



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**FO**  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN ENDODONCIA.

**CONDUCTO MEDIO-MESIAL: PREVALENCIA,  
CARACTERÍSTICAS Y RECURSOS PARA SU  
LOCALIZACIÓN**

ALUMNO: OD. DARÍO EMMANUEL IALEA  
DIRECTOR: PROF. ESP. ALICIA B. RODRÍGUEZ

MENDOZA, JUNIO DE 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco con sinceridad y profundo respeto,

Al Prof. Dr. Julio Caram, a la Prof. Dra. Graciela Peña y a todo su equipo de docentes por el acompañamiento, dedicación en el proceso de enseñanza, investigación y desarrollo de la actividad clínica.

A la Prof. Esp. Alicia Rodríguez por su completa predisposición, profesionalismo y constante guía en la dirección de este trabajo.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo por ser la institución que nos brinda la posibilidad de formación y crecimiento profesional.

A todo el equipo de Residentes e Instructores del Servicio de Odontología del Hospital Central de Mendoza.

A todos aquellos que de una u otra manera contribuyeron a mi perfeccionamiento en esta especialidad.

## ÍNDICE

Resumen.....	Pág.4
Introducción.....	Pág.5
Desarrollo del caso clínico.....	Pág.21
Discusión.....	Pág.26
Conclusión.....	Pág.36
Referencias Bibliográficas.....	Pág.37

## RESUMEN

El odontólogo debe tener un conocimiento profundo de la morfología del conducto radicular antes de poder tratar endodónticamente un diente de manera exitosa. Una de las causas del fracaso endodóntico puede ser que un canal a menudo no se trata porque el profesional no reconoce su presencia. Numerosas publicaciones informan sobre una variación anatómica de un canal adicional e independiente en la raíz mesial de los molares mandibular que se ha denominado conducto medio-mesial (MM). El Profesional especialista debe recurrir a los aportes que surgen de los continuos avances tecnológicos y científicos, y utilizar todos los recursos disponibles para el correcto diagnóstico y la resolución de los casos.

Se presenta el caso de una paciente de sexo Femenino, de 12 años de edad con Pulpitis Irreversible en elemento 36. En el cual durante su tratamiento y haciendo uso de instrumental ultrasónico se observó la entrada de un 3er conducto en la raíz mesial, el conducto Medio-Mesial (MM), cuya clasificación corresponde a Vertucci tipo VIII, realizándose instrumentación y obturación de los 5 canales en forma independiente.

Para potenciar las probabilidades de éxito de un tratamiento endodóntico deben tenerse presentes conceptos básicos biológicos para entender los fundamentos de cada terapéutica aplicada. El conocimiento de la anatomía dentaria y principalmente de la complejidad del sistema de conductos radiculares es una condición indispensable.

El objetivo de este trabajo es describir las generalidades anatómicas de los primeros molares mandibulares, la presencia del conducto medio-mesial, su prevalencia, características clínicas y radiográficas, clasificación y las diferentes herramientas para su localización, abordaje y tratamiento.

Realizar un exhaustivo diagnóstico, adaptarse a la situación clínica y hacer uso de todos los recursos disponibles cognitivos, materiales, tecnológicos o su combinación, son pilares fundamentales para alcanzar el éxito.

## INTRODUCCIÓN

Las especialidades de la Odontología requieren un puntilloso conocimiento de la anatomía del terreno sobre el cual se trabaja. La endodoncia no es la excepción a ello. Al abordar los estudios sobre la morfología del cuerpo humano, es importante diferenciar dos conceptos básicos: anatomía y prevalencia. La anatomía se describe como la ciencia que estudia el cuerpo o una parte de él, mientras que la prevalencia es un concepto estadístico que se refiere al número de casos que presentan una característica específica en una población particular en un momento dado (Martins *et al.*, 2018). El advenimiento de nuevas tecnologías permite hoy en día realizar un estudio minucioso de la anatomía de la cámara y el conducto radicular, obtener gran cantidad de información y plasmarla en diferentes publicaciones que le conceden al odontólogo un sinnúmero de recursos para abordar cada caso en particular.

El objetivo principal de la terapia endodóntica es la completa limpieza mecánica y química de toda la cavidad pulpar y su obturación completa con un material de relleno inerte. Sin embargo, a pesar de adherirse fuertemente a esos principios, puede haber fracasos de los tratamientos endodónticos. Una de las causas de ese desenlace puede ser que un canal a menudo no se trata porque el profesional no reconoce su presencia. El odontólogo debe tener un conocimiento profundo de la morfología del conducto radicular antes de poder tratar endodónticamente un diente de manera exitosa (Vertucci *et al.*, 1974).

Numerosos trabajos y publicaciones han intentado describir y clasificar la anatomía de los conductos radiculares, desde la publicación de Hess (1925), titulada “La anatomía de los conductos radiculares de los dientes de la dentición permanente”, pasando por Vertucci *et al.*, (1974) quien utiliza técnicas de descalcificación y análisis de preparados de segundos premolares superiores estableciendo así su clasificación o bien Martins *et al.*, (2019), donde realizaron una revisión de estudios en los cuales se utilizan tomografías Cone-Beam en el análisis de la morfología radicular. La categorización y tipificación del conducto radicular utilizando números romanos simples ha sido popular durante más de 50 años. Sin embargo, en los últimos años, se

ha generado un volumen considerable de datos sobre las variaciones morfológicas en los conductos radiculares. (Versiani *et al.*, 2016).

Las investigaciones han llegado a tal punto que Ahmed *et al.*, (2017) propusieron un nuevo sistema de clasificación de la morfología de las raíces y los conductos radiculares.

Uno de los fundamentos para idear un nuevo sistema establece que la literatura revelaba inconsistencias con respecto a la clasificación de la anatomía interna de varios tipos de dientes. Un claro ejemplo lo representan los premolares superiores con tres conductos, que según Vertucci *et al.*, (1974) se definían como tipo VIII (tres canales radiculares distintos y separados que se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice); sin embargo, no se proporciona información en la clasificación para describir si estos canales están encerrados en dientes de una, dos o tres raíces. (Ahmed *et al.*, 2017). La nueva clasificación a primera vista parece compleja, pero lo que realmente hace es brindar mayor información sobre el diente en estudio o bajo tratamiento. Consta de tres partes: a) En primer lugar se identifica la pieza con el número correspondiente según su ubicación en la arcada, b) A la izquierda el número de raíces (con formato superíndice), c) a la derecha se coloca la configuración del sistema del conducto radicular: orificio, cantidad de conductos en su recorrido y foraminas (con formato superíndice). En el caso de dientes multirradiculares se coloca el número de pieza y luego hacia la derecha se analiza cada raíz por separado nominándola según su ubicación. Por ejemplo <sup>3</sup>16 MB<sup>1</sup> DB<sup>1</sup> P<sup>1</sup> significa que un primer molar superior tiene tres raíces (MB: mesiobucal, DB: distobucal, P: palatino) y un solo orificio de entrada, conducto y foramen en cada raíz (Ahmed *et al.*, 2017) (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Formato de la Nueva Clasificación de conductos radiculares. Tomado de Ahmed *et al.*, (2017).

Tooth type	Code
Single-rooted	<sup>1</sup> TN <sup>O-C-F</sup>
Double-rooted	<sup>2</sup> TN R1 <sup>O-C-F</sup> R2 <sup>O-C-F</sup>
Multirrooted	<sup>n</sup> TN R1 <sup>O-C-F</sup> R2 <sup>O-C-F</sup> Rn <sup>O-C-F</sup>
TN, Tooth number; R, Root; O, Orifice; C, Canal; F, Foramen.	

Debe destacarse que, si bien el nuevo sistema de clasificación brinda gran cantidad de información, es importante tener en cuenta cuáles son las herramientas que nos permiten obtener los datos de cada elemento dentario estudiado/tratado. La anatomía interna de las raíces y los conductos radiculares se ha evaluado mediante tinción de canales y su limpieza, inyección de resina plástica, radiografías convencionales, técnicas radiográficas digitales y de contraste de medio realzado, seccionamiento, examen macroscópico in vitro, terapia de conducto radicular in vivo con aumento, evaluación de microscopía electrónica de barrido, técnicas de tomografía computarizada (CT), micro-CT y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (Demirbuga *et al.*, 2013).

El estudio radiográfico previo juega un papel importante en el análisis del elemento dentario a tratar. Vertucci (2005) resaltó que un conocimiento profundo de la morfología dental, una interpretación cuidadosa de las radiografías correctamente anguladas, una preparación de acceso adecuada y una exploración detallada del interior del diente son requisitos previos esenciales para un resultado exitoso del tratamiento. Asimismo, sostiene que una raíz siempre contiene un conducto radicular a pesar de que no es visible en una radiografía y es difícil de localizar y negociar. Por lo tanto, la evaluación cuidadosa de dos o más radiografías periapicales es obligatoria.

Existe un acuerdo general sobre la necesidad de obtener varias radiografías que involucren diferentes ángulos de proyección con respecto al diente para reflejar adecuadamente las características morfológicas del sistema de conductos radiculares en la tercera dimensión. A su vez, la optimización de la información proporcionada por estudios radiográficos requiere un conocimiento anatómico adecuado de cada diente, así como una proyección del rayo individualizada para cada elemento dentario (Martínez Lozano *et al.*, 1999).

