



ARTÍCULO
ORIGINAL



Valencia de Pablo, Óliver
Odontólogo. Profesor del Máster en Endodoncia Avanzada, Universidad Europea de Madrid.

Pérez Zaballos, María Teresa
Médico Estomatólogo. Profesora de la Universidad de Salamanca, Departamento de Anatomía.

Péix Sánchez, Manuel
Médico Estomatólogo. Profesor de la Universidad de Salamanca, Departamento de Endodoncia.

Estévez Luaña, Roberto
Odontólogo. Profesor del Máster en Endodoncia Avanzada, Universidad Europea de Madrid.

Cisneros Cabello, Rafael
Médico Estomatólogo. Director del Máster en Endodoncia Avanzada, Universidad Europea de Madrid.

Indexada en / Indexed in:
- IME
- IBECS
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Correspondencia:
Óliver Valencia de Pablo
Avenida de Bruselas, 64, 6º2
28028 Madrid
Tfno.: 630103528
Email: olileon2001@yahoo.es

XIV PREMIO CIENTÍFICO ANUAL PROF. DR. D. PEDRO RUIZ DE TEMIÑO MALO

Morfología interna del primer molar mandibular permanente. Influencia del uso de ultrasonidos y del microscopio operatorio en la localización de conductos

Valencia de Pablo, Ó. Pérez Zaballos, MT. Péix Sánchez, M. Estévez, R. Cisneros, R. Morfología interna del primer molar mandibular permanente. Influencia del uso de ultrasonidos y del microscopio operatorio en la localización de conductos. *Cient. Dent.* 2012; 9; 1.

RESUMEN

Introducción: Estudios recientes reflejan la existencia de conductos accesorios en las raíces de los primeros molares permanentes inferiores. El objetivo principal de este trabajo es determinar la influencia que tienen el uso de ultrasonidos y el microscopio operatorio en la localización de dichos conductos. Como objetivo secundario, hemos empleado la técnica de diafanización de manera innovadora para visualizar la anatomía real de los molares inferiores tratados.

Metodología: Se realizó la apertura de 53 primeros molares permanentes inferiores en varias fases, anotando el número de conductos localizados en cada una de ellas. La primera, sin magnificación ni ultrasonidos. A continuación se incorporaron la puntas ultrasónicas y, en una tercera fase, se añadió el microscopio operatorio. Finalmente se utilizó la técnica descrita por Robertson para diafanizar los dientes y describir sus sistemas de conductos mediante la clasificación de Vertucci, modificada por diversos autores.

Resultados: Tanto el uso de ultrasonidos como del microscopio operatorio, aumentaron el número de conductos localizados, pero las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas con el uso simultáneo de ambos. Su ayuda fue más importante en la raíz mesial que en la distal. Un 26.4% de las raíces mesiales presentaba tres orificios de entrada a la cámara pulpar, cuyas configuraciones hacia la zona apical son

Internal morphology of the mandibular first permanent molar. Influence of the use of ultrasonic tips and operating microscope in locating canals.

ABSTRACT

Introduction: Recent studies reflect the existence of accessory canals in the roots of the first lower permanent molars. The main objective of this paper is to determine the influence that the use of ultrasonic tips and the operating microscope have in locating these canals. As a secondary objective, we have used the clearing technique in an innovative way to visualize the actual anatomy of the treated lower molars.

Methodology: The access cavities of 53 first lower permanent molars were done in different phases, noting the number of canals located in each of them. The first, without magnification or ultrasound. Next the ultrasonic tips were incorporated and, in a third phase, the operating microscope was added. Finally, the technique described by Robertson was used to make the teeth transparent and describe their root canal systems by means of the Vertucci's classification, modified by various authors.

Results: Both the use of ultrasound and the operating microscope increased the number of located canals, but the differences were only statistically significant with the

variables. Tras diafanizar las muestras, un 23.1% presentaba 5 conductos.

Conclusiones: El uso del microscopio operatorio y los ultrasonidos es importante para la localización de conductos accesorios en los primeros molares inferiores. La incidencia del conducto mesiocentral fue del 26.4%. La técnica de diafanización debería ir precedida de una apertura modificada bajo magnificación.

PALABRAS CLAVE.

Primer molar mandibular permanente; Anatomía del sistema de conductos; Diafanización; Microscopio operatorio.

simultaneous use of both. Their help was more important in the mesial root than in the distal. We found 26.4% of the mesial roots presented three entry orifices in the pulp chamber, whose configurations towards the apical area were variable. After clearing the samples, 23.1% presented 5 canals.

Conclusions: The use of the operating microscope and ultrasound is important for locating accessory canals in the lower first molars. The incidence of the mesiocentral canal was 26.4%. The clearing technique should be preceded by a modified access cavity under magnification.

KEY WORDS

First permanent mandibular molar, root canal system anatomy, clearing technique, operative microscope.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de la terapéutica endodóntica es prevenir o curar la periodontitis apical. Desde un punto de vista biomecánico, esto implica limpiar, conformar y desinfectar el sistema de conductos de tal manera que podamos realizar una obturación hermética, tanto a nivel coronal como apical.^{1,2} Para ello, debemos poseer un profundo conocimiento no sólo de la morfología interna habitual del diente a tratar, sino también de las posibles variantes anatómicas que nos podemos encontrar.³

El primer molar mandibular permanente (M1 inferior) es una pieza clave en la arcada dental. Su pérdida prematura, lleva a una mutilación permanente del sistema estomatognático. Al ser uno de los primeros dientes permanentes en erupcionar y, dada su posición en la boca, se ve afectado de manera frecuente por caries y otras patologías.⁴ De hecho, es el diente que recibe un mayor número de tratamientos de conductos.^{5,7} Una reciente revisión de la literatura muestra cómo numerosos autores han estudiado su sistema de conductos, describiendo desde casos simples hasta las situaciones más complejas.⁸ Aún así, el M1 inferior presenta la tasa más elevada de fracaso en el tratamiento endodóntico.⁹

Clásicamente ha sido descrito como un molar con dos raíces, mesial y distal, y tres o cuatro conductos en su interior.¹⁰ En 1982 vemos la primera referencia a la posibilidad de encontrar tres conductos en su raíz mesial¹¹ y en 1985, Martínez-Berná y Badanelli describen dos casos en los que localizan 3 conductos en su raíz distal.¹² Desde entonces, podemos ver numerosas publicaciones sobre M1 inferiores con 5, 6 y hasta 7 conductos.⁸

Analizando los trabajos de Von Arx¹³ y Wada y cols.¹⁴ queda claro que las complejidades anatómicas como los istmos o los deltas apicales tienen un relación directa con la patología periapical persistente. Pero sin ir tan lejos, varias publicacio-

nes demuestran que omitir la presencia de un conducto nos puede llevar al fracaso del tratamiento endodóntico.^{11,15} La magnificación ha demostrado ser de valiosa utilidad para la localización de conductos complejos, como por ejemplo el mesiopalatino de los molares superiores.¹⁶ En relación a los molares inferiores, sólo hay dos trabajos publicados, y ambos concluyen que el microscopio operatorio fue de gran ayuda para localizar conductos accesorios.^{17,18}

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la capacidad, por separado, del uso de puntas de ultrasonido y del microscopio operatorio, para mejorar la tasa de detección de conductos en las raíces mesiales y distales de los M1 inferiores. Como objetivo secundario, nos propusimos evaluar la configuración anatómica de las muestras mediante la transparentización de las mismas y la posterior inyección de tinta en su sistema de conductos, pero tras la realización de una apertura modificada. Esta metodología no ha sido descrita previamente en la literatura.⁸ La clasificación utilizada para describir su disposición anatómica fue la propuesta por Vertucci (1984) con todos los tipos adicionales enumerados por diversos autores.⁸

MATERIAL Y MÉTODOS

Gracias a varios centros de la Seguridad Social, pudimos recolectar 75 M1 inferiores. En el momento de la extracción se confirmó que se trataban de primeros molares por su ubicación en la arcada. Una vez extraídos se almacenaron en formol al 10% hasta su utilización. Todos los molares con raíces fracturadas, reabsorciones apicales o tratamientos endodónticos previos fueron descartados. Finalmente, contamos con 53 M1 inferiores.

Las muestras fueron radiografiadas mediante el sistema RVG Kodak 6100 (Kodak, Rochester, USA), realizando tres proyecciones con diferente angulación para tener información previa

acerca del tamaño de la cámara pulpar y del número de conductos. La apertura y localización de conductos se dividió en tres fases consecutivas que pasamos a describir a continuación:

- **Primera fase**, en la que no se utilizó ningún tipo de magnificación ni de ultrasonidos. Se seleccionó una fresa redonda de grano grueso y tamaño #014 (Komet-Brasseler, Lemgo, Alemania) utilizada en turbina al alta velocidad y con agua, procediendo a eliminar todo el tejido cariado y las restauraciones existentes. Acto seguido se empleó una fresa 330 (Komet-Brasseler) para llegar hasta la cámara pulpar y notar la caída en vacío. Una vez allí, se dio forma a la apertura y se alisaron sus paredes mediante el uso de una Endo Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). Se tuvieron muy en cuenta los resultados de la revisión bibliográfica⁸, realizando las modificaciones en la apertura apropiadas para localizar todos los conductos posibles. Por un lado, la forma de la apertura se hizo trapezoidal, con el lado distal casi tan ancho como el mesial, para no omitir la presencia de un segundo conducto distal o un conducto distal único con forma acintada. Tras localizar los dos conductos principales en la raíz mesial, se utilizó de nuevo la fresa 330 para eliminar el murete de dentina que nos encontramos entre los conductos mesiales y nos impide la visualización de un surco, más o menos profundo, que casi siempre existe entre ambos.¹⁹ Una vez expuesto, se utilizó la sonda DG16 (Hu-Friedy, Chicago, EEUU) y limas C+ #10 de 18 mm (Dentsply Maillefer) para intentar localizar la entrada a un posible tercer conducto mesial. De existir dos conductos principales en la raíz distal, se repitió el mismo procedimiento descrito en la mesial. Tras comprobar que no era posible permeabilizar ningún conducto accesorio, se pasó a la siguiente fase.

- **Segunda fase**, en la que no se utilizó ningún tipo de magnificación. Una vez concluida la primera fase, se procedió al uso de ultrasonidos para realizar un ligero ensanchamiento del surco remanente entre los conductos principales en ambas raíces. De manera frecuente se fue irrigando con hipoclorito sódico al 5,25% mediante una aguja Monoject (Tyco Healthcare Group LP, Mansfield, EEUU) tanto en la entrada a los conductos principales como en la zona del surco trabajada mediante ultrasonidos, para limpiarla de detritus y mejorar su visualización. Después de secar con la jeringa de aire del equipo, y antes de volver a emplear la punta ultrasónica, se intentó cateterizar un posible tercer conducto mediante la misma lima empleada en la primera fase y la sonda DG16. Se fue eliminando dentina hasta que a simple vista el surco entre los conductos principales había desaparecido y la sonda de exploración DG16 no se enganchaba en ningún punto. La punta de ultrasonido seleccionada fue la ET20D (Satelec Acteon group, Merignac, France).

- **Tercera fase**, en la que, además de seguir usando los ultrasonidos, se añadió la ayuda del microscopio operatorio OPMI pico Mora (Carl Zeiss, Inc, Oberkochen, Alemania) a 21,3 aumentos. Con la ayuda de la magnificación es más fácil visualizar el surco residual entre los dos conductos principales, mesiales o distales. Mediante ultrasonidos, se continuó pro-

fundizando hasta que el surco desaparecía. Al igual que en la segunda fase, constantemente se fue irrigando para eliminar los detritus generados, y secando con la jeringa del equipo o puntas de papel en caso necesario, para obtener una correcta visualización del área de trabajo. De nuevo, mediante limas manuales, se intentó cateterizar un posible tercer conducto en repetidas ocasiones con limas C+ #10 de 18 mm.

Al finalizar cada fase, se anotó el número de conductos localizado en la raíz mesial y en la raíz distal. Una vez terminada la apertura, las muestra volvieron a ser almacenadas en formol al 10% para su correcta conservación.

En cada raíz, se analizaron estadísticamente las diferencias existentes entre las tres técnicas empleadas para la detección de conductos. A continuación, se unificaron los datos de la raíz mesial y la distal, y se evaluó la capacidad de dichas técnicas para la localización de conductos en el molar, sin diferenciar a qué raíz pertenecen.

Por último, se evaluó la capacidad de las técnicas para localizar conductos en una u otra raíz. Para ello, se analizó si mediante la técnica del ojo desnudo, había diferencias en la capacidad de localizar los conductos entre la raíz mesial y la distal. El mismo análisis se llevó a cabo cuando se emplearon ultrasonidos y también al añadir el uso del microscopio operatorio.

Las variables cualitativas se presentan con su distribución de frecuencias. Se evaluó la asociación entre variables cualitativas con el test de Chi-cuadrado o prueba exacta de Fisher, en el caso de que más de un 25% de los esperados fueran menores de 5. Para todas las pruebas se aceptó un valor de significación del 5%. El procesamiento y análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico STATA 11.0.

Para visualizar el sistema de conductos de los M1 inferiores, se aplicó la técnica de diafanización descrita por Robertson en 1980.²⁰ Una vez terminado el proceso se utilizó un alicate de cortar alambre para separar las raíces mesiales de las distales y permitir una correcta visualización de las configuraciones de conductos presentes en su interior. Durante este proceso, se fracturó la raíz mesial de una de las muestras, por lo que ambas raíces fueron descartadas, quedando un total de 52 M1 inferiores diafanizados. Se colocó un bote de cristal lleno de metilsalicilato encima de un negatoscopio. Una por una, se fueron sumergiendo las muestras en su interior y se realizaron fotografías digitales (Canon modelo número 550D, Tokio, Japón). Todas las imágenes fueron recortadas, llevadas a escala de grises con el programa Adobe PhotoShop CS4 (Adobe Systems, San Jose, CA) y, para determinar el número de conductos y las configuraciones presentes, se proyectaron en la pantalla de un ordenador de 19 pulgadas.

Esta metodología se fue repitiendo con las muestras de una en una, contabilizando el número de conductos total como la suma de los presentes en la raíz mesial y en la raíz distal, y estableciendo a su vez la configuración del sistema de conductos en cada raíz.

RESULTADOS

Las tablas 1, 2 y 3 resumen los resultados de nuestra investigación sobre 53 primeros M1 inferiores, en cuanto al número de conductos localizados mediante las diversas metodologías empleadas, el número de conductos localizados por raíz mediante el uso combinado de ultrasonidos y microscopio operatorio (tercera fase de la metodología), y el número de conductos total localizado en cada muestra.

Tabla 1. Tasa de detección de conductos mediante diversas metodologías

Ojo desnudo		+ ultrasonido		+ microscopio	
Raíz M	Raíz D	Raíz M	Raíz D	Raíz M	Raíz D
105	72	110	71	119	73

Tabla 2. Número de conductos por raíz localizados con la ayuda de los ultrasonidos y el microscopio operatorio (tercera fase de la metodología).

Raíz Mesial			Raíz Distal		
1 conducto	2 conductos	3 conductos	1 conducto	2 conductos	3 conductos
1	38	14	38	10	5
1.9%	71.7%	26.4%	71.7%	18.9%	9.4%

Tabla 3. Número total de orificios de entrada a conductos localizado en el suelo de la cámara pulpar durante el procedimiento de apertura con la ayuda de ultrasonidos y microscopio operatorio.

2 conductos	3 conductos	4 conductos	5 conductos
1	25	20	7
1.9%	47.2%	37.7%	13.2%

En la tabla 4 podemos observar el número de conductos de los M1 inferiores transparentizados. En las tablas 5 y 6 podemos ver reflejados los datos sobre las configuraciones de conductos obtenidas para las raíces mesial y distal mediante la técnica de diafanización. En la figura 1, vemos imágenes representativas de M1 inferiores diafanizados para cada categoría de conductos. En las figuras 2 y 3, vemos las diferentes configuraciones presentes en la raíz mesial y distal, respectivamente.

Tabla 4. Número de conductos de los M1 inferiores estudiados mediante DIFANIZACIÓN

Número de	3 conductos	4 conductos	5 conductos	6 conductos	7 conductos
Número de M1	13	23	12	3	1
Porcentaje del total	25%	44.2%	23.1%	5.8%	1.9%

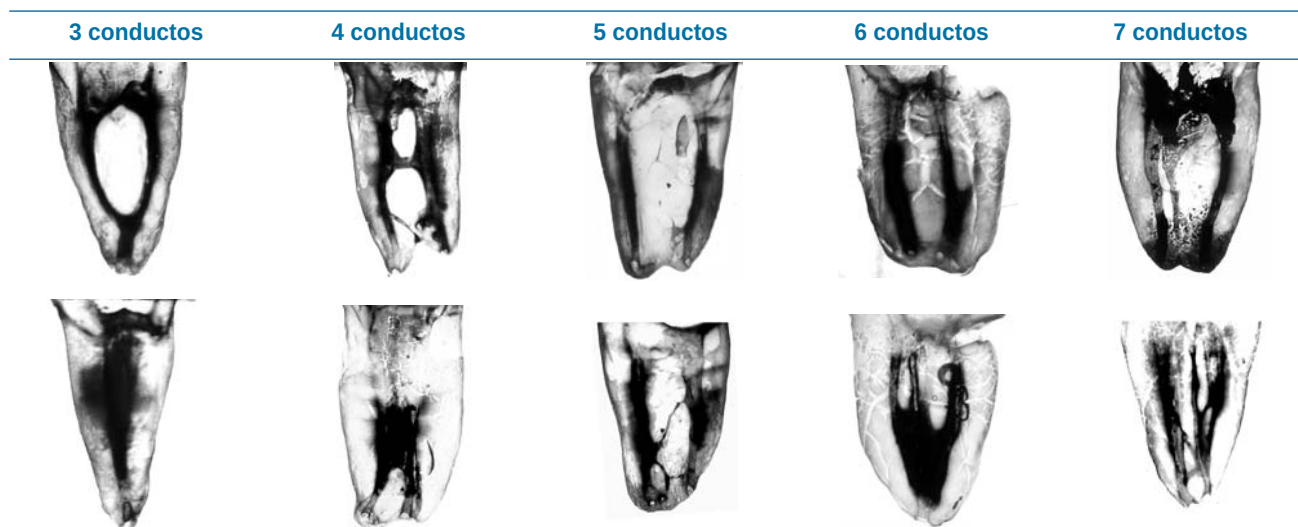
Tabla 5. Configuración de conductos en raíz mesial mediante diafanización.

2-1	1-2-1	2-2	2-1-2	3-3	3-2	3-1	3-1-2	3-2-1	2-3-1	2-3-2	2-1-4	3-1-3
16	1	15	2	3	6	1	1	1	2	2	1	1
30.8%	1.9%	28.8%	3.8%	5.8%	11.5%	1.9%	1.9%	1.9%	3.8%	3.8%	1.9%	1.9%

Tabla 6. Configuración de conductos en raíz distal mediante diafanización.

1-1	2-1	1-2-1	2-2	1-2	2-1-2	2-3	3-1	3-2	3-2-1	4-3-2
21	10	5	2	3	1	1	4	1	3	1
40.4%	19.2%	9.6%	3.8%	5.8%	1.9%	1.9%	7.7%	1.9%	5.8%	1.9%

Fig. 1. Ejemplos de primeros molares inferiores con diferente número de conductos en total mediante diafanización. Parte superior, raíz mesial. Parte inferior, raíz distal.



Al comparar las tres metodologías para la detección de conductos en la raíz mesial, obtenemos diferencias estadísticamente significativas (D.E.S.) entre ellas ($p < 0,001$). Pasamos, por lo tanto, a realizar un análisis dos a dos. Si comparamos los resultados de las aperturas a ojo desnudo con las aperturas donde se añade el uso de ultrasonidos, no hay D.E.S. ($p=0,273$). Por otro lado, si analizamos las aperturas donde se utiliza el microscopio operatorio, encontramos D.E.S. tanto si las comparamos con las aperturas a ojo desnudo ($p < 0,001$), como si añadimos el uso de los ultrasonidos ($p=0,003$).

En la raíz distal, al realizar la comparación entre las tres técnicas, no obtenemos D.E.S. ($p=0,913$), por lo que ya no vamos a realizar el análisis dos a dos.

Para poder obtener información sobre el número de conductos localizados en cada molar, sin especificar la raíz, hemos agru-

pado los datos de las raíces mesiales y distales y los hemos analizado conjuntamente. Al comparar las tres metodologías entre sí, hemos obtenido D.E.S. ($p=0,039$). Pasamos a realizar el análisis dos a dos y no vemos D.E.S. si comparamos el ojo desnudo con el ultrasonido ($p=0,651$). Las diferencias sí son estadísticamente significativas cuando comparamos el ojo desnudo con el microscopio ($p=0,012$). La diferencia entre el uso de ultrasonidos con y sin la magnificación del microscopio no alcanzó la significación estadística ($p=0,052$).

En la última parte del análisis estadístico hemos evaluado, las diversas metodologías para comprobar si existía diferencia entre el número de conductos localizados en cada raíz. Mediante el ojo desnudo, no hemos obtenido D.E.S. entre la raíz mesial y la distal ($p=0,463$). El uso de ultrasonidos sin magnificación, y añadiendo el uso del microscopio operatorio,

Fig. 2. Diferentes configuraciones en raíz mesial mediante diafanización.

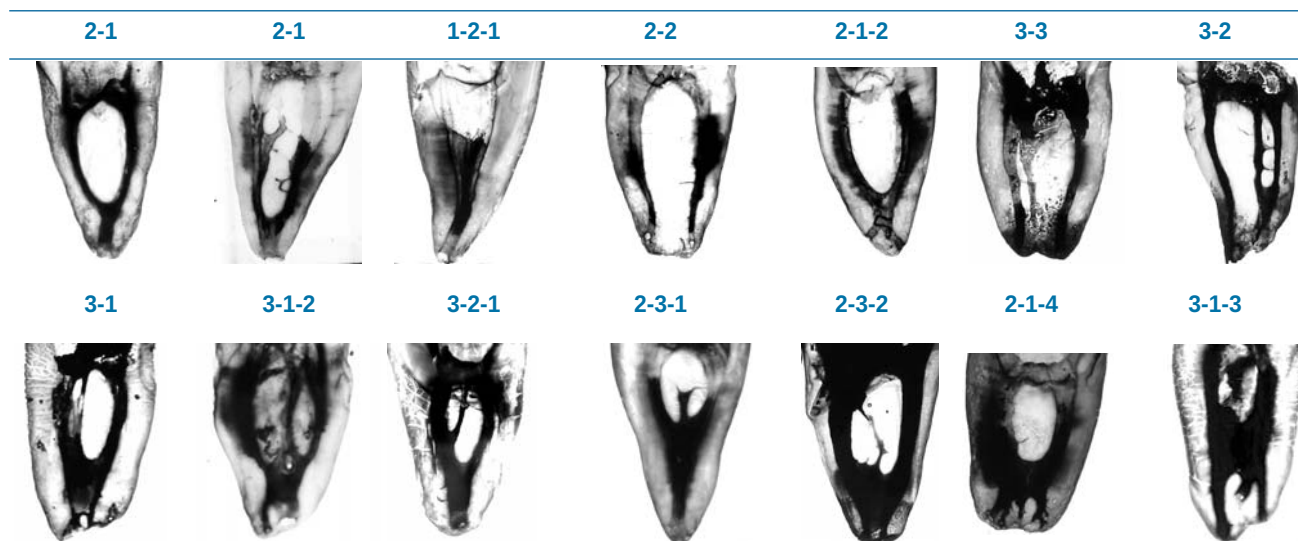
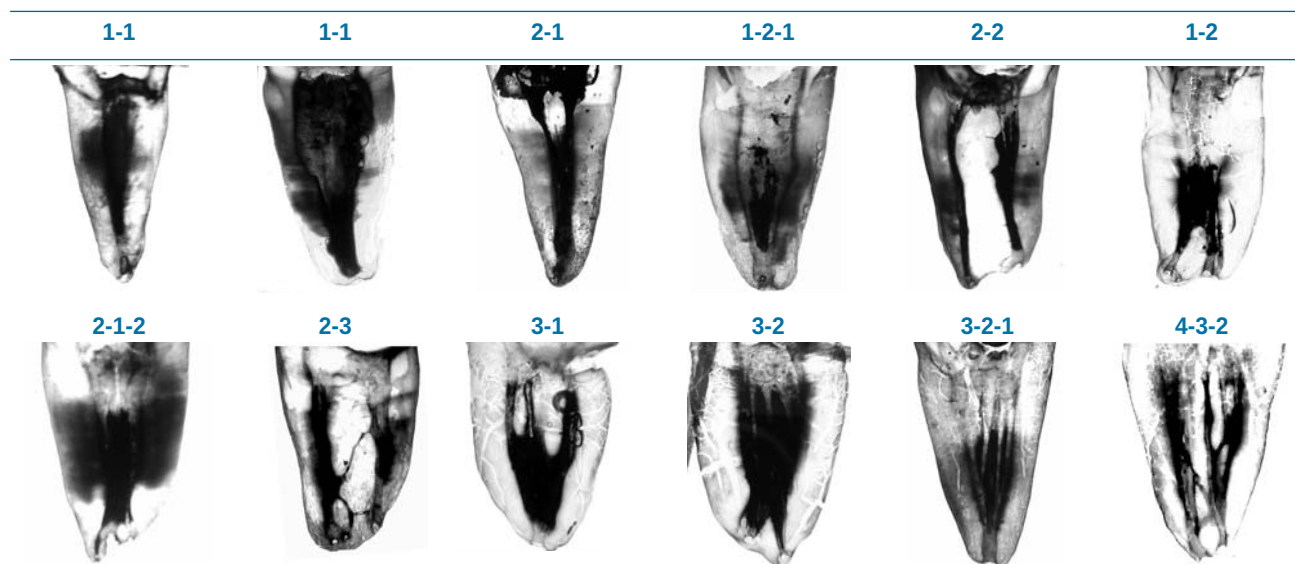


Fig. 3. Diferentes configuraciones en raíz distal mediante diafanización.



han demostrado tener mayor utilidad en la búsqueda de conductos en la raíz mesial con respecto a la distal ($p=0,047$ y $p < 0,001$, respectivamente).

Por lo tanto, como resumen podemos decir que los valores obtenidos sugieren que el uso de ultrasonidos ayuda a la localización de los conductos, pero las diferencias con respecto al ojo desnudo no son significativas. En cambio, cuando al uso de los ultrasonidos le añadimos la magnificación por parte del microscopio operatorio, encontramos más conductos de forma estadísticamente significativa tanto si hablamos del número de conductos total del M1 inferior, como si hablamos de su raíz mesial. Si hacemos distinción entre ambas raíces, la raíz mesial es donde el microscopio y los ultrasonidos han demostrado tener una mayor utilidad.

DISCUSIÓN

La diafanización es un método de estudio utilizado en varias publicaciones sobre anatomía interna del primer molar inferior,^{21,22,23} así como de otras piezas dentarias. Es considerada como una técnica totalmente válida para revelar la anatomía interna de las muestras de estudio; no obstante, cuando analizamos los datos sobre el número de conductos referidos en estudios clínicos,⁸ apreciamos un mayor número de orificios de conductos en la cámara pulpar de los que se observan en los dientes transparentes. La literatura no esclarece el porqué, pero nos planteamos como posible explicación el hecho de que las calcificaciones en las entradas de los conductos puedan suponer un impedimento a la entrada de la tinta. En los trabajos o publicaciones realizados por endodoncistas con experiencia, éstos refieren una concienzuda búsqueda para localizar todos los conductos, donde se eliminan las calcificaciones camerales. Trabajos como los de Fabra Campos²⁴, Pattanshetti y cols.²⁵ y Al Nazhan²⁶ reflejan una incidencia de

M1 inferiores con 4 conductos superior al 50%, lejana al 37.6% obtenido en la revisión de la literatura.⁸

Fabra Campos²⁴ describe que, sistemáticamente, realiza modificaciones en las aperturas para ubicar anatomía accesoria, como un segundo conducto distal o un tercero mesial en las raíces de los M1 inferiores. En la técnica de la diafanización, algunos autores realizan una apertura convencional, sin modificaciones; otros incluso sólo acceden a la cámara pulpar con fresas de pequeño calibre y ni siquiera eliminan completamente el techo cameral. Por nuestra experiencia clínica en el terreno endodóntico, sabemos perfectamente que en ocasiones, si no eliminamos la dentina que oblitera la entrada a un conducto, es imposible acceder a él, ni siquiera con limas de pequeño diámetro como por ejemplo las del número 06 (cuyo tamaño en la punta es de 0,06 milímetros). En el caso de los M1 inferiores, la literatura revela la existencia de un murete de dentina entre los dos conductos principales de la raíz mesial, que nos impide el acceso a un surco de unión entre ambos¹⁹ y, en ocasiones, a la entrada de un tercer conducto denominado mesiocentral (MC).²⁷

La duda que surge al respecto es si, en la técnica de transparentización, el hipoclorito y la tinta serán capaces de penetrar en un conducto cuya entrada se encuentre obstruida por tejido calcificado. Por lo tanto, decidimos cambiar el material y método habitual de los estudios realizados con diafanización e introdujimos modificaciones en la apertura para localizar todos los conductos antes de proceder a la inyección de tinta. El uso de las diversas técnicas mencionadas para realizar aperturas modificadas, siguiendo las instrucciones que la revisión de la literatura nos ha proporcionado, supone una metodología novedosa, no realizada previamente en estudios de diafanización. Requiere de un mayor esfuerzo y tiempo de trabajo, pues se realizan minuciosamente todos los pasos descritos en en las fases 1, 2 y 3, tanto en la raíz mesial, como en

la distal. Sin embargo, pensamos que ésta es la forma más eficaz de que la tinta, inyectada posteriormente, sea capaz de introducirse por todos los recovecos del sistema de conductos para reflejar la anatomía real de los M1 inferiores.

El fallo a la hora de localizar y tratar conductos accesorios es una de las causas más frecuentes de fracaso en el tratamiento endodóntico.²⁴ En este sentido, podemos encontrar numerosas publicaciones en relación a la incidencia del conducto mesiopalatino de los primeros molares superiores y a la presencia de dos conductos en la raíz distal de los M1 inferiores.^{8,28} Pero es necesario llegar más lejos. Desde que por primera vez se hablase de ellos a principios de los años 80, los conductos accesorios en las raíces de los molares inferiores, llamados mesiocentral (Figura 4) y distocentral, han cautivado el interés de diversos autores.^{11,12} Podemos encontrar trabajos sobre la morfología del M1 inferior con diferentes técnicas de estudio, que los describen, así como casos clínicos ilustrando su existencia y morfología.⁸ Los estudios más recientes, empleando técnicas de imagen tridimensional, hablan de una incidencia del conducto mesiocentral del 11 al 14%.²⁹

La técnica más empleada in vitro para estudiar la configuración anatómica interna es la diafanización o transparentización de dientes extraídos. Hemos revisado los trabajos en relación al M1 inferior que emplean esta técnica, y la incidencia de un tercer conducto varía del 0 al 10.8%.⁸ Si analizamos nuestros resultados, el número de raíces mesiales donde encontramos tres orificios de entrada en el suelo de la cámara pulpar,

asciende al 26.4% (tabla 2). La diafanización de las muestras confirma este dato, con un 25% de configuraciones donde inicialmente vemos tres conductos en la parte coronal, que después pueden adoptar diversas configuraciones (tabla 5). Las muestras de nuestro estudio fueron extraídas por caries o enfermedad periodontal y muchas de ellas presentan facetas de desgaste compatibles con un bruxismo acentuado. La respuesta pulpar normal ante todas estas agresiones es la creación de dentina en el interior de la cámara pulpar, obliterando en ocasiones el acceso a los conductos radiculares.³⁰ Ante la duda de si la tinta, durante el proceso de transparentización, sería capaz de acceder a todo el sistema de conductos de dichas muestras, no hemos realizado únicamente una apertura convencional, sino que hemos aplicado todos los consejos reflejados en la literatura⁸ para localizar posibles conductos accesorios. Los resultados obtenidos, con un número de conductos superior a la bibliografía consultada, sugieren que ante cualquier estudio de diafanización se deberían realizar aperturas modificadas para eliminar las posibles calcificaciones coronales.

En cuanto a la configuración del sistema de conductos en la raíz mesial (Tabla 5), los Tipos II (2-1) y IV (2-2) son los más frecuentes, de acuerdo a lo revisado en la literatura. El 30.8% de las raíces en nuestro estudio in vitro con diafanización, y el 35% en la literatura⁸, presenta dos conductos que se unen en el tercio apical, lo que supone una coincidencia cercana. La disposición tipo IV, dos conductos independientes, fue inferior a la revisión bibliográfica (52.3%), mostrando un 28.8% de

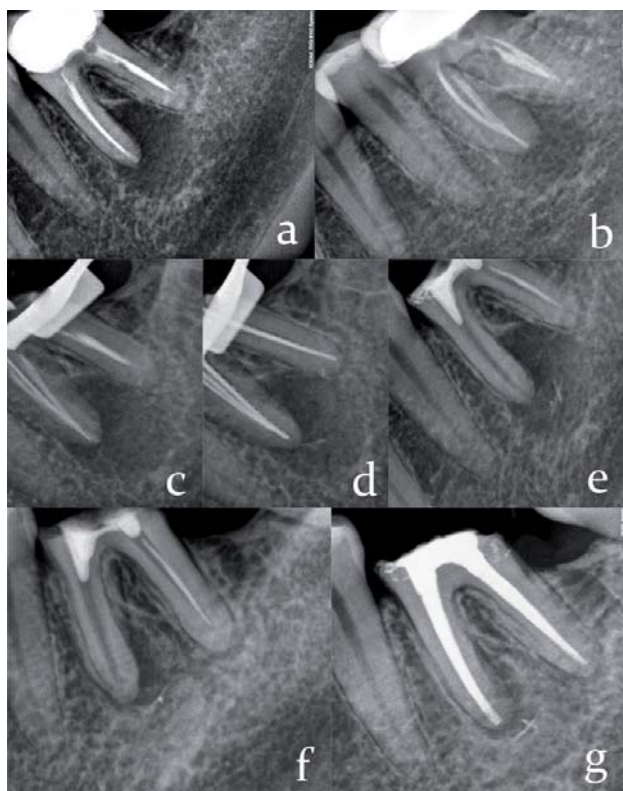


Fig. 4. Retratamiento endodóntico de un M1 inferior con una periodontitis apical crónica en la raíz mesial. a) Radiografía inicial. b) Radiografía inicial mesializada, donde podemos apreciar un aparentemente correcto tratamiento previo de los conductos principales en la raíz mesial. c) Localización de un conducto mesiocentral. d) Eliminación de gutapercha y conductometría de los 4 conductos principales. En la raíz mesial, podemos apreciar 3 conductos que comparten un mismo foramen apical. En la raíz distal, hay un único conducto con forma acintada. e) Radiografía final de la primera cita, con colocación de hidróxido de Calcio y restauración provisional de IRM. f) Por motivos personales, la paciente no acudió a la cita programada 15 días después, para terminar el tratamiento. 6 meses después, vuelve a la consulta, y en la radiografía podemos apreciar una curación casi completa de la periodontitis apical previa. g) Retratamiento finalizado

aparición. La presencia de tres conductos independientes obtuvo una incidencia del 5.8% y además hemos encontrado raíces que contenían 3 conductos en su interior con otras configuraciones como son la 3-2, 3-1, 3-1-2, 3-1-3, 3-2-1, 2-3-1, 2-3-2 y 2-1-4.

Si analizamos los datos publicados sobre el número de conductos en la raíz mesial,⁸ vemos que los porcentajes de 3 conductos en la raíz mesial son inferiores a nuestros resultados. Centrándonos en estudios llevados a cabo por endodoncistas con experiencia, en cuyas metodologías vemos una secuencia sistemática de modificaciones en la raíz mesial con el objetivo de localizar conductos accesorios, la incidencia del conducto MC sigue siendo variable. Pommeranz y cols.³¹ hablan de un 11.5% de incidencia, mientras que Fabra Campos²⁴ obtiene un 2.8%. La diferencia radica en qué fase del tratamiento endodóntico ha sido seleccionada para determinar el número de conductos. Pommeranz y cols.³¹ contabilizan todos los orificios que localizan en la raíz mesial durante la apertura, y describen que algunos conductos MC, una vez instrumentados se llegaban a unir a uno de los conductos principales, adoptando éste una forma acintada. Todos esos casos se incluyeron dentro del porcentaje de raíces mesiales con tres conductos. Fabra Campos²⁴ describe situaciones similares, pero sólo establece la presencia de un conducto MC si radiográficamente, una vez finalizado el tratamiento, es capaz de visualizarlo separado, al menos en su porción coronal, de los conductos principales en la raíz mesial.

Si comparamos los resultados de las muestras transparentes con los estudios previos sobre anatomía del primer molar inferior que emplean la diafanización^{21,23,32-35} éstos difieren en gran medida. La explicación la encontramos en lo comentado anteriormente. Todos nuestros molares fueron sometidos a una apertura modificada y a una rigurosa búsqueda de las entradas posibles al sistema de conductos radicular. El resultado es una penetración de la tinta en zonas donde, de no haber eliminado dentina previamente, probablemente no hubiese sido posible su entrada.

Uno de los aspectos que más ha llamado nuestra atención es la enorme complejidad anatómica de la raíz distal. Si atendemos al número de conductos localizados durante las aperturas (Tabla 2), la incidencia de un solo conducto con (generalmente de forma acintada) asciende al 71.7%, algo superior al 62.7% obtenido al revisar estudios previos.⁸ Sin embargo, tras la diafanización de esas raíces (Tabla 6), hemos podido observar que sólo un 40.4% continuaban siendo un único conducto hasta el ápice. El resto, adopta configuraciones complejas de tratar clínicamente, como bifurcaciones del conducto principal en los tercios medio o apical. Las imágenes de la figura 3, reflejan la complejidad que puede enmascarar la relativamente sencilla imagen radiográfica de la raíz distal. Vemos configuraciones con tres e incluso cuatro conductos en su interior, pero las divisiones entre ellos son tan pequeñas que seguramente la instrumentación de las mismas las haga desaparecer. Finalmente, si pudiésemos observar esas mismas raíces ya instrumentadas y obturadas, el porcentaje de

conductos tipo I volvería a asemejarse a los datos obtenidos en la revisión bibliográfica.⁸

Sólo dos estudios previos hablan de la influencia el microscopio operatorio en la localización de conductos en los M1 inferiores.^{17,18} En ambos su uso permitió aumentar el número de conductos accesorios encontrados ascendiendo a un 17.2% y un 18%. Estos resultados superan ampliamente las cifras obtenidas en la revisión de la literatura⁸ (2,3% de incidencia para el conducto mesiocentral), lo que enfatiza la importancia de una correcta apertura. Las diferencias con el 26.4% de conductos mesiocentrales localizados en nuestro trabajo pueden venir derivadas de las distintas metodologías. De Carvalho y cols.¹⁷ realizan la apertura con ultrasonidos y sin magnificación. Después con la ayuda del microscopio operatorio reevalúan las raíces pero sin realizar nuevas modificaciones. Por lo tanto, no buscan conductos bajo magnificación, sino que sólo visualizan las preparaciones ya realizadas. El trabajo de Karapinar-Kazandag y cols.¹⁸ presenta una metodología cercana a la nuestra pero todos los molares fueron ubicados en tipodontos montados sobre maniqués para simular la situación clínica real. La consecuencia derivada es la necesidad trabajar con visión indirecta, mientras que nosotros realizamos las aperturas con los molares en la mano, facilitando en gran medida la visualización de la cámara pulpar, sobre todo en el acceso a la raíz mesial. Nuestro objetivo principal era determinar en qué medida son ventajosos los ultrasonidos y el microscopio y establecer la configuración anatómica real de las muestras del estudio. Posiblemente, si las aperturas las hubiésemos realizado sobre maniqués, con visión indirecta, el porcentaje de conductos accesorios localizado fuese menor. Sin embargo, sabemos que todos aquellos conductos no localizados podrían hacer fracasar nuestro tratamiento endodóntico.

Otro aspecto a tener en cuenta tras realizar este estudio es la resistencia a la fractura de las raíces tratadas. La raíz mesial de los M1 inferiores se suele utilizar en los estudios de instrumentación por suponer un importante reto para el clínico. Sus conductos pueden llegar a tener hasta tres curvaturas, situadas en el plano mesiodistal (visibles radiográficamente) o en el vestibulolingual.³⁶ Además, a 1.2 mm del suelo de la cámara pulpar encontramos lo que se ha denominado "zona de peligro", donde el espesor de dentina hacia la cara interna de la furca en la raíz mesial es mínimo.³⁷ En todas las aperturas hemos tenido especial cuidado de ir eliminando dentina a expensas de la pared vestibular del interior de la raíz mesial, respetando al máximo la pared furcal. Sin embargo, nos parece importante la realización de un estudio sobre la resistencia a la fractura de las raíces de primeros molares inferiores con y sin las modificaciones.

La técnica de diafanización nos permite visualizar la complejidad del sistema de conductos en las raíces de los M1 inferiores. En un 35% de las raíces mesiales y un 20% de las distales, encontramos configuraciones con más de dos conductos en su interior. Además, la presencia de intercomunicaciones entre los conductos principales se con-

vierte en la norma más que en la excepción. En un estudio clínico, Von Arx¹³ examinó los ápices seccionados de M1 inferiores durante la cirugía perirradicular y observó la presencia de istmos en un 83% de las raíces mesiales, de los cuales el 29% eran comunicaciones completas entre el conducto mesiovestibular y el mesiolingual. La instrumentación mecánica de estas zonas es imposible, por lo que no debemos olvidar la importancia de la irrigación para conseguir la limpieza y desinfección de aquellas áreas no instrumentadas.³⁸ Sin embargo, aún utilizando las técnicas más modernas disponibles hoy en día, se ha visto que no es posible conseguir un remoción completa de los detritus alojados en los istmos de las raíces mesiales de M1 inferiores.³⁹ Como ya explicó Hess en 1921, cuando se completa el cierre apical, las raíces del M1 inferior poseen un único conducto en su interior que, debido a la formación de dentina secundaria, se divide en dos o más conductos, con posibles intercomunicaciones entre ellos.⁴⁰ Como consecuencia, en ocasiones es difícil diferenciar si un conducto accesorio es realmente un istmo que hemos podido permeabilizar con nuestras limas. De cualquier modo, nuestro objetivo debe ser facilitar el acceso del hipoclorito sódico a todos los recovecos del sistema de conductos y si somos capaces de localizar la entrada a un conducto accesorio, estaremos mejorando el pronóstico a largo plazo de nuestro tratamiento.²⁴

Resumiendo los datos obtenidos en esta investigación, junto a la información obtenida tras revisar la literatura referente al primer molar inferior, podemos decir que un adecuado

acceso mediante el uso del ultrasonidos y bajo magnificación (Figura 5), nos va a permitir una mejor desinfección del sistema de conductos del M1 inferior, incrementando el porcentaje de éxito de su tratamiento endodóntico.

CONCLUSIONES.

- Las configuraciones más frecuentes en la raíz mesial fueron la 2-1 y la 2-2, con una frecuencia de aparición en ambos casos cercana al 30%. La incidencia del conducto mesiocentral fue del 26.1%.
- En la raíz distal, la disposición tipo I fue la más vista, con un 40% de incidencia. En un 20% de los casos hemos podido observar complejas configuración con más de dos conductos.
- Es necesario realizar sistemáticamente modificaciones en las aperturas convencionales para poder localizar conductos accesorios.
- El uso del microscopio operatorio incrementa el número de conductos localizados en los primeros molares inferiores, especialmente en la raíz mesial.
- La técnica de diafanización debería ir precedida de una apertura modificada, capaz de eliminar las calcificaciones coronales que puedan bloquear la entrada a conductos accesorios.

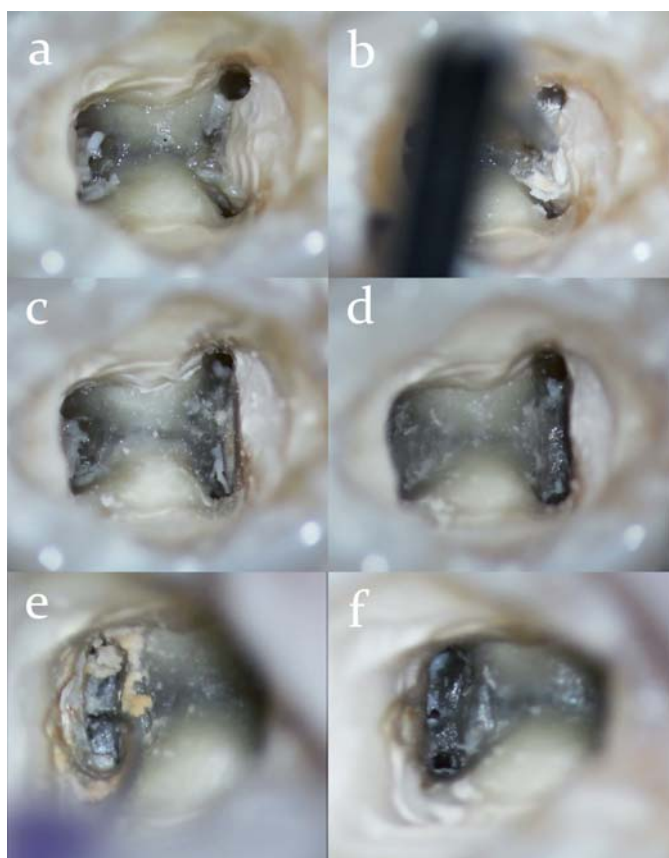


Fig. 5. Resumen de las diversas modificaciones realizadas durante las aperturas. Esta muestra no pertenece al estudio, pues tras el uso de la endo Z, el resto de modificaciones están hechas con magnificación. Sólo se realizó la apertura de este M1 inferior para poder ilustrar la secuencia de trabajo. a. Vista de la cámara pulpar una vez localizados los 4 conductos principales. b. Utilización de la punta ultrasónica para eliminar el murete de dentina entre los dos conductos principales en la raíz mesial. c. Visualización del surco remanente. d. Exploración terminada en la raíz mesial; no hay conducto mesiocentral. e. Tras la realización de las mismas modificaciones en la raíz distal, introducción de una lima #10 en el conducto distocentral. f. Vista final de la raíz distal.



BIBLIOGRAFÍA

1. Schilder H. *Filling root canals in three dimensions*. Dent Clin North Am 1967; 723-44.
2. Schilder H. *Cleaning and shaping the root canal*. Dent Clin North Am 1974; 18: 269-96.
3. Vertucci FJ. *Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures*. Endodontic Topics 2005; 10: 3-29.
4. Cranin AN, Cranin SL. *Endodontic treatment of the mandibular first molar*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1957; 10: 210-5.
5. Iqbal M, Chan S, Ku J. *Relative frequency of teeth needing conventional and surgical endodontic treatment in patients treated at a graduate endodontic clinic--a Penn Endo database study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2008; 106: e62-7.
6. Zaatari EI, al-Kandari AM, Alhomaidah S, al-Yasin IM. *Frequency of endodontic treatment in Kuwait: radiographic evaluation of 846 endodontically treated teeth*. J Endod 1997; 23: 453-6.
7. Wayman BE, Patten JA, Dazey SE. *Relative frequency of teeth needing endodontic treatment in 3350 consecutive endodontic patients*. J Endod 1994; 20: 399-401.
8. Valencia de Pablo Ó, Estevez R, Péix Sánchez M, Heilborn C, Cohenca N. *Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review*. J Endod 2010; 36: 1919-31.
9. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr. *Twenty years of endodontic success and failure*. J Endod 1983; 9: 198-202.
10. Pineda F, Kuttler Y. *Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1972; 33: 101-10.
11. Weine FS. *Case report: three canals in the mesial root of a mandibular first molar(?)*. J Endod 1982; 8: 517-20.
12. Martínez-Berna A, Badanelli P. *Mandibular first molars with six root canals*. J Endod. 1985; 11: 348-52.
13. von Arx T. *Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery*. Int Endod J 2005; 38: 160-8.
14. Wada M, Takase T, Nakanuma K, Arisue K, Nagahama F, Yamazaki M. *Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex*. Int Endod J 1998; 31: 53-6.
15. Segura-Egea JJ, Jiménez-Pinzón A, Ríos-Santos JV. *Endodontic therapy in a 3-rooted mandibular first molar: importance of a thorough radiographic examination*. J Can Dent Assoc. 2002; 68: 541-4.
16. Yoshioka T, Kikuchi I, Fukumoto Y, Kobayashi C, Suda H. *Detection of the second mesiobuccal canal in mesiobuccal roots of maxillary molar teeth ex vivo*. Int Endod J 2005; 38: 124-8.
17. de Carvalho MC, Zuolo ML. *Orifice locating with a microscope*. J Endod 2000; 26: 532-4.
18. Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. *The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars*. J Endod 2010; 36: 1289-94.
19. Yesilsoy C, Gordon W, Porras O, Hoch B. *Observation of depth and incidence of the mesial groove between the mesiobuccal and mesiolingual orifices in mandibular molars*. J Endod 2002; 28: 507-9.
20. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. *A clearing technique for the study of root canal systems*. J Endod 1980; 6: 421-4.
21. Chen G, Yao H, Tong C. *Investigation of the root canal configuration of mandibular first molars in a Taiwan Chinese population*. Int Endod J 2009; 42: 1044-9.
22. Gulabivala K, Opasanon A, Ng YL, Alavi A. *Root and canal morphology of Thai mandibular molars*. Int Endod J 2002; 35: 56-62.
23. Rwenyonyi CM, Kutesa A, Muwazi LM, Buwembo W. *Root and canal morphology of mandibular first and second permanent molar teeth in a Ugandan population*. Odontology 2009; 97: 92-6.
24. Fabra-Campos H. *Unusual root anatomy of mandibular first molars*. J Endod 1985; 11: 568-72.
25. Pattanshetti N, Gaidhane M, Al Kandari AM. *Root and canal morphology of the mesiobuccal and distal roots of permanent first molars in a Kuwait population - a clinical study*. Int Endod J 2008; 41: 755-62.
26. Al-Nazhan S. *Incidence of four canals in root-canal-treated mandibular first molars in a Saudi Arabian sub-population*. Int Endod J 1999; 32: 49-52.
27. Baugh D, Wallace J. *Middle mesial canal of the mandibular first molar: a case report and literature review*. J Endod 2004; 30: 185-6.
28. Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. *Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review*. J Endod 2006; 32: 813-21.
29. Forner Navarro L, Luzi A, Almenar García A, Hervás García A. *Third canal in the mesial root of permanent mandibular first molars: review of the literature and presentation of 3 clinical reports and 2 in vitro studies*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2007; 12: 605-9.
30. Walton RE, Torabinejad M. *Principles and practice of endodontics*. Philadelphia: W. B. Saunders; 1996. p 37.
31. Pomeranz HH, Eidelman DL, Goldberg MG. *Treatment considerations of the middle mesial canal of mandibular first and second molars*. J Endod 1981; 7: 565-8.
32. Al-Qudah AA, Awawdeh LA. *Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population*. Int Endod J 2009; 42: 775-84.
33. Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. *Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population*. Int Endod J 2004; 37: 494-9.
34. Wasti F, Shearer AC, Wilson NH. *Root canal systems of the mandibular and maxillary first permanent molar teeth of south Asian Pakistanis*. Int Endod J 2001; 34: 263-6.
35. Vertucci FJ. *Root canal anatomy of the human permanent teeth*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Endod 1984; 58: 589-9.
36. Kartal N, Cimilli HK. *The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars*. J Endod 1997; 23: 358-62.
37. Berutti E, Fedon G. *Thickness of cementum/dentin in mesial roots of mandibular first molars*. J Endod 1992; 18: 545-8.
38. Burlinson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. *The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars*. J Endod 2007; 3: 782-7.
39. Susin L, Liu Y, Yoon JC, Parente JM, Loushine RJ, Ricucci D, Bryan T, Weller RN, Pashley DH, Tay FR. *Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system*. Int Endod J 2010; 43:1077-90.
40. Hess W. *Formation of root canals in human teeth*. J Natl Dent Assoc 1921; 8: 704-734.