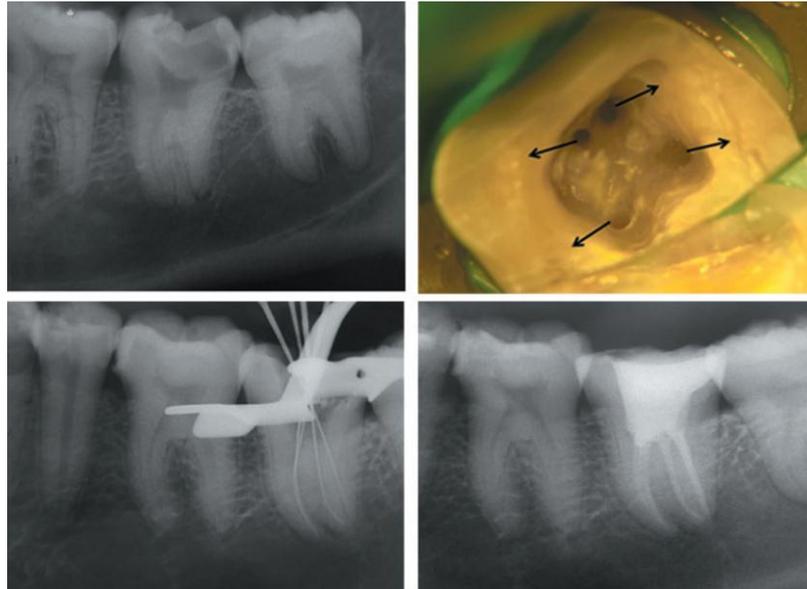


Figura 28. (a) La radiografía inicial de O.D. 37; (b) la apertura de acceso que muestra la entrada de los conductos RE radix entomolaris, MV mesiovestibular, ML mesiolingual y DB distobucal.; (c) determinación de la longitud; (d) La radiografía postoperatoria.

Hannah R, Kandaswamy N. Endodontic management of a mandibular second molar with radix entomolaris: a case report. The Korean Academy of Conservative Dentistry. Restor Dent Endod 2014; 39 (2):132-136

Cuatro raíces

La aparición de las cuatro raíces en un segundo molar inferior fue reportado por primera vez por R. Peiris et al. (2009) y describieron con cuatro raíces y cuatro conductos: dos mesiales y dos distales.³⁸

Mohamed Idris et al. (2014) reporta un segundo molar inferior con 4 raíces y cuatro conductos separados, en este caso describe el retratamiento endodóncico no quirúrgico.³⁸



Fig. 29. A) Radiografía preoperatoria del diente 37. Se observan obturaciones inadecuadas y la raíz disto vestibular no detectada y por tanto no tratada. B) Obturación de los 4 conductos. Idris M. et al., Mandibular Second Molar with Four Separate Roots. Journal of Clinical and Diagnostic Research. 2014 Marzo, 8(3): 280-282



CAPÍTULO VI. NÚMERO DE CONDUCTOS Y VARIACIONES ANATÓMICAS

El segundo molar inferior puede tener de uno a cinco conductos, teniendo mayor prevalencia la configuración de 2 y 3 conductos. Cuando existen tres conductos el acceso es muy similar al primer molar inferior, el orificio distal es con menos frecuencia de forma alargada en sentido vestíbulo lingual, por lo tanto las paredes vestibular y lingual convergen de forma más agresiva en la porción distal para formar un triángulo. Cuando tiene dos conductos, uno mesial y uno distal, los orificios suelen ser de tamaño similar y alineados en el centro del diente, por tanto el acceso será en forma rectangular. Cuando existe un solo conducto éste se ubica en el centro de la superficie oclusal y tiene forma ovalada.¹¹

Se realiza una recopilación de los porcentajes hallados por algunos autores y la configuración más frecuente hallada para obtener un promedio, y de esta forma analizar si a pesar de los diferentes métodos de investigación, la frecuencia de la configuración tipo II para la raíz mesial y tipo I para la raíz distal, sigue siendo una constante.

Así también el análisis de las variaciones de la configuración de conductos.



Autor	Tipo de Raíz	Porcentaje por Tipos de Conducto							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Pineda y Kuttler ³ (1972) Radiográfico	Mesial	58.0%	20.6%	0.0%	10.7%	7.6%	3.1%	0.0%	0.0%
	Distal	94.4%	2.1%	0.0%	3.0%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Vertucci ⁴ (1984) Diafanización	Mesial	27.0%	38.0%	0.0%	26.0%	9.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Distal	92.0%	3.0%	0.0%	4.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Weine ²⁶ (1988) Radiográfico	Mesial	4.0%	52.0%	40.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Distal	85.3%	9.3%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Manning ²⁵ (1990) Diafanización	Mesial	22.5%	32.7%	18.1%	14.6%	9.5%	0.0%	0.0%	2.6%
	Distal	97.4%	0.0%	0.9%	0.0%	1.7%	0.0%	0.0%	0.0%
Gulavibala ³⁹ (2001) Diafanización	Mesial	30.8%	35.9%	3.8%	26.9%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%
	Distal	89.7%	5.1%	1.3%	1.3%	1.3%	0.0%	0.0%	0.0%
Kim ²⁹ (2015) CBTC	Mesial	13.9%	37.8%	1.2%	44.5%	2.7%	0.0%	0.0%	0.0%
	Distal	96.6%	2.1%	0.0%	0.9%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Promedio	Mesial	26.0%	36.2%	10.5%	20.4%	5.0%	0.5%	0.0%	0.4%
	Distal	92.6%	3.6%	0.6%	1.5%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%
	Total	59.3%	19.9%	5.5%	11.0%	2.9%	0.3%	0.0%	0.2%

Tabla 3. Se muestra el porcentaje promedio por raíz y tipo de conducto de configuración más frecuente hallada por varios autores de acuerdo a la clasificación de Vertucci. En promedio los autores coinciden hallar con mayor frecuencia, en la raíz mesial la configuración tipo II y en la raíz distal tipo II. (3,4,25,26,29,39)

Porcentaje Promedio por Tipos de Conducto

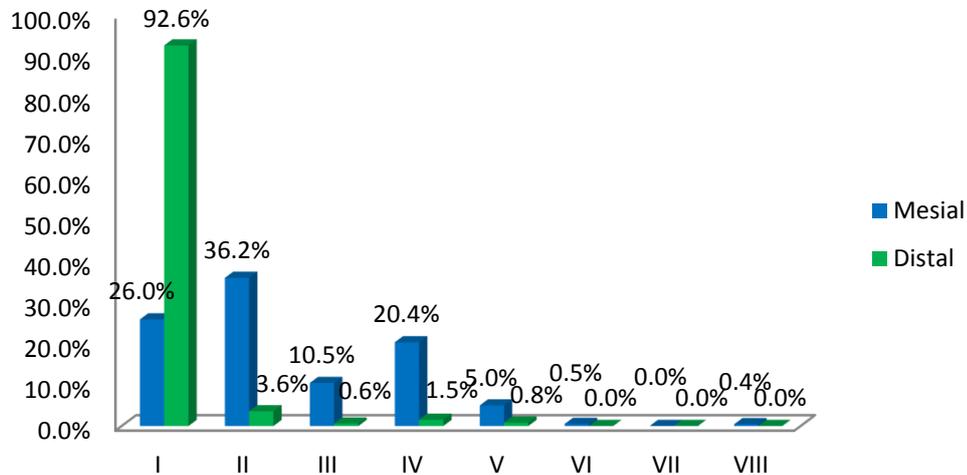


Fig.30. Gráfica que muestra el porcentaje promedio por tipo de conducto.

Variaciones en el número de conductos

Normalmente, los segundos molares inferiores tienen una única raíz o dos raíces que pueden ser fusionadas o separadas. Investigaciones anteriores han demostrado que el segundo molar inferior puede contener de uno a cinco conductos. Varias configuraciones se han descrito para estos dientes, incluyendo canales en forma de C, una sola raíz y un conducto, pero también se han encontrado un conducto mesial y dos en la raíz distal.⁴⁰

Wells y Bernier (1984) habían informado de un segundo molar inferior con un solo conducto mesial y dos en la raíz distal y estaban unidos en la parte apical de la raíz distal. Parirokh et al. (2014), reportan cuatro casos con un solo conducto mesial y dos distales.⁴¹

Uno de ellos es de una paciente femenina de 28 años, en donde se muestra un segundo molar con dos raíces pero presenta un conducto mesial y dos conductos distales separados.⁴¹

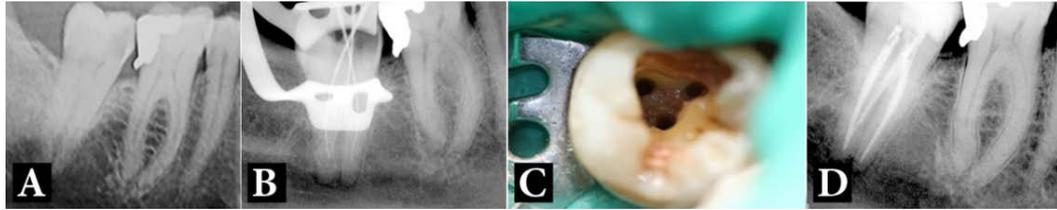


Fig.31 A) Radiografía inicial que muestra un Segundo molar inferior con dos raíces B) longitud de trabajo de un conducto mesial y dos conductos distales separados. C) *detección de dos conductos distales y uno mesial.*; D) tratamiento terminado

Parirokh M, Abbott P, Hosein M, Reza H, Presence of Two Distal and One Mesial Root Canals in Mandibular Second Molars: Report of Four Cases .Iranian Endodontic Journal 2014;9(3):229-232

Tres conductos en mesial (mesio medio)

El conducto mesial medio está presente en el surco de desarrollo entre los conductos mesiovestibular y mesiolingual, la incidencia de ocurrencia de este conducto es de 1-15%. Por lo que al realizar el acceso se debe explorar el piso de la cámara pulpar con un explorador endodóntico. ³⁸

Por lo general un punto de referencia común para los dientes en los cuales se puede localizar una raíz adicional y por tanto también un conducto, se debe observar especialmente la distancia entre la entrada de los conductos. La presencia del conducto mesial medio, también nombrado como intermedio, corresponde a una amplia dimensión vestibulo lingual. ⁴⁰

En la figura 32 se observa la ubicación normal de los orificios mesiales en una sola raíz mesial(a). La presencia de una raíz mesial accesoria bien separados, y corresponde a una amplia dimensión vestibulolingual (azul doble flecha) de la pared de la cavidad de acceso mesial (b). Un tercer conducto de la raíz mesial puede estar situado en cualquier posición (c) La amplia dimensión bucolingual también se puede observar en una sola raíz mesial pero con dos o más conductos mesiales (d y e). en la figura f se muestran las concavidades distales pueden ser observada en el tercio medio de la raíz mesial. ³⁰

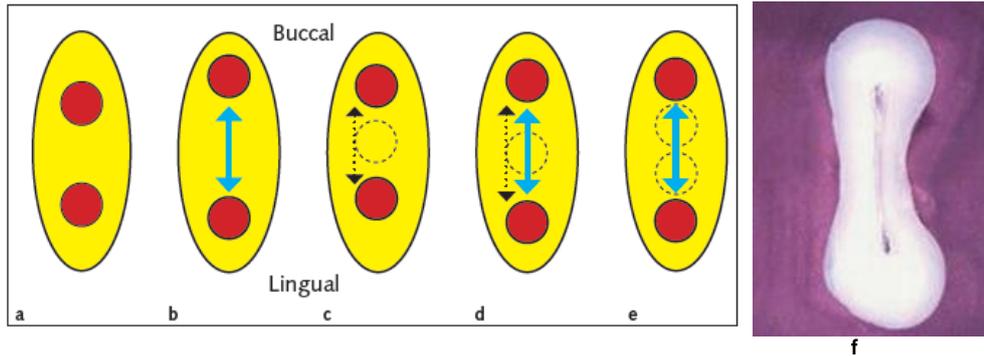


Fig.32. Esquema que muestra la ubicación de orificios en los molares inferiores con conductos accesorios

Aly H, Luddin N. Accessory mesial roots and root canals in mandibular molar teeth. ENDO Lond Engl 2012;6(3):195–205

Durante el proceso de diafanización, de tres muestras se identifico un segundo molar inferior con un conducto muy amplio (A), dos segundos molares inferior con 2 raíces con distinto nivel de bifurcación (B y C) y demostrando la configuración de los conductos con ramificaciones y curvaturas durante su trayecto a nivel apical

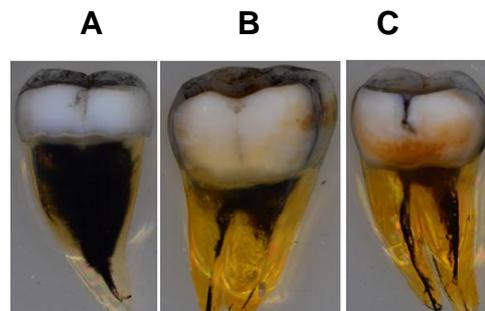


Fig. 33. Diafanización en tres segundos molares inferiores que muestra su anatomía interna.
Fuente directa

CONDUCTO EN C

La principal causa de raíces y conductos en forma de C se debe a una alteración de la vaina epitelial de Hertwig, ya que hay una fusión entre la superficie radicular vestibular y lingual.¹⁸

Fue documentado por primera vez en 1979 por Cooke y Cox. El conducto en C es un único orificio acintado en una arco de 180°, en los molares mandibulares comienza en el ángulo mesiolingual, recorre hacia vestibular y termina en la porción distal.¹⁸

La configuración de los conductos varía a lo largo de la profundidad de la raíz. Por lo que al observar la entrada del conducto puede predecir la anatomía real de los conductos a lo largo de su trayecto. Las variaciones se pueden clasificar en dos tipos básicos con un solo conducto acintado, en forma de C desde el orificio al ápice y con tres o más conductos distintos debajo del orificio en C. ¹⁸

La mayor incidencia se ha descrito en el segundo molar inferior, pero también se ha reportado en el primer molar inferior, primer y segundo molar superior y primer premolar inferior. ¹⁸



Fig 34. Anatomía de un molar con conducto en C donde se muestran más de un foramen.
<http://rootcanalanatomy.blogspot.com.es/>

Clasificación de Melton propuesta en 1991, basada en el corte transversal.

Categoría I. un conducto continuo en forma de C que corre desde la cámara pulpar hasta el ápice sin ninguna interrupción.

Categoría II. En punto y coma, presenta dentina que separa el conducto principal mesial y distal.

Categoría III. Dos o más orificios discretos y conductos separados.

Subdivisión I. molar en forma de C que se divide en dos o más conductos en el tercio coronal y se unen en el tercio apical,

Subdivisión II. Molar en forma de C que se divide en dos o más conductos del tercio medio hasta el ápice.

Subdivisión III. Molar en forma de C que se divide en dos o más conductos separados de tercio coronal hasta el ápice.⁴²

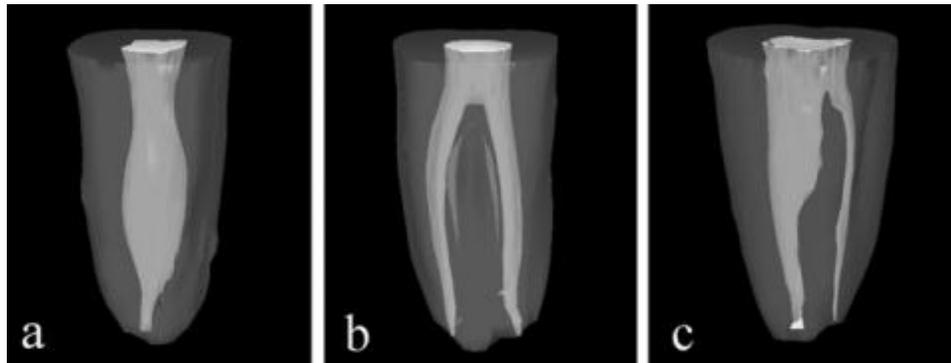
Fan considera que un conducto en forma de C puede presentar solo 2 o 3 orificios separados y es frecuente observar un istmo que los une. Un conducto oval en un corte transversal (C4) puede ser considerado como variante.⁴²

Siguiendo la clasificación de la morfología tridimensional de Gao y cols, utilizando microtomografía computarizada (2006) existen 3 tipos:⁴³

Tipo I: Convergente (32,65%): Los conductos convergen antes de llegar al ápice. (fig a)

Tipo II: Simétrico (38.78%): En dirección vestibulo-lingual, se observan un conducto mesial y distal simétricos a lo largo del eje radicular. (fig b)

Tipo III: Asimétrico (28.57%): En dirección vestibulo-lingual, el conducto puede presentar istmo extenso en zona de furca. (fig c)⁴³



Gao Y, Fan B, Cheung G, Gutmann J, Fan M, C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part IV: 3-D Morphological Analysis and Transverse Measurement. JOE Noviembre 2006 ; 32 (11): 1062–1065

Muchos estudios reportan una alta prevalencia de conductos radiculares en forma de C en las poblaciones de Asia (10-44.5%); como las Coreanas con 44.5%, China 31.5% y libanesas 19.1%. Estudios reportaron una frecuencia en Estados Unidos de 2.7% y el estudio de FOUADY en México en el periodo de 2006-2008 fue de 30.6%. Un porcentaje más alto que el reportado por Kutller en México en 1972 o Vertucci en E.U. en 1979.^{42, 43}

Kim et al. (2015) reportan en un estudio, el patrón de conducto radicular más frecuentemente observada fue de C1 a nivel de la entrada de los conductos (66%) y C3 en el tercio apical (56%). La clasificación tipo de 71% de los conductos en forma de C cambió entre dos niveles adyacentes.⁴⁴



Fig.36 El segundo molar inferior muestra cambios clasificación en los diferentes niveles de la raíz. a) Entrada de los conductos Canal, C1. (b) tercio cervical, C3. (c) Tercio medio, C2. (d) Tercio apical, C4.

Kim S, Kim B, Kim Y, Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation. International Endodontic Journal Enero 2015: 1-9

La prevalencia de C1 y C2 disminuye desde la entrada de los conductos hacia la región apical, mientras que la prevalencia de C3 y C4 aumenta en la misma dirección.⁴³

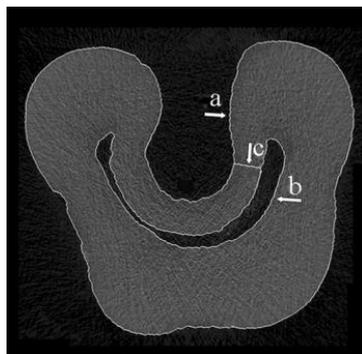


Fig.37. Espesor de pared: a) Superficie externa de la raíz. b) la pared interna del conducto, c) espesor de pared más delgada. Gao Y, Fan B, Cheung G, Gutmann J, Fan M, C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part IV: 3-D Morphological Analysis and Transverse Measurement. JOE Noviembre 2006 ; 32 (11): 1062–1065

Es importante tomar en cuenta durante la instrumentación, el espesor de las paredes de este tipo de configuración, debido a que los conductos en C son propensos a una perforación ya que las paredes del conducto tendrán menor espesor en la región apical. En el estudio de Kim et al. (2015) se midió el espesor mínimo, en la tercio coronal fue de aproximadamente 0,9 mm y en la porción apical fue inferior a 0.3 mm.^{43, 44}



CAPÍTULO VII. LONGITUD PROMEDIO

La importancia de establecer la longitud de trabajo se debe a que se establecerán los límites de trabajo de los instrumentos así como el sellado del conducto. A pesar de la variación de las longitudes, es importante tener una referencia de la longitud de trabajo aparente. La longitud promedio de los segundos molares inferiores de varios autores, se muestra en la siguiente tabla y se obtiene un promedio: ⁴⁵

Autores	Longitud promedio
Black (1902)⁴⁵	19.8mm
Pucci y Reig (1944)⁴⁵	22.4mm
Grosman (1965)⁴⁵	20 mm
Estrela (2005)⁴⁶	21mm
Leonardo (2005)¹	22.44mm
Lima (2009)⁴⁷	20 mm
Cohen (2011)¹⁸	19.8mm
Soares (2012)⁴⁸	21.7mm
Promedio	20.89mm

Tabla 4 . Comparación de la longitud del segundo molar inferior de algunos autores y obtención promedio de dichos datos.



CONCLUSIONES

Al análisis de la anatomía externa del segundo molar inferior se muestra como un molar con características propias que reflejan la anatomía interna de acuerdo a sus dimensiones.

La morfología de las raíces, al presentarse más cercanas entre sí y con un diámetro vestibulo-lingual mayor, prevé conductos con mayor curvatura y el rango de las variaciones es más amplio. Las investigaciones (25,26,27,28,29) realizadas por diversos autores arrojan un promedio de 83.7%, confirmando que el segundo molar inferior presenta 2 raíces con mayor frecuencia.

Al describir la anatomía de los conductos radiculares, el segundo molar inferior, es presentado por los autores con mayor porcentaje de incidencia con dos raíces y tres conductos y una configuración (utilizando la clasificación de Vertucci) de tipo II en raíz mesial con un promedio de 38.5% y en la raíz distal tipo I con 92.2%. Los porcentajes presentados concuerdan aun cuando las investigaciones llevaron a cabo con métodos distintos. Sin embargo las variaciones son presentadas para alertar su posible presencia.

Las variaciones del sistema de conductos radiculares durante su trayecto, y en la región apical son presentes en menor porcentaje, sin embargo, el cómo abordarlas se verá reflejado en la evolución satisfactoria del tratamiento.

Una imagen radiográfica no provee una imagen tridimensional, por lo que la longitud de trabajo depende de la relación entre la distancia del vértice radicular al foramen anatómico y foramen fisiológico, coincidiendo que debe terminar a 1mm o mas del ápice radiográfico, es decir, al termino del conducto dentinario o unión CDC ya que las mediciones presentadas



menores a 1 mm, son pequeñas variaciones que estarán presentes por distintos factores, tales como la localización de la salida del foramen anatómico, aposición de cemento conforme a la edad del paciente o procesos patológicos.

Evidenciar la anatomía interna del segundo molar inferior mediante la técnica de diafanización, cortes transversales y longitudinales y fotografías, permite tener una interpretación adecuada de la morfología interna del diente, pero al integrar esos conocimientos durante la práctica clínica, aporta una herramienta para interpretar radiografías preoperatorias y durante la inspección clínica del acceso, observar la entrada de los conductos, permitiendo tener previsibilidad para identificar alguna variación anatómica.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Leonardo M. Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares: Principios técnicos y biológicos Tomo I. Sao Paulo; Artes Médicas; 2005.
2. Canalda S, Aguadè, B .Endodoncia. técnicas clínicas y bases científicas. 3ºed. España; ELSEVIER MASSON. 2014.
3. Kuttler Y. Fundamentos de Endo-Metaendodoncia practica. 2ºed México, D.F ;ED. Francisco Mendez Oteo; 1980.
4. Vertucci F, Pasiewicz R, Rice R. Root canal anatomy of the human permanent teeth. ORAL SURC 1988 Mayo: 14 (5):207-212
5. Scheid, R. Weiss, G., Woelfel Anatomía dental. 8ºed. Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
6. Ruxandra M, Andrei O, Mercurt V. Anatomical variation of mandibular second molar and its implications in endodontic treatment. Rom J Morphol Embryol 2012, 53(2): 413-316
7. Diamond M. Anatomía dental. Limusa UTHEA, 1994
8. Esponda RI. ANATOMÍA DENTAL. 7ª ed. Facultad de Odontología, UNAM. México 2002.
9. Giménez X. Anatomía radicular y su relación con las lesiones de furcacion. 43(3)2005. Obtenido de Acta odontológica Venezolana: http://www.actaodontologica.com/ediciones/2005/3/anatomia_radicular_relacion_furcacion.asp (consulta 29/09/15)
10. Lasala, A. Endodoncia. 4ºed. España .Ediciones científicas y técnicas,1993
11. Walton R, Torabinejad M. Endodoncia. Principios y práctica. 4º ed. Barcelona; Elsevier; 2010
12. Rivas R. Unidad 2. Notas para el estudio de Endodoncia. Morfología de la cavidad pulpar 3a. Sección: dientes inferiores. 11/06/2013. Obtenido de Iztacala UNAM:



<http://www.iztacala.unam.mx/rrivas/NOTAS/Notas2Morfologia/morfologia47.html>. (Consulta 02/10/15)

13. Weine, F., *Terapéutica en endodoncia*. 2da ed. Barcelona; Salvat. Editores S.A; 1991
14. Paredes J. Manejo de conductos curvos con tres sistemas rotatorios y uno manual bajo el concepto del centrado de la instrumentación. Universidad de Granada 2005. Obtenido de <http://hera.ugr.es/tesisugr/15754443.pdf>. (consulta 10/10/15)
15. Estrela C, Bueno M, Barletta F, Guedes O, Porto O, et al. Identification of Apical and Cervical Curvature Radius of Human Molars. *Brazilian Dental Journal* 2015 26(4): 351-356
16. Flores C. Reyes C. Conductos laterales y accesorios. Una realidad en la cavidad endodóntica. *MEDICINA ORAL* octubre-diciembre 2000 2(4):127-134
17. Briseño, M. Mohammed A., Willershausen-Zo, B. *Journal Endodontics* Mayo 2004 30(5):321-328
18. Cohen S, Hargreaves K, Berman L., Cohen. *Vías de la pulpa*. 10º ed. España; Elsevier; 2011.
19. Martos J, Ferrer-Luque C, González-Rodríguez M, Castro L. Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. *International Endodontic Journal* 2009 42(6):329–334,
20. Bellera M. Manejo Clínico del Tercio Apical en la Terapia Endodóntica Convencional. Obtenido de Carlos Bóveda *endodoncia* 2004:
http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_42.htm(consulta 18/09/15)
21. Barsness Sara Barsness S, Bowles W, Fok A, McClanahan S, Harris S. An anatomical investigation of the mandibular second molar using micro-computed tomography. *Surg Radiol Anat* 2015 25 (37)267–272
22. Proffit W, et al. *Ortodoncia y práctica*. 2º ed. España; Mosby Doyma libros; 1995



23. Avery J., Chiego, D. Principios de histología y embriología Bucal con orientación clínica. 3º ed. España, MOSBY ELSEVIER. 2007.
24. Gómez de Ferraris, M, Campos, A. Histología, Embriología e Ingeniería tisular bucodental. 2º ed. Médica Panamericana; 2004
25. Manning S. Root canal anatomy of mandibular second molars. Part I. International Endodontic journal 1990; 23(6);34-39
26. Weine, F., Pasiewicz, R., and Rice, R. Canal Configuration of the Mandibular Second Molar. Journal Endodontic. 1988 Mayo; 14 (7);207-213
27. Ramihi S, Shahi S, Lotfi M, Zand V, Abdolrahimi M, Es hagh R. Root canal configuration and prevalence of C-shaped canals in mandibular second molar in an Iranian population. Journal of Oral Science 2008; 50 1 (5):9-13
28. Jarhromi Z, Golestan J, Esmail M, Moouavizahed S, Sarami M. Root and canal morphology of mandibular second molar in an Iranian population by clearing Method. J dent Shiraz Univ Med Scien 2013;14(2): 78-81
29. Kim S, Kim B, Kim Y, Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation. International Endodontic Journal Enero 2015: 1-9
30. Aly H, Luddin N. Accessory mesial roots and root canals in mandibular molar teeth. ENDO Lond Engl 2012;6(3):195–205
31. Ingle, J.. ENDODONCIA. 4a ed. México D.F McGraw Hill Interamericana. 1996
32. Oporto V, Fuentes F y Soto P. Variaciones anatómicas radiculares y sistemas de canales. Int. J. Morphol 2010; 28(3):945-950,
33. Rajasekhara S., Sharath Chandra S, Parthasarathy L.B. Cone beam computed tomography evaluation and endodontic management of permanent mandibular second molar with four roots: A rare case report and literature review. J Conserv Dent. 2014 Jul; 17(4):385-388.



34. Evangelista T, et al. Inusual configuración del sistema de conductos de un segundo molar mandibular *Revista ADM* 2014; 71 (2): 92-94
35. Calberson F, De Moor R, Deroose C. The Radix Entomolaris and Paramolaris: Clinical Approach in Endodontics. *Journal Endodontics* enero 2007; 33 (1):58-63.
36. Rodríguez L, Fortich R. y Díaz A. Radix entomolaris dificultad y reto endodóntico. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud Duazary*, Junio 2011; 8 (1):74-79
37. Hannah R, Kandaswamy N. Endodontic management of a mandibular second molar with radix entomolaris: a case report. *The Korean Academy of Conservative Dentistry. Restor Dent Endod* 2014; 39 (2):132-136
38. Idris M. et al., Mandibular Second Molar with Four Separate Roots. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2014 Marzo, 8(3): 280-282.
39. Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng Y-L. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 2001 (34): 359–370.
40. Rao NR. *Endodoncia Avanzada*. Bogotá: Amolca. 2011
41. Parirokh M, Abbott P, Hosein M, Reza H. Presence of Two Distal and One Mesial Root Canals in Mandibular Second Molars: Report of Four Cases. *Iranian Endodontic Journal* 2014;9(3):229-232
42. Vega E, Alvarado G, Ramírez M, Rueda F. Prevalencia de conductos en forma de C. investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán. *Endodoncia actual* 2008; 36-44
43. Gao Y, Fan B, Cheung G, Gutmann J, Fan M, C-shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part IV: 3-D Morphological Analysis and Transverse Measurement. *JOE* Noviembre 2006 ; 32 (11): 1062–1065
44. Kim S, Kim B, Kim Y. Mandibular second molar root canal morphology and variants in a Korean subpopulation. *International Endodontic Journal* 2015:1-9



45. Castañeda A, Hernández S, Benitez C, Bernal J. Castañeda J. Longitud de conductos radiculares promedio en el Estado de Nayarit. Oral 2010 11 (34) 601-604.
46. Estrela C. Ciencia endodóntica. 1 a ed. Sao Paulo: Artes Médicas latinoamericanas; 2005
47. De Lima M. Endodoncia de la Biología a la Técnica. 1 a ed. Caracas: Amolca; 2009.
48. Soares I, Goldberg F. Endodoncia: Técnica y fundamentos. 1a ed. México: Médica Panamericana; 2002



ANEXOS

FOTOGRAFÍAS Y TÉCNICA DE DIAFANIZACIÓN

Las fotografías fueron tomadas con microscopio por el Mtro Ricardo Ortiz Sánchez en la sala de realidad virtual de la Facultad de Odontología.

La técnica de diafanización, ya que es una técnica que consiste en la desmineralización de los dientes por medio de sustancias química que actúan sobre los componentes orgánicos e inorgánicos del diente, los transparenta y por medio de la inyección de tinta de esta forma permite observar la anatomía interna de los dientes.

Se llevo a cabo en División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología. La técnica de diafanización que se utilizó fue la siguiente:

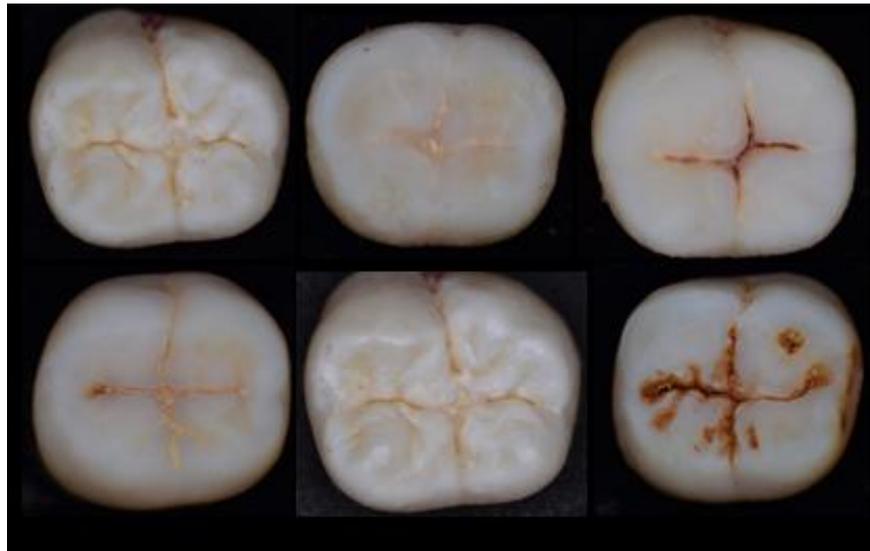
1. Se realiza un pequeño acceso a cámara pulpar.
2. Después inyectar tinta china negra hasta que salga una gota en el ápice.
3. Por 24 horas se deja secar la tinta china.
4. Se cubre la corona con cera rosa para que no se desmineralice el esmalte.
5. Posteriormente se colocan en ácido nítrico al 5% por 48 horas cambiando la solución a las 24 horas. (El volumen del ácido nítrico debe ser el doble del volumen de los especímenes).
6. Retirar del ácido nítrico y se colocar en una gasa. Después sujetarlos en el grifo del agua para que pase agua de corriente y se deja con un goteo constante.
7. Los dientes se colocan un recipiente con alcohol etílico al 80% por 2 horas (Volumen al doble del volumen de los especímenes)
8. En un recipiente con alcohol etílico al 90% se colocan los dientes por 6 hrs.
9. Posteriormente en alcohol etílico al 100% por 4 hrs.
10. Eliminar la cera de la corona



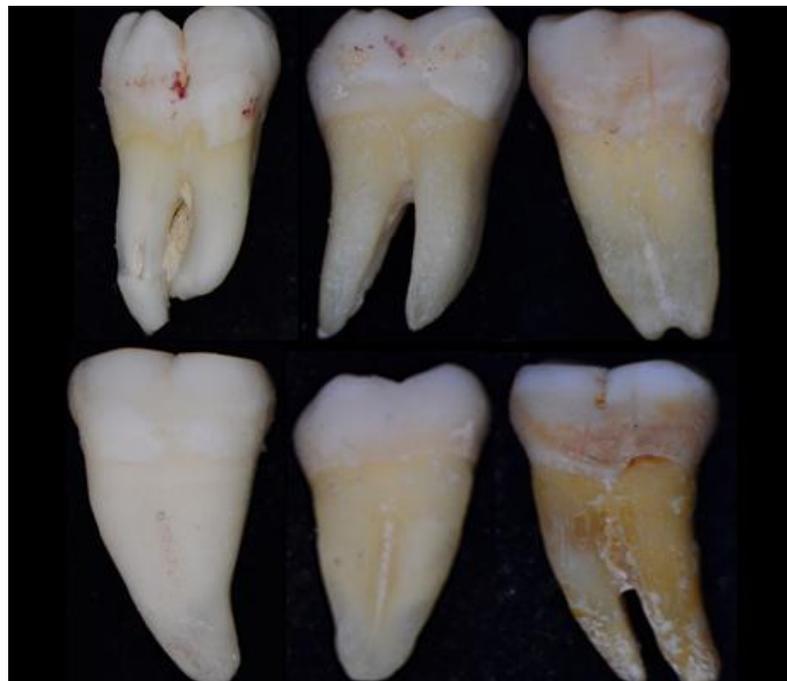
11. finalmente colocar los dientes en un frasco hermético con salicilato de metilo hasta que se transparenten.

ANATOMIA EXTERNA

Cara oclusal

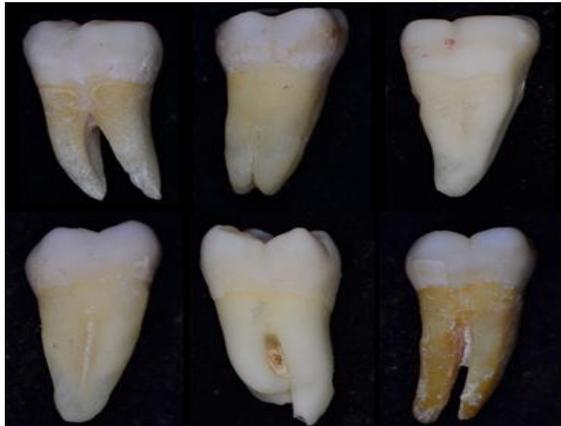


Cara vestibular

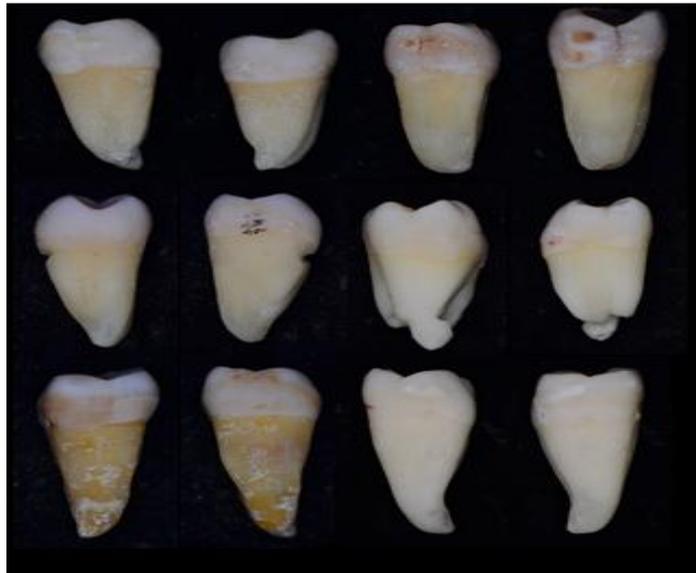




Cara lingual



Cara mesial y distal



DIENTES DIAFANIZADOS





CORTES LONGITUDINALES

En sentido vestibulo-lingual

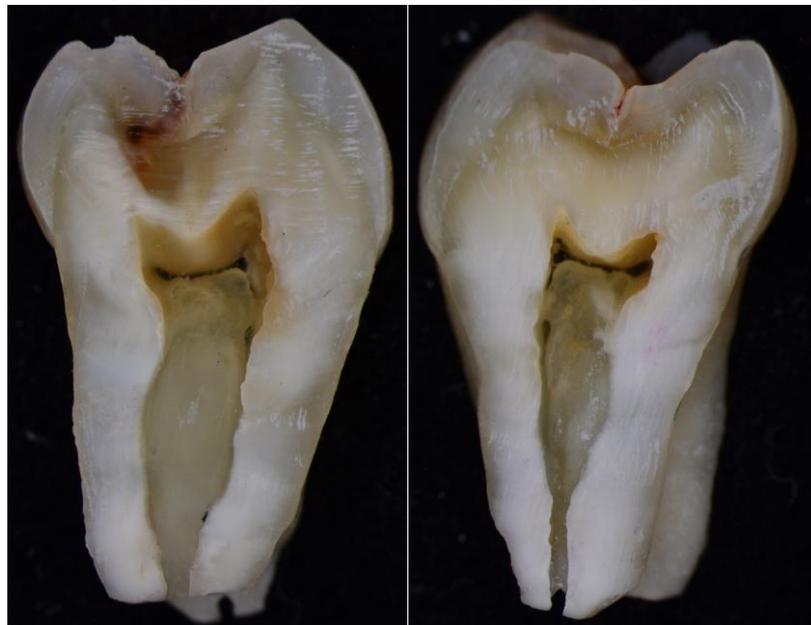
Vista mesial

Vista distal



Vista mesial

Vista distal



En sentido mesio-distal



CORTES TRANSVERSALES