Por su parte la CBCT potencialmente brinda al clínico la capacidad de observar un área en tres planos diferentes con una herramienta práctica para imágenes de reconstrucción no invasivas y tridimensionales (3D) para su uso en aplicaciones endodónticas y análisis morfológicos. La combinación de imágenes CBCT sagitales, coronales y axiales elimina la superposición de estructuras anatómicas. La morfología de la raíz se puede visualizar en tres dimensiones, al igual que el número de canales de la raíz y su convergencia o divergencia entre sí. Desde este punto, se ha sugerido

que la CBCT ayuda a identificar los sistemas de conducto radicular. (Demirbuga *et al.*, 2013). Según Michetti *et al.*, (2010) CBCT es una técnica de medición muy interesante, confiable y no invasiva que se puede utilizar en todos los planos espaciales para estudiar la anatomía dental. En endodoncia, se puede lograr un enfoque metodológico ideal mediante el análisis de estudios anatómicos utilizando imágenes de tomografía computarizada de haz cónico, que presenta resultados más confiables en comparación con radiografías periapicales o panorámicas (Martins *et al.*, 2019).

La tomografía computarizada de haz cónico presenta un nuevo enfoque tecnológico que no es invasivo y supera muchas de las desventajas de la inspección clínica, la radiografía periapical analógica o digital, y el uso de magnificación porque el operador puede visualizar las características morfológicas de la muestra en cortes tridimensionales sin destruir la muestra y según el caso, previo a su intervención o evaluando los resultados de un elemento dentario ya tratado (Mannocci *et al.*, 2005). Sumado a la infinidad de estudios y técnicas de análisis debe considerarse como un factor determinante al operador. El resultado exitoso de la terapia endodóntica no quirúrgica depende de la capacidad del operador como un factor determinante para localizar y llenar todos los canales presentes en el diente. (Ingle, 1965; Sempira; Hartwell, 2000; Stropko, 1999).

Vertucci (1984) sustentó que el conocimiento de la anatomía interna de los dientes es un requisito previo para una terapia endodóntica exitosa. Du *et al.*, (2013) se pronunciaron en el mismo sentido afirmando que los profesionales deben estar preparados para identificar la presencia de cualquier variación anatómica, incluidos los conductos radiculares adicionales. La negociación de un canal principal a menudo es técnicamente desafiante cuando se estrecha o se borra, con dificultades adicionales si el canal tiene una curva moderada o severa.

El odontólogo general debe estar capacitado para resolver al menos situaciones de urgencias endodónticas, por lo que debe valerse mínimamente de los conceptos básicos. Por otro lado, aquel profesional que pretenda desempeñarse como especialista en endodoncia debe sumar a dichos conceptos, toda nueva información o aportes que surgen de los continuos avances tecnológicos y científicos, y utilizar todos los recursos disponibles para el correcto diagnóstico y la resolución de los casos.

Krasner y Rankow (2004) describieron que en los dientes que han sido restaurados o con caries muy profundas la anatomía normal a menudo se modifica seriamente y el consejo dado en artículos y libros de textos es de poco valor. Es por ello que en un estudio sobre 500 piezas dentarias determinaron que la unión cemento-esmalte es el hito anatómico más importante para determinar la ubicación de las cámaras pulpares y los orificios del conducto radicular. Teniendo en cuenta ese parámetro enunciaron ciertas leyes que pueden ayudar en la tarea de localizar la entrada de cada canal radicular: ‘Ley de simetría 1: a excepción de los molares superiores, los orificios de los canales son equidistantes de una línea dibujada en una dirección mesio-distal a través del piso de la cámara pulpar’; ‘Ley de simetría 2: a excepción de los molares superiores, los orificios de los canales se encuentran en una línea perpendicular a una línea dibujada en una dirección mesiodistal a través del centro del piso de la cámara pulpar’; "Ley de cambio de color: el color del piso de la cámara pulpar siempre es más oscuro que las paredes"; "Ley de ubicación de los orificios 1: los orificios de los conductos radiculares siempre se encuentran en la unión de las paredes y el piso"; "Ley de la ubicación de los orificios 2: los orificios de los conductos radiculares se encuentran en los ángulos de la unión piso-pared’; “Ley de ubicación de los orificios 3: los orificios de los conductos radiculares se encuentran en el extremo de las líneas de fusión de desarrollo de la raíz”.

Hess (1921) mencionó que la complejidad de la anatomía del conducto radicular presenta desafíos y dificultades clínicas que a menudo ponen en peligro el objetivo principal de la terapia endodóntica. El conocimiento de la anatomía normal y anormal dicta los parámetros de la terapia del conducto radicular y puede afectar directamente la probabilidad de éxito (Segura-Egea *et al.*, 2002). Las características anatómicas y las complejidades de los primeros molares superiores se han informado ampliamente en la literatura, informando como regla general que estos dientes tienen tres raíces y cuatro canales, ya que a menudo se encuentra un canal adicional en la raíz mesiovestibular (Ghoncheh *et al.*, 2017); sin embargo, es el primer molar mandibular el diente tratado con mayor frecuencia endodónticamente (De Pablo *et al.*, 2012).

Típicamente, los primeros molares mandibulares tienen dos raíces con dos canales mesiales y un canal distal (Barker *et al.*, 1974; Vertucci, 1984). Tomaszewska *et al.*, (2018) establecieron una frecuencia de dos raíces del 95.4%. La raíz mesial se

caracteriza por una superficie mesiodistal aplanada y una superficie bucolingual ensanchada, y una raíz distal mayormente recta con un canal ovalado ancho (Skidmore; Bjorndal 1971), siendo las configuraciones de Vertucci tipo IV y tipo I las que predominan en las raíces mesial y distal, respectivamente (Gulabivala *et al.*, 2002). Otras variantes anatómicas en los molares mandibulares incluyen agujeros apicales, deltas apicales y canales laterales. Se han informado raíces mesiales y distales con tres canales radiculares y molares mandibulares con cinco, seis o incluso siete canales (Martínez-Berna; Badanelli, 1985; Reeh, 1998)

El número de raíces ha sido la característica más común reportada. Los estudios coinciden en que el origen étnico es un factor predisponente para las variaciones anatómicas, como el número de raíces, pero no pudieron demostrar ninguna relación directa entre el origen étnico y la configuración del sistema de conducto radicular (Walker; Quackenbush, 1985).

La variable más relevante relacionada con el número de raíces es la presencia de una tercera raíz distolingual, cuya incidencia se ha relacionado con grupos étnicos específicos (Tratman, 1938; Gulabivala *et al.*, 2002).

Se requieren varias exposiciones radiográficas para observar claramente la tercera raíz, una sola radiografía podría conducir fácilmente a un diagnóstico erróneo (Segura-Egea *et al.*, 2002). Carlsen y Alexandersen (1990) informaron el estudio de 398 molares mandibulares permanentes con una compleja anatomía radicular y una raíz supernumeraria localizada lingualmente. Esta macroestructura, llamada *radix entomolaris*, tiene una alta variación con respecto al plano coronal mesiodistal. Cuando la posición de esta tercera raíz es bucal, se llama *radix paramolaris*. En las poblaciones africanas se encuentra una frecuencia máxima del 3%, mientras que en las poblaciones euroasiáticas e indias la frecuencia es inferior al 5%. En las poblaciones con rasgos mongoloides (como los indios chinos, esquimales e indios americanos) se observó que ocurre con una frecuencia que varía del 5% a más del 30%. Debido a su alta frecuencia en estas poblaciones, se considera que *el radix entomolaris* es una variante morfológica normal. En los caucásicos, no es muy común y, con una frecuencia máxima de 3.4 a 4.2%, por lo que se considera una morfología inusual o dismórfica de la raíz (Calberson *et al.*, 2007) La etiología detrás de la formación del *radix entomolaris* aún no está clara. En raíces dismórficas, supernumerarias, su

formación podría estar relacionada con factores externos durante la odontogénesis, o con la penetración de un gen atávico (atavismo es la reaparición de un rasgo después de varias generaciones de ausencia). En las raíces eumórficas, los factores genéticos raciales influyen en la expresión más profunda de un gen particular que resulta en la manifestación fenotípica más pronunciada (Ribeiro; Consolaro, 1997). En los molares mandibulares, las raíces supernumerarias de *radix entomolaris* o *paramolaris* pueden variar desde una raíz cónica corta hasta una raíz de longitud normal. Una clasificación de Carlsen y Alexandersen (1990) describió cuatro tipos diferentes de *radix entomolaris* según la ubicación de la parte cervical del mismo: los tipos A, B, C y AC. Los tipos A y B se refieren a una parte cervical localizada distalmente del *radix*. El tipo C se refiere a una parte cervical localizada mesialmente, mientras que el tipo AC se refiere a una ubicación central, entre los componentes de la raíz distal y mesial. También se han descrito tres tipos de patrones para la curvatura de las raíces supernumerarias y se ha propuesto la siguiente clasificación: Tipo I (raíz recta), Tipo II (curvado en el tercio coronal y luego recto hacia el ápice), y Tipo III (curvado en el tercio coronal, con curvatura mesiovestibular desde el tercio medio hasta el tercio apical de la raíz) (De Moor *et al.*, 2004). Para el caso de *radix paramolaris*, Carlsen y Alexandersen (1991) describieron dos tipos diferentes: A y B. El tipo A se refiere a un *radix paramolaris* en el que la parte cervical se encuentra en el complejo de la raíz mesial; el tipo B se refiere a un *radix paramolaris* en el que la parte cervical está ubicada centralmente, entre los complejos radiculares mesial y distal.

El diagnóstico inicial de una raíz tipo *radix entomolaris* o *paramolaris* antes del tratamiento del conducto radicular es importante para facilitar el procedimiento de endodoncia y evitar conductos “perdidos”. El conocimiento de la ubicación de la raíz adicional y el orificio de entrada del conducto radicular dará como resultado una cavidad de apertura modificada con extensión hacia distolingual (Calberson *et al.*, 2007).

Hess (1921) fue el primero en estudiar la anatomía compleja del sistema de conductos radiculares. Sus datos demostraron un menor número de conductos radiculares en comparación con publicaciones más actuales.

Skidmore y Bjorndal (1971), Pineda y Kuttler (1972), y Vertucci (1984) han informado sobre la morfología del primer molar mandibular.

Se han utilizado varias metodologías para estudiar la configuración del sistema de conducto radicular del primer molar mandibular: inyección de resina plástica, acceso endodóntico y radiografías con limas en los conductos radiculares, evaluación retrospectiva de radiografías, limpieza de muestras con y sin inyección de tinta, seccionamiento y evaluación por microscopía electrónica de barrido o microscopía (MEB), tomografía computarizada (TC), tomografía computarizada en espiral (TCE), micrografía computada (mTC) y tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) (De Pablo *et al.*, 2012).

Los resultados de una revisión sistemática, realizada por De Pablo *et al.*, (2010), que recopila datos sobre 4.745 primeros molares mandibulares mostraron: tres canales presentes en 61.3%, seguidos por cuatro canales en 35.7% y cinco canales en casi 1% de los casos. Excepcionalmente se han reportados otras alteraciones. Martínez-Berna y Badanelli (1985) mostraron dos casos con seis canales. Reeh (1998) incluso ha informado de un caso con siete canales, que consta de cuatro canales en el mesial y tres en la raíz distal.

Barker *et al.* (1974) y Vertucci y Williams (1974) fueron los primeros autores en demostrar la presencia de un canal adicional e independiente en la raíz mesial de los molares mandibulares utilizando la técnica de clareamiento, se lo llamó entonces Conducto o Canal Medio-Mesial (MM). No todos los métodos pueden identificar la presencia de tales canales (Reuben *et al.*, 2008). Se ha planteado la hipótesis de que el espacio entre los canales mesiovestibular (MB) y mesiolingual (ML) es un istmo que se puede limpiar y conformar (Mortman; Ahn, 2003) Varios autores han informado sobre esta variación anatómica que se ha denominado canal intermedio (Fabra-Campos, 1989), canal mesio-central (Navarro *et al.*, 2007), tercer canal mesial (Holtzmann, 1997), accesorio del canal mesial (Karapinar-Kazandag, *et al.*, 2010) y el canal mesial medio (MMC) (Pomeranz *et al.*, 1981; Azim *et al.*, 2015; Baugh;Wallace, 2004; Bond *et al.*, 1988; Nosrat *et al.*, 2015). En la literatura, esta variación anatómica se ha encontrado en una frecuencia porcentual que varía del 0.26% (Kim *et al.*, 2013) al 46.15% (Azim *et al.*, 2015).

En un estudio sobre 100 molares, Pomeranz *et al.*, (1981), establecieron una clasificación para el canal MM en forma de aleta, confluyente o independiente. Como una aleta cuando en cualquier etapa durante el desbridamiento, el instrumento podía

pasar libremente entre el canal mesiovestibular o mesiolingual y el canal mesial medio; como confluyente cuando el canal preparado se originó como un orificio separado, pero se unió apicalmente al canal mesiovestibular o mesiolingual; como independiente cuando el canal preparado se originó como un orificio separado y terminó como un agujero separado.

Tahmasbi *et al.*, (2017) publicaron un trabajo donde analizaron ciento veintidós tomografías *Cone-Beam* de primeros y segundos molares mandibulares de 90 pacientes, de los cuales 20 (16.4%) tenían canales MM. La prevalencia del canal MM fue del 26% en los primeros molares y del 8% en los segundos molares. Entre los 20 canales MM identificados, 4 tenían un orificio separado de los canales MB y ML, 8 compartían el mismo orificio con el canal MB ML, y el resto se bifurcaba desde el tercio medio o apical del MB o ML canal. Solo 3 de los canales de 20 MM tenían un agujero apical separado. Azim *et al.* (2015) estudiaron 91 molares mediante el uso de microscopio óptico y encontraron que 42 (46,2%) tenían canales medio-mesiales negociables. Seis de ellos (6.6%) se ubicaron después de la preparación convencional de la cavidad de acceso. Los otros 36 (39,6%) se ubicaron después de la canalización entre los canales de MB y ML. Tomando solo los primeros molares (56), determinaron que la frecuencia de existencia del conducto MM es de 37,5%, además destacó la importancia de la búsqueda del conducto MM mediante la modificación en el acceso y el desgaste e instrumentación de la dentina entre los conductos mesio-vestibular y mesio-lingual.

Soares de Toubes *et al.* (2012) publicaron un trabajo sobre el análisis de 44 primeros molares extraídos para el diagnóstico de la presencia de lo que ellos llamaron “canal mesial accesorio” (CMA), donde compararon diferentes métodos como la inspección clínica, la radiografía digital, la CBCT y el uso de microscopio y obtuvieron los siguientes resultados: doce CMA (27.0%) fueron identificadas por CBCT, y 58.0% fueron instrumentadas. No se visualizaron CMA en ninguna radiografía digital examinada. Quince CMA potenciales (34%) fueron identificados por inspección clínica, pero solo 47.0% fueron confirmados después de la instrumentación; mediante microscopio se identificaron trece CMA (30.0%), y 84.0% pudieron ser negociados e instrumentado.

Versiani *et al.* (2016) utilizando tecnología de microtomografía, analizaron primeros molares inferiores (258) de poblaciones de Turquía y Brasil, encontrando que la incidencia de conducto MM fue del 18,6% (48 de los 258 primeros molares mandibulares) y fue significativamente mayor en la población brasileña (n = 30; 22,1%) que en la población turca (n = 18; 14,8%) (p <0,05). La anatomía confluyente fue la variación anatómica más frecuente que comprende el 73.3% (n = 22) y el 100% (n = 18) de los molares brasileños y turcos con canal MM, respectivamente. Entre este grupo de dientes, se observó istmo en el 29,2% de la muestra (n = 14). Independiente (n = 3) y las anatomías de tipo aleta (n = 4) se observaron solo en los especímenes brasileños, así como en un conducto MM doble (n = 1).

El uso de magnificación, es una opción para el estudio y tratamiento de elementos dentarios que requieran endodoncias, es decir, debe considerarse seriamente la incorporación de lupas o bien el Microscopio Dental. Kim (1997) recomendó el uso de dispositivos de iluminación y aumento como estándar de atención. Los beneficios que brinda el uso de magnificación no son sólo técnicos en lo que respecta a cada caso en particular, sino que también aportan una ergonomía y postura mejoradas, una mayor capacidad para utilizar asistentes y, debido a estos factores, una mejora significativa en los resultados de diagnóstico y tratamiento (Behle, 2001). Trabajar con estos dispositivos mejora la capacidad de diagnóstico debido a una mejor visualización del campo de tratamiento. Por ejemplo, permiten identificar la presencia de istmos, canales accesorios o microfracturas de la raíz, que de otro modo son difíciles de reconocer y tratar (Del Fabbro *et al.*, 2015). Kim (2004) determinó que el uso adecuado del microscopio en la terapia endodóntica proporciona una ventaja sobre cualquier otra herramienta. También sostuvo que, si bien las lupas proporcionan un aumento de 2x a 4x, esa ampliación tiene un impacto en la terapia. Concluyó que el aumento óptimo para la práctica de endodoncia varía de 8x a 24x, lo cual se alcanza mediante el uso del microscopio. Dicho aumento es necesario para localizar canales ocultos, detectar microfracturas, distinguir entre el piso de la cámara y la dentina e identificar istmos y otras pequeñas entidades anatómicas y complementó que es extremadamente útil para la extracción de postes con instrumentos ultrasónicos y para la reparación de perforaciones.

Según Coelho de Carvalho y Zuolo (2000) la manipulación del microscopio promueve un campo visual adecuado al proporcionar aumento e iluminación, incrementando así el número de canales observados. En su trabajo donde analizaron 204 molares inferiores establecieron, en promedio, un aumento de la frecuencia de localización de canales en un 7,8%. Específicamente analizando solo las raíces mesiales, el uso del microscopio hizo posible la ubicación de un tercer canal en 16 dientes (aumento del 18,6%), canal que está descrito en la literatura como Canal/Conducto Medio-Mesial (MM). Prade *et al.* (2019) evaluaron 105 molares inferiores, los primeros molares representaron el 50,48% de la muestra y los segundos molares el 49,52%. Realizaron una observación directa de los elementos dentarios encontrando solo 3.81% de frecuencia de conductos MM, al someter la misma muestra a observación bajo microscopio, ese porcentaje aumentó a 9.52 %. Posteriormente realizaban un desgaste de tejido aplicando ultrasonido y volviendo a observar al microscopio aumentando nuevamente el porcentaje de canales a 12.38%.

La incorporación del ultrasonido en odontología y particularmente en endodoncia ha mejorado la calidad del tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles (Plotino *et al.*, 2007). Richman (1957) fue el primero en mencionar el uso de ultrasonido en endodoncia; Martin (1976) y Martin *et al.* (1980) fueron pioneros en demostrar el sinergismo que se produce en la aplicación de ultrasonido a las soluciones irrigantes y la capacidad de las limas tipo K activadas por ultrasonido para cortar la dentina en la preparación de los conductos radiculares antes de la obturación.

El ultrasonido puede ser generado por dos procesos: el primero es la magnetoestricción, que convierte la energía electromagnética en energía mecánica. Una pila de tiras de metal magnetostrictivas en una pieza de mano se somete a un campo magnético permanente y alterno, como resultado de lo cual se producen vibraciones. El segundo método se basa en el principio piezoeléctrico, en el que se utiliza un cristal que cambia de dimensión cuando se aplica una carga eléctrica. La deformación de este cristal se convierte en oscilación mecánica sin producir calor (Laird; Walmsley 1991). Las unidades piezoeléctricas tienen más ciclos por segundo, 40 frente a 24 kHz, en un movimiento lineal, ideal para la endodoncia. Mientras que una unidad magnetostrictiva, por otro lado, crea un movimiento elíptico, sumado a

que generan más calor en su funcionamiento, por lo cual no es ideal para uso endodóntico quirúrgico o no quirúrgico (Lea *et al.*, 2004).

El uso del ultrasonido en endodoncia ayuda a sortear uno de los desafíos más grandes de esta disciplina, localizar canales, particularmente en los casos en que el orificio se ha obstruido por dentina secundaria o dentina calcificada secundaria a la colocación de materiales restauradores o pulpotomías. Con cada preparación de acceso en un diente calcificado, existe el riesgo de perforar la raíz o, cuando se realiza incorrectamente, de complicar cada procedimiento posterior. Una de las ventajas más importantes de las puntas ultrasónicas es que no giran, lo que mejora la seguridad y el control, al tiempo que mantiene una alta eficiencia de corte. Esto es especialmente importante cuando el riesgo de perforación es alto. El acceso visual y el control superior que proporcionan las puntas de corte ultrasónicas durante los procedimientos de acceso los convierten en la herramienta más conveniente, especialmente cuando se tratan molares difíciles (Plotino *et al.*, 2007).

En dientes difíciles de tratar como los molares, los ultrasonidos han demostrado ser útiles para la preparación del acceso, no solo para encontrar canales, sino también para reducir el tiempo y darle mayor previsibilidad del tratamiento (Clark, 2004).

La exploración y canalización es una estrategia comúnmente utilizada para localizar canales accesorios (Yoshioka *et al.*, 2005), este método consiste en crear una depresión en la dentina entre los canales mesiobucal/vestibular y mesiolingual (Prade *et al.*, 2019). La extracción de la dentina se puede realizar de manera segura utilizando puntas ultrasónicas evitando el área de furcación y a expensas de la pared mesial (Azim *et al.*, 2015). El desgaste de la dentina puede hacerse también con fresas de rotación a baja velocidad; sin embargo, una de las ventajas más importantes de las puntas ultrasónicas es que no giran, lo que mejora la seguridad y el control, al tiempo que mantiene una alta eficiencia de corte. Esto es especialmente importante cuando el riesgo de perforación es alto. Al buscar canales ocultos, debe recordarse que la dentina secundaria es generalmente blanquecina u opaca, mientras que el piso de la cámara pulpar es más oscuro y gris en apariencia (Plotino *et al.*, 2007). Una punta de desgaste tipo espaciador recubierta de diamante de longitud media se puede usar para la extracción macroscópica de dentina, mover ángulos de la línea de acceso, cortar un surco en la pared de acceso mesial para caer en los canales. Puntas diamantadas más

grandes con una extensión limitada deben usarse durante la fase inicial de eliminación de calcificación, interferencias, materiales y dentina secundaria, ya que ofrecen la máxima eficiencia de corte y mejoran el control mientras se trabaja en la cámara pulpar. La fase posterior de encontrar los orificios del canal debe llevarse a cabo con puntas más delgadas y largas que faciliten el trabajo en áreas más profundas mientras se mantiene una visión clara (Clark, 2004; Buchanan, 2002).

Otro recurso del cual dispone el odontólogo para aumentar la posibilidad de éxito en el tratamiento endodóntico es el uso de sustancias o soluciones coadyuvantes. Los irrigantes pueden aumentar el desbridamiento mecánico al eliminar los desechos, disolver el tejido y desinfectar el sistema de conducto radicular. El desbridamiento químico es especialmente necesario para los dientes con una anatomía interna compleja o irregularidades que la instrumentación puede pasar por alto. (Deivanayagam; Nagendrababu, 2010)

Zehnder (2006) propuso que las sustancias irrigantes idealmente deberían cumplir ciertos requisitos: 1. Amplio espectro antimicrobiano, 2. Alta eficacia contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biopelículas, 3. Capacidad para disolver restos de tejido pulpar necrótico 4. Capacidad de inactivar endotoxinas 5. Capacidad para evitar la formación de una capa de frotis durante la instrumentación o para disolver esta última una vez que se ha formado. 6. Sistémicamente no tóxico cuando entran en contacto con tejidos vitales, no son cáusticos para los tejidos periodontales y tienen poco potencial para causar una reacción anafiláctica.

Actualmente existen numerosas "soluciones" endodónticas disponibles que pueden clasificarse como lubricantes, irrigantes y medicamentos intracanales. El uso de agentes antimicrobianos en toda la instrumentación para limpiar todas las partes de la estructura del conducto radicular es esencial para una curación endodóntica exitosa. (Asghar *et al.*, 2013).

Algunos autores han subclasificado a las soluciones irrigantes, Asghar *et al.* (2013) las agrupó en: A- No Bactericidas y B- Bactericidas, siendo las primeras de poca efectividad para el control de la infección. Meena (2012) propuso una clasificación que podría considerarse más práctica; establece dos grupos claramente diferenciados: A- Agentes químicos y B- Agentes naturales. Es en el primer grupo donde se encuentran: agentes reductores (Hipoclorito de Sodio), agentes oxidantes (Peróxido de

Hidrogeno), agentes antibacteriales (Clorhexidina) Agentes quelantes (Ácido etilén-diamino-tetra-acético, EDTA), ácidos (cítrico, maleico, poliacrílico, etc.), sustancias combinadas y otros irrigantes.

Una de las sustancias de más relevancia y probablemente la más estudiada respecto de su eficacia en endodoncia es el hipoclorito de sodio, NaOCl.

Según Serper *et al.* (2004) el hipoclorito de sodio es el compuesto halogenado más popular que se ha utilizado en endodoncia como solución irrigante en el interior de los conductos radiculares, desde principios del siglo XX.

El hipoclorito de potasio fue la primera solución acuosa de cloro producida químicamente, inventada en Francia por Berthollet (1748-1822). A partir de finales del siglo XVIII, esta solución fue producida industrialmente por Percy en Javel, cerca de París, "*Eau de Javel*". También se recomendó hipoclorito de sodio para prevenir la fiebre infantil y otras enfermedades infecciosas. Según los estudios de laboratorio controlados de Koch y Pasteur, el hipoclorito ganó una amplia aceptación como desinfectante a fines del siglo XIX. En la Primera Guerra Mundial, el químico Henry Drysdale Dakin y el cirujano Alexis Carrel extendieron el uso de una solución tamponada de hipoclorito de sodio al 0,5% para el riego de heridas infectadas. Además de su eficacia de destrucción no específica de amplio espectro en todos los microbios, las preparaciones de hipoclorito son esporicidas, virucidas y muestran efectos de disolución de tejidos mucho mayores en los tejidos necróticos que en los vitales. Estas características impulsaron el uso de hipoclorito de sodio acuoso en endodoncia como irrigante principal ya en 1920 (Zenhder, 2006).

Se han probado diversas concentraciones que van del 0,5% al 5,25%. Existe evidencia contradictoria sobre la concentración no tóxica más eficaz de NaOCl para uso endodóntico. Haapasalo *et al.* (2005) mencionaron que las soluciones de NaOCl pueden usarse tanto como una solución *no-buffer* a pH 11 en una concentración de 0.5 a 5.25%, y *buffer* con bicarbonato (pH 9.0) generalmente como una solución de 0.5% (solución de Dakin). Zehnder *et al.* (2002) en su estudio demostraron que no existe ningún beneficio de amortiguar el hipoclorito de sodio con bicarbonato de sodio según el método de Dakin. Good *et al.* (2012) describieron que de la evidencia actual disponible se desprende que no hay justificación para usar NaOCl en concentraciones superiores al 1%, ya que esto ofrece el mejor equilibrio entre la capacidad de

disolución del tejido, la actividad antimicrobiana y la biocompatibilidad. Meena *et al.* (2012) mencionaron que la concentración óptima de Hipoclorito de sodio es 5,25% durante 40 minutos, y que concentraciones de 1% a 3% en el mismo periodo de tiempo son ineficaces contra el *Enterococo faecalis*.

Las soluciones quelantes también juegan un papel importante en el tratamiento endodóntico. El EDTA (Acido etilén-diamino-tetraacético) es un aminoácido artificial no tóxico con un pH 7, que se usa en concentraciones del 17%; no tiene un efecto antibacteriano directo, aunque restringe el crecimiento y finalmente mata los microorganismos quelando los iones metálicos necesarios para su crecimiento. También elimina la capa de frotis sin efecto letal para los tejidos pulpares o periapicales (Asghar *et al.*, 2013).

Good *et al.* (2012) concluyeron que el EDTA elimina eficazmente la capa de frotis que es un residuo que cubre las paredes del conducto radicular formado por la instrumentación del conducto radicular y que puede proteger la biopelícula y reducir la adaptación del sellador a las paredes del canal, por lo que su eliminación debería mejorar el resultado del tratamiento. Sin embargo, mencionó que es importante tener en cuenta que los quelantes fuertes pueden causar erosión de la dentina en tiempos prolongados.

Haapasalo *et al.* (2005) determinaron que el EDTA tiene poca o ninguna actividad antibacteriana, pero que, durante un tiempo prolongado, EDTA extrae proteínas de la superficie bacteriana mediante la combinación con iones metálicos de la envoltura celular, lo que eventualmente puede conducir a la muerte bacteriana. En su trabajo menciona además que se ha demostrado que la eliminación de la capa de frotis con EDTA (o ácido cítrico) mejora el efecto antibacteriano de los agentes desinfectantes utilizados localmente en capas más profundas de dentina. Respecto al Ácido cítrico se han utilizado concentraciones que van del 1% al 50% siendo la solución al 10% más efectiva para eliminar la capa de frotis de las cavidades apicales. La eliminación de la capa de frotis es un paso importante para facilitar la desinfección del conducto radicular. Tanto el EDTA como el ácido cítrico pueden eliminar eficazmente la capa de frotis creada durante la instrumentación del canal.

El objetivo de este trabajo es describir las generalidades anatómicas de los primeros molares mandibulares, la presencia del conducto medio-mesial, su prevalencia,

características clínicas y radiográficas, clasificación y las diferentes herramientas para su localización, abordaje y tratamiento.

## CASO CLÍNICO

Se presenta el caso de una paciente de sexo Femenino, de 12 años de edad que asistió a la consulta manifestando sintomatología dolorosa de aproximadamente 15 días de evolución en un molar inferior. Al examen clínico se observó al elemento dentario 36 con caries amelodentinaria que abarcaba gran parte de la cara oclusal. Al interrogatorio la paciente refirió dolor ante estímulos térmicos (fríos/calientes), en ocasiones espontáneo y que se exacerbaba con los cambios de posición. Se realizó prueba de sensibilidad al frío mediante el contacto de la pieza dentaria con torunda de algodón embebida en aerosol de enfriamiento Klepp-Ice® (Laboratorios Raysan S.A.- Argentina), dando como resultado sensibilidad positiva con dolor mantenido en el tiempo. Se decidió la toma de radiografía periapical (Carestream Ultra-speed D®) constatando lesión cariosa de gran avance en posible contacto incluso con la cámara pulpar (**Fig.1**). Se estableció entonces el diagnóstico de Pulpitis Irreversible, con lo cual se planteó el tratamiento endodóntico.



**Fig. 1.** Radiografía periapical preoperatoria de elemento

Previa confección de historia clínica y consentimiento informado de un adulto responsable se procedió a la terapéutica.

Se realizó anestesia troncular para el nervio dentario inferior con Carticaína al 4%+adrenalina 1:100000 Anescart Forte® (Sidus S.A, Bs. As-Argentina). Se removió caries en primer lugar con fresa redonda N.º 2 para eliminar esmalte afectado y

defectuoso y posteriormente con fresa redonda N.º 4 a baja velocidad retirando toda la dentina necrótica. Se efectuó la exposición del cuerno pulpar mesiovestibular, a partir del cual con fresa Endo-Z® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) se realizó la eliminación de todo el techo de la cámara pulpar. A continuación, se colocó aislamiento absoluto con goma dique (**Fig. 2**).



**Fig. 2.** Acceso cameral aislamiento del campo operatorio.

Se rectificó el acceso cameral utilizando cavitador ultrasónico Woodpecker UDS-E Led® con punta diamantada troncocónica (**Fig. 3**), eliminando restos de techo y dentina que obstruía los orificios de entrada de los conductos radiculares.



**Fig. 3.** Cavitador Ultrasónico- Woodpecker UDS-E Led  
Tomado de <http://www.glwoodpecker.com/>

Posteriormente se realizaron abundantes lavajes con hipoclorito de sodio al 5,25% y un lavaje final con EDTAC al 17% para remover el barro dentinario obteniendo una clara visión del piso donde se observó la entrada de un 3er conducto en la raíz mesial, el conducto Medio-Mesial (MM) (**Fig. 4**).



**Fig. 4.** Apertura Rectificada. Presencia de 3 conductos en la raíz mesial.

Se comenzó la exploración y cateterización de los conductos con lima lisa K .15 manual (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Switzerland) para luego establecer la longitud mediante Localizador Apical Electrónico Propex Pixi® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (**Fig. 5**).



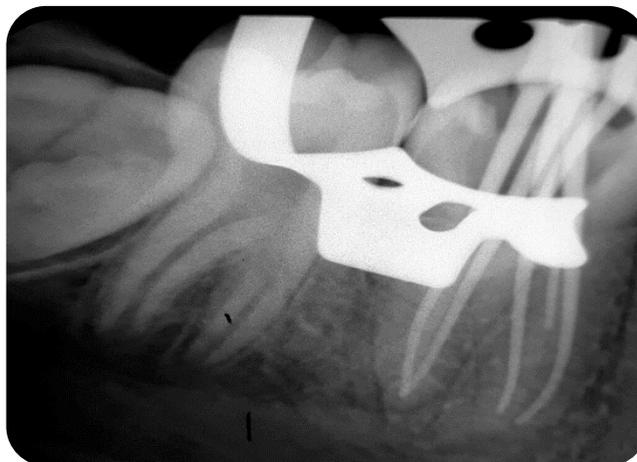
**Fig. 5.** Localizador apical Propex Pixi- Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Switzerland  
Tomado de <http://www.dentsplymaillifer.com/>

No se logró obtener permeabilidad en la totalidad de la longitud del conducto MM. A continuación, se instrumentaron todos los conductos progresivamente con limas lisas K .20, y .25 manuales (Dentsply Maillefer®, Ballaigues, Switzerland) con abundante irrigación con Hipoclorito de Sodio al 5,25%. La conformación de los conductos se realizó con instrumental rotatorio Reciproc® .40 (VDW Dental, Múnich, Alemania) utilizando motor Silver Reciproc® (VDW Dental, Múnich, Alemania) en todos los conductos de igual manera. (Fig. 6)



**Fig. 6.** Motor Silver Reciproc®-VDW Dental, Múnich, Alemania  
Tomado de <https://www.vdw-dental.com/>

En la conometría se observó conducto MM corto respecto al resto y se evidenció línea radiolúcida coincidente con la continuidad del conducto (Fig. 7).



**Fig. 7.** Radiografía periapical de conometría. Se observa falta de permeabilidad de conducto MM

Se reintentó entonces cateterizar conducto MM con lima .08 y EDTA al 17%, obteniendo una longitud de trabajo coincidente con los valores de los demás conductos y obteniendo la posibilidad de realizar la conformación final.

Previo a la obturación se realizó un último lavaje con EDTA al 17% y con Hipoclorito de Sodio al 5,25%. Una vez bien secos los conductos se procedió a la obturación con conos de Gutapercha Reciproc® .40 (VDW Dental, Múnich, Alemania) y cemento ADSEAL® (Meta-Biomed Co. Ltd. Corea) y a continuación, toma de radiografía postoperatoria observándose un resultado satisfactorio, evidenciándose los cinco conductos del molar conformados y obturados en su totalidad (**Fig. 8**).



**Fig. 8.** Radiografía periapical postoperatoria de elemento 36.  
Todos los conductos obturados a longitud de trabajo.

## DISCUSIÓN

La morfología del primer molar inferior se ha evaluado utilizando muchos métodos de diagnóstico diferentes, con resultados muy variables. El conducto Medio-mesial (MM) es una variante de los primeros molares mandibulares que debe ser tomada en cuenta por el profesional especialista. Es un elemento posible de ser hallado, aunque la probabilidad puede variar en diferentes pacientes. Se sabe que su frecuencia ha sido estudiada y se han informado resultados inconstantes, varios trabajos han informado que la prevalencia del conducto MM varía de menos del 1% a 18%, e incluso en ciertos estudios se han encontrado porcentajes mayores: los pioneros en investigar como es el caso de Barker *et al.* (1974) no establecieron tasas de prevalencia, pero lo catalogaron como “algo bastante poco común”, al igual que Vertucci y Williams (1974) quienes describieron un caso de un primer molar inferior con 3 conductos mesiales. Con el avance de nuevas tecnologías como es el caso de la Tomografía *Cone-Beam* (CBCT) o la microtomografía (micro-CT) y el uso de microscopio se han logrado establecer algunos valores, sin embargo, los informes siguen siendo dispares: Kim *et al.*, (2013) en un estudio sobre pacientes utilizando CBCT encontró que 5 de 1435 molares (0.35%) tenían 3 conductos en su raíz mesial. En contraste con Soares de Toubes *et al.* (2012) que sobre 44 primeros molares inferiores extraídos y analizados mediante CBCT encontraron doce canales MM lo que equivale a un 27.0 %. Así mismo Tahmasbi *et al.* (2017) utilizando también CBCT describieron presencia de conducto MM en el 26% en los primeros molares inferiores estudiados. Es importante también tener en cuenta el tamaño de la muestra, por ejemplo, Versiani *et al.* (2016) utilizando tecnología de microtomografía, establecieron que la frecuencia del conducto MM fue del 18,6% (48 de los 258 primeros molares mandibulares); o bien, De Pablo *et al.* (2010) quienes en una revisión sistemática informaron que casi 1% sobre 4745 molares estudiados tenían 5 conductos y el 2,3% de 4535 de raíces mesiales contenían 3 conductos. Por su parte Azim *et al.* (2015) estudiaron 91 molares mediante el uso de microscopio óptico y encontraron que 42 (46,2%) tenían canales medio-mesiales negociables y tomando solo los primeros molares (56), determinaron que la frecuencia de existencia del conducto MM es de 37,5%. Observando estos resultados a lo largo

del tiempo podría decirse que las variaciones no implican un cambio en la complejidad anatómica, sino más bien una mejora o variación en la metodología de investigación. Ejemplo de ello es el trabajo de Pomeranz *et al.* (1981), quienes realizaron una preparación y exploración minuciosa de 100 molares, lo que le permitió establecer una clasificación para el canal MM en 3 categorías: en forma de aleta cuando el instrumento podía pasar libremente entre el canal mesiovestibular o mesiolingual y el canal mesial medio; confluyente cuando el canal preparado se originó como un orificio separado, pero se unió apicalmente al canal mesiovestibular o mesiolingual; e independiente cuando el canal preparado se originó como un orificio separado y terminó como una salida apical separado.

En el presente trabajo se presentó un caso de un primer molar inferior izquierdo que teniendo en cuenta la nueva clasificación del sistema de conductos radiculares de Ahmed *et al.* (2017) podría nombrarse:  $236 M^{3-3-3} D^{2-2-2}$ , lo que significa que presentó 3 conductos en la raíz mesial con orificio de entrada y foramen individual, y que podría incluirse en la categoría “independiente” según la clasificación de Pomeranz *et al.* (1981).

El caso descrito, presentó ciertas características que eran clínica y radiográficamente visibles en el diagnóstico previo y otras particularidades que no fueron advertidas sino hasta que se avanzó en la preparación del elemento dentario. Segura-Egea *et al.* (2002) sostienen que el conocimiento de las características anatómicas externas e internas de los dientes permanentes es vital, ya que se correlaciona directamente con la probabilidad de éxito de la terapia del conducto radicular. Vertucci (1984) y Du *et al.* (2013) coinciden en el mismo sentido y afirmando también que los profesionales deben estar preparados para identificar la presencia de cualquier variación anatómica, incluidos los conductos radiculares adicionales. Sumado a esto, algunos autores como Krasner y Rankow (2004) sostienen que existen otros factores que pueden modificar la anatomía interna del elemento dentario a tratar, tal es el caso de la edad del paciente y calcificaciones, restauraciones extensas o profundas, que también deben ser analizados previo al inicio del tratamiento. En la situación clínica descrita se abordó un primer molar inferior de una paciente joven, de 12 años de edad, sin antecedentes de restauración previa y con caries macropenetrante que radiográficamente mostraba una cámara pulpar amplia sin aberraciones, lo cual favoreció un acceso al sistema de

conductos sin complicaciones. Respecto de la toma radiográfica, se debe mencionar que se utilizó una sola exposición, en contraposición con lo que debería hacerse según Vertucci (2005), quien recomienda analizar al menos dos radiografías periapicales preoperatorias con angulaciones diferentes. En concordancia Martínez Lozano *et al.* (1999) indica obtener una proyección del rayo individualizada para cada elemento dentario y que para optimizar la información proporcionada por esos estudios radiográficos se requiere un conocimiento anatómico adecuado de cada diente. Por su parte Soares de Toubes *et al.* (2012) concluyeron en su estudio mediante radiografías digitales que no era un método eficiente para la identificación de conductos MM, incluso cuando se tomaron radiografías con diferentes angulaciones. Sin embargo, aunque no puede usarse para identificar tales estructuras, el valor de la radiografía digital no debe subestimarse. Krasner y Rankow (2004) acompañan en parte estos conceptos al afirmar que la mayoría de los profesionales comienzan el tratamiento del canal radicular con ideas preconcebidas sobre la anatomía y la posición de los compartimientos de la pulpa y los canales radiculares y que esas ideas se basan en los cuadros modelos de elementos sanos presentados en libros de textos.

En la actualidad existe la posibilidad de realizar un análisis radiográfico previo utilizando sistemas avanzados como la Tomografía computada de haz cónico o Tomografía *Cone-Beam* (CBCT). Demirbuga *et al.* (2013) afirman que ayuda a identificar los sistemas de conducto radicular. Michetti *et al.* (2010) destacan a la CBCT como una técnica de medición muy interesante, confiable y no invasiva. Martins *et al.* (2019) opinan en el mismo sentido y determinan que es más confiable que las radiografías periapicales y panorámicas. Soares de Toubes *et al.* (2012) también sugieren la CBCT como un medio auxiliar para identificar y diagnosticar canales e istmos, aunque reconoce que existen limitaciones impuestas por factores biológicos, técnicos y económicos. Prade *et al.* (2019) mencionan otro sistema de diagnóstico por imágenes, la micro tomografía computarizada (micro-CT) y opinan que es una herramienta útil para estudiar la morfología del conducto radicular y un método preciso y contemporáneo para detectar canales MM, sin embargo, son consecuentes en afirmar que desafortunadamente, la micro-CT aún no está disponible en la práctica clínica diaria. El caso que se trata en el presente trabajo no requirió de la realización de una CBCT previa por sus característica, paciente joven, pieza no

restaurada, cámara pulpar y conductos amplios. Podría haber sido conveniente y a solo efecto de utilizarse con fines académicos, así como mencionan Mannocci *et al.* (2005), la obtención de imágenes en tres dimensiones para analizar la calidad y el resultado del tratamiento realizado sobre el elemento dentario.

Una preparación adecuada del acceso y una exploración detallada del interior del diente son esenciales según Vertucci (2005) y agrega que es extremadamente importante que los profesionales utilicen todo recurso a su disposición para localizar y tratar todo el sistema de conducto radicular. Como complemento a lo antedicho Ingle (1965), Sempira y Hartwell (2000) y Stropko (1999) ubican al operador como factor determinante para el resultado exitoso de la terapia. Durante el desarrollo del tratamiento descrito, se puso mucho énfasis en cada instancia procurando prestar atención a cada detalle y aprovechando al máximo las herramientas disponibles, desde el diagnóstico, acceso cameral, ubicación y preparación de los conductos, obturación e indicaciones postoperatorias.

Existe un recurso de gran utilidad que se utiliza, en ocasiones de manera inconsciente a cada momento que se realiza una terapia endodóntica, que es una de las leyes enunciadas por Krasner y Rankow (2004), la “Ley del Cambio de Color”. Dicha Ley menciona que el color del piso de la cámara pulpar es siempre más oscuro que las paredes. Los autores consideran entonces que un acceso apropiado es completo solamente cuando del piso de la cámara pulpar y de las paredes forman 360 grados alrededor del piso de la cámara; por consiguiente, una unión clara - oscura distinta está siempre presente, si no se ve en una porción del piso del compartimiento, el operador sabe que la estructura sobrepuesta adicional debe ser quitada. En el caso analizado en el presente trabajo, los conceptos mencionados adquirieron gran relevancia al momento de analizar el acceso cameral obtenido. Luego de abundantes lavajes utilizando hipoclorito de sodio al 5.25% y EDTA al 17% para eliminación de detritus, se evidenció la presencia de tejido correspondiente a la pared mesial que no dejaba al descubierto la totalidad del piso de la cámara pulpar, lo que determinó la necesidad de rectificar la forma de la cavidad obtenida. Sumado a ello, debe tenerse en cuenta el concepto de Plotino *et al.* (2007) quienes aseveran que la falta de acceso en línea recta a los conductos radiculares es la causa principal de separación, perforación y la incapacidad de negociar los canales correctamente hasta su límite apical.

El ultrasonido es un recurso que cobra importancia de manera creciente en endodoncia, ha mejorado la calidad del tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles (Plotino *et al.*, 2007). Laird *et al.* (1991) explican que existen dos mecanismos para su generación, magnetostrictivo y piezoeléctrico. Es el segundo método el que produce la deformación de un cristal y que se convierte en oscilación mecánica sin producir calor. Lea *et al.* (2004) agregan como ventaja que las unidades piezoeléctricas tienen más ciclos por segundo, 40 kHz, en un movimiento lineal compatible para su uso en endodoncia. En cambio, la unidad magnetostrictiva crea un movimiento elíptico y generan más calor en su funcionamiento. Plotino *et al.* (2007) también mencionan que las puntas ultrasónicas tienen como ventaja importante que no giran, lo que mejora la seguridad y el control manteniendo una alta eficiencia de corte.

Clark (2004) y Plotino *et al.* (2007) coinciden en la utilidad que tienen las puntas ultrasónicas especialmente en dientes difíciles como los molares. Yoshioka *et al.* (2005) y Prade *et al.* (2019) describen una estrategia a utilizar para descubrir canales accesorios, que consiste en crear una depresión en la dentina entre los canales mesiobucal/vestibular y mesiolingual. Plotino *et al.* (2007) insinúan que el desgaste de la dentina puede hacerse también con fresas de rotación a baja velocidad; no obstante, afirman que el uso de puntas ultrasónicas mejora la seguridad y el control, al tiempo que mantiene una alta eficiencia de corte, especialmente en zonas con alto riesgo de perforación. Acorde con lo que estipulan Azim *et al.* (2015), en el caso analizado se realizó un desgaste a expensas de la pared mesial, así mismo también se tuvo en cuenta realizar dicha preparación de manera sutil y respetando la anatomía cameral en la búsqueda de canales ocultos prestando especial atención al tejido removido de acuerdo a lo que indican Plotino *et al.* (2007) respecto de que la dentina secundaria es generalmente blanquecina u opaca, mientras que el piso de la cámara pulpar es más oscuro y gris en apariencia. Según Clark (2004), casi la totalidad de los endodoncistas poseen y usan ultrasonidos en la práctica diaria y agrega que un gran complemento para sacar máximo provecho es el uso de magnificación. Contemporáneamente Kim (2004) afirmaba que el uso de dispositivos de aumento es extremadamente útil para la extracción de postes con instrumentos ultrasónicos y para la reparación de perforaciones.

Si bien en el caso estudiado no fue necesario el uso de lupas y/o microscopio, existen numerosos trabajos que así lo sugieren. De hecho, Kim (1997) ya recomendaba el uso de dispositivos de iluminación y aumento como estándar de atención. Behle (2001) resaltó que los microscopios quirúrgicos se han utilizado en varios procedimientos quirúrgicos médicos durante muchas décadas, pero que solo se han utilizado significativamente en odontología durante los últimos 10 años. También sostiene que, si bien el uso del microscopio en odontología comenzó principalmente en la endodoncia, posteriormente se extendió a otras especialidades como la periodoncia y la cirugía oral y agrega numerosas ventajas como son una visibilidad y una iluminación tremendamente aumentadas, una ergonomía y postura mejoradas, una mayor capacidad para utilizar asistentes y, que, debido a estos factores, una mejora significativa en los resultados de diagnóstico y tratamiento. Del Fabbro *et al.* (2015) concuerdan con tales conceptos afirmando que mejoran la capacidad de diagnóstico y permiten identificar la presencia de istmos y canales accesorios o microfracturas de la raíz; mencionan que, como consecuencia natural, se ha sugerido que tales dispositivos pueden ser útiles, al menos en teoría, para mejorar los resultados clínicos porque todas las fases se pueden realizar con mayor precisión, sin embargo en su revisión alertaron que variables como la viabilidad de extraer instrumentos rotos del canal, la calidad de visualización de la anatomía y la morfología del conducto radicular, la calidad del sellado del extremo apical de la raíz, la posibilidad de reparación de perforación y el tiempo total requerido para completar el procedimiento clínico, no han sido comparadas específicamente en los estudios, mientras que algunas de ellas se informaron esporádicamente pero nunca se evaluaron estadísticamente. Kim (2004) también había opinado en el mismo sentido estableciendo que el aumento es necesario para localizar canales ocultos, detectar microfracturas, distinguir entre el piso de la cámara y la dentina e identificar istmos. Incluso, determinó que el aumento óptimo para la práctica de endodoncia varía de 8x a 24x, lo cual se alcanza mediante el uso del microscopio, no así con las lupas, las cuales brindan un aumento de 2x a 4x. Si bien Del Fabro *et al.* (2015) no contradicen esta postura, manifiestan que faltan estudios clínicos prospectivos comparativos que evalúen el resultado del tratamiento endodóntico utilizando diferentes dispositivos de aumento. Por tal motivo determinan que el uso de un dispositivo de aumento específico *per se* puede no ser tan crítico para

determinar el éxito del tratamiento. Sin embargo, informan que, según otros estudios analizados en su revisión, la adopción de dispositivos de aumento tiene varias ventajas técnicas para el clínico, permitiendo la identificación de estructuras anatómicas microscópicas que de otro modo serían indetectables a simple vista, y eso puede ser importante para mejorar la calidad del tratamiento. Por lo tanto, aunque los resultados clínicos pueden no verse afectados por el tipo de dispositivo de aumento utilizado, las ventajas técnicas particulares de cualquiera de ellos pueden representar un 'plus' técnico para el clínico en situaciones clínicas específicas, aumentando su confianza en sí mismo en la atención al paciente. Soares de Toubes *et al.* (2012) describen que la identificación de los canales MM es un desafío técnico debido a la dificultad de localizar y visualizar estas características a simple vista. Si bien aseveran que la inspección clínica sin aumento todavía se usa, concuerdan y reconocen que un acceso coronario adecuado y el uso de microscopio son cruciales para superar este desafío. Además, el uso de puntas ultrasónicas para limpiar el istmo cervical es muy importante para permitir la identificación de la mayoría de los canales MM. Autores como Coelho de Carvalho y Zuolo (2000) analizaron bajo el microscopio 204 molares inferiores estableciendo, en promedio, un aumento de la frecuencia de localización de canales en un 7,8% y particularmente un aumento del 18,6% en la localización de un tercer canal en las raíces mesiales. En el mismo sentido, Prade *et al.* (2019) también analizaron molares inferiores primero bajo el microscopio y luego combinando el microscopio con el uso de ultrasonido obteniendo mayores resultados de localización de conductos MM, 9.52 % y 12.38% respectivamente, frente a solo el 3.81% mediante visualización directa. Estos estudios permiten afirmar que el uso de dispositivos de magnificación aumenta significativamente la localización de estos canales en comparación con la visualización directa sin aumento. No obstante, mientras que Coelho de Carvalho y Zuolo (2000) determinaron que la frecuencia de conductos MM era mayor en los primeros molares mandibulares, Prade *et al.* (2019) obtuvieron mayor incidencia en los segundos molares mandibulares, pero sin diferencia estadísticamente significativa. Estos últimos concuerdan con las conclusiones de Karapinar-Kazandag *et al.* (2010) y Azim *et a.* (2015) quienes describen una mayor presencia de canales MM en los segundos molares inferiores. Sin embargo, los hallazgos de un estudio in vivo realizado por Nosrat *et al.* (2015) evidencian que el tipo de molar no es un factor

determinante para una mayor prevalencia de un tercer canal en la raíz mesial. La calcificación progresiva del espacio pulpar puede ser la razón por la cual los canales MM suelen ser más frecuentes en los segundos molares en estudios *in vitro* cuando no se tienen datos de la edad de la pieza dentaria estudiada. A medida que los segundos molares entran en erupción más tarde, es más probable que los canales MM se ubiquen en estos dientes, ya que los primeros molares tienen un período de tiempo más largo para someterse a compresión y calcificación. La edad de los pacientes entonces es una de las variables que influyen en la localización de los canales de MM. Nosrat *et al.* (2015) encontraron una diferencia estadísticamente significativa en la aparición de este canal en diferentes grupos de edad, con una tasa de prevalencia del 32,1% entre los pacientes de 21 años y del 3,8% entre los mayores de 40 años. Esto puede explicarse por el proceso de calcificación de la cámara pulpar y los conductos radiculares, que sufren una reducción de tamaño debido a la deposición continua de dentina a lo largo de los años.

Existe otro factor que juega un papel importante en el éxito del tratamiento endodóntico, las sustancias irrigantes. Deivanayagam y Nagendrababu (2010) afirman que el desbridamiento químico es especialmente necesario para los dientes con una anatomía interna compleja o irregularidades que la instrumentación puede pasar por alto. Se han propuesto y estudiado numerosas sustancias endodónticas, sin embargo, según Zehnder (2006) idealmente deben cumplir ciertos requisitos. Así se han sugerido diferentes clasificaciones Asghar *et al.* (2013) por su parte las agruparon en: A- No Bactericidas y B- Bactericidas, poniendo como eje principal la capacidad de desinfección del sistema de conductos radiculares. Por el contrario, Meena *et al.* (2012) propusieron una clasificación que podría considerarse más práctica; estableciendo dos grupos según su origen: A- Agentes químicos y B- Agentes naturales. Bien se sabe que, durante el tratamiento endodóntico, no solo se utilizan sustancias desinfectantes, sino otras coadyuvantes que ayudan a la instrumentación. La sustancia de más relevancia, considerada un *gold standard* y probablemente la más estudiada respecto de su eficacia en endodoncia es el hipoclorito de sodio. Y respecto de ella existen varias afirmaciones. Serper *et al.* (2004) aseveran que el hipoclorito de sodio es el compuesto halogenado más popular que se ha utilizado desde principios del Siglo XX en endodoncia.

Haapasalo *et al.* (2005) mencionaron que las soluciones de NaOCl pueden usarse como una solución *no-buffer* a pH 11 en una concentración de 0.5 a 5.25%, y *buffer* con bicarbonato (pH 9.0) como una solución de 0.5% (solución de Dakin). Zehnder *et al.* (2002) contradicen en parte, a Haapasalo *et al.* (2005) demostrando que no existe ningún beneficio de “*bufferear*” el hipoclorito de sodio con bicarbonato de sodio según el método de Dakin. Good *et al.* (2012) también discrepan parcialmente al informar que no hay evidencia disponible que justifique usar NaOCl en concentraciones superiores al 1%, ofreciendo de esa manera el mejor equilibrio entre la capacidad de disolución del tejido, la actividad antimicrobiana y la biocompatibilidad. Por el contrario, Meena *et al.* (2012), mencionaron que la concentración óptima de Hipoclorito de sodio es 5,25% durante 40 minutos, y que concentraciones de 1% a 3% en el mismo periodo de tiempo son ineficaces contra el *Enterococo faecalis*. En el caso clínico presentado se utilizó la concentración recomendada por Meena *et al.* (2012), hipoclorito de sodio al 5.25%, irrigando de manera abundante para favorecer la eliminación de tejido orgánico, especialmente ante la posibilidad de la existencia de istmos teniendo en cuenta que se estaba frente a una anatomía compleja. Sin embargo, también se recurrió al uso de sustancias quelantes como el EDTA (Ácido etilén-diamino-tetraacético) al 17% para la eliminación de *smear layer* y mejorar la cateterización del conducto MM.

Asghar *et al.* (2013) mencionan que las soluciones quelantes son importantes en el tratamiento endodóntico y que, si bien el EDTA no tiene un efecto antibacteriano directo, restringe el crecimiento y finalmente mata los microorganismos quelando iones metálicos necesarios para su crecimiento, y agregan que también elimina la capa de frotis. Good *et al.* (2012) concuerdan en que el EDTA remueve eficazmente la capa de frotis la cual puede proteger la biopelícula, por lo que su eliminación debería mejorar el resultado del tratamiento. Sin embargo, mencionaron que es importante tener en cuenta que los quelantes fuertes pueden causar erosión de la dentina en tiempos prolongados. En contraste Haapasalo *et al.* (2005) determinaron que el EDTA tiene poca o ninguna actividad antibacteriana directa, si bien en su trabajo menciona que se ha demostrado que la eliminación de la capa de frotis con EDTA (o ácido cítrico) mejora el efecto antibacteriano de los agentes desinfectantes utilizados localmente en capas más profundas de dentina. Respecto al Ácido cítrico se han

utilizado concentraciones que van del 1% al 50% siendo la solución al 10% más efectiva para eliminar la capa de frotis de las cavidades apicales.

Martin (1976) y Martin *et al.* (1980) demostraron el sinergismo que se produce en la aplicación de ultrasonido a las soluciones irrigantes. Haapasalo *et al.* (2005) refuerzan la teoría afirmando que el ultrasonido tendría poco efecto directo sobre las bacterias intracanales. Pero los ultrasonidos parecen ejercer su efecto antimicrobiano junto con los irrigantes, quizás a través de los mecanismos físicos de cavitación y transmisión acústica y es posible que, en casos con una anatomía compleja del canal, los irrigantes se dirijan más eficientemente a áreas que no son fácilmente accesibles mediante irrigación normal. Good *et al.* (2012) también definieron que el uso concurrente de la activación ultrasónica mejora aún más el desbridamiento del sistema de conductos radiculares al tiempo que aumenta la temperatura, lo que mejora la eficiencia de NaOCl. El uso del agente quelante 15–17% EDTA o 10% CA durante 1 minuto con ultrasonidos elimina la capa de frotis.

Está claro por la evidencia que se requiere más de una "solución" para preparar y desinfectar el sistema de conductos radiculares, que estas "soluciones" deben llegar a la mayor superficie posible dentro de los sistemas de conductos radiculares y muchas veces es necesario complementar los irrigantes con otros instrumentos.

## CONCLUSIÓN

Realizar un tratamiento endodóntico si bien requiere tener habilidad técnica, no es suficiente para llegar al éxito, sino que también deben tenerse presentes conceptos básicos biológicos para entender los fundamentos de cada terapéutica aplicada.

El conocimiento de la anatomía dentaria y principalmente de la complejidad del sistema de conductos radiculares es una condición indispensable para poder desarrollar un correcto tratamiento. El profesional especialista en endodoncia debe realizar un exhaustivo diagnóstico previo de cada caso y tener la capacidad de adaptarse a los desafíos que la situación clínica le presente. Para ello es menester que haga uso de todos los recursos disponibles cognitivos, materiales, tecnológicos o bien la conjugación de varios de ellos con el fin de obtener el mejor resultado posible.

Es importante que toda aplicación de técnicas, materiales, instrumentales y/o tecnologías estén debidamente fundamentados científicamente y que a futuro se desarrollen investigaciones de rigor en búsqueda de elevar los estándares de calidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer (2017) A new system for classifying root and root canal morphology. *International Endodontic Journal*, 50, 761–770.

Asghar S, Asghar A, Seema S, Saqib R (2013). Antimicrobial solutions used for root canal disinfection. *Pakistan Oral & Dental Journal* Vol 33, No. 1.

Azim, A, Deutsch, A, Solomon, C (2015). Prevalence of Middle Mesial Canals in Mandibular Molars after Guided Troughing under High Magnification: An in Vivo Investigation. *Journal of Endodontics*, 41(2), 164–168.

Barker, B. C., Parsons, K. C., Mills, P. R., & Williams, G. L. (1974). Anatomy of root canals. III. Permanent mandibular molars. *Australian Dental Journal*, 19(6), 408–13.

Baugh, D., & Wallace, J. (2004). Middle mesial canal of the mandibular first molar: a case report and literature review. *Journal of Endodontics*, 30, 185–186.

Behle C. (2001) Photography and the operating microscope in dentistry. *Journal of the Californian Dental Association*; 29(10):765–71.

Bond, J. L., Hartwell, G. R., Donnelly, J. C., & Portell, F. R. (1988). Clinical management of middle mesial root canals in mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 14, 312–314.

Buchanan (2002) LS. Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. *Dent Today*; 21:52– 61.

Calberson, F. L., De Moor, R. J., & Deroose, C. A. (2007). The Radix Entomolaris and Paramolaris: Clinical Approach in Endodontics. *Journal of Endodontics*, 33(1), 58–63.

Carlsen O, Alexandersen V. (1990) Radix entomolaris: Identification and morphology. *Scand J Dent Res*; 98:363–373.

Carlsen O, Alexandersen V. (1991) Radix paramolaris in permanent mandibular molars: identification and morphology. *Scan J Dent Res*; 99:189 –95.

Clark D. (2004) The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. *Dent Today*; 23:74–81.

Coelho de Carvalho, M., Zuolo, M. (2000). Orifice Locating with a Microscope. *Journal of Endodontics*, 26(9), 532–534.

Corcoran J, Apicella MJ, Mines P. (2007) The effect of operator experience in locating additional canals in maxillary molars. *J Endod*; 33:15–7.

De Moor R, Deroose C, Calberson F, (2004) The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge, *International Endodontic Journal*, vol. 37, no. 11, pp. 789–799.

De Pablo, O. V., Estévez, R., Péix Sánchez, M., Heilborn, C. y Cohenca, N. (2010). Root Anatomy and Canal Configuration of the Permanent Mandibular First Molar: A Systematic Review. *Journal of Endodontics*, 36 (12), 1919–1931.

De Pablo, O, Estévez, R, Heilborn, C, Cohenca, N. (2012). Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: Clinical implications and recommendations. *Quintessence international*. Berlin, Germany :43. 15-27.

Deivanayagam K, Nagendrababu V; (2010) Root canal irrigants *Journal of Conservative Dentistry* Editor, Department of Conservative dentistry and Endodontics, Faculty of Dental Sciences, Sri Ramachandra University, Porur - 116, Chennai, Tamil Nadu, India.

Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. (2015) Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 12.

Demirbuga S, Sekerci AE, Dinçer AN, Cayabatmaz M, Zorba YO. (2013) Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*.e737-44.

Du Y, Lee A, Zhang C (2013), Mandibular first premolar with four canals, *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*, 4, 64–66.

Fabra-Campos, H. (1989). Three canals in the mesial root of mandibular first permanent molars: a clinical study. *International Endodontic Journal*, 22, 39–43.

Good M, El Karim I, Hussey D (2012) Literature Review on the Use of Endodontic Lubricants, Irrigants and Medicaments. *Dent Update* 2012; 39: 239–246.

Ghoncheh Z, Zade BM, Kharazifard MJ. (2017). Root Morphology of the Maxillary First and Second Molars in an Iranian Population Using Cone Beam Computed Tomography. *J Dent (Tehran)* 14:115–122.

Gulabivala, K., Aung, T. H., Alavi, A., & Ng, Y. L. (2001). Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 34(5), 359–70.

- Gulabivala, K., Opananon, A., Ng, Y. L., Alavi, A. (2002). Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *International Endodontic Journal*, 35(1), 56–62.
- Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil J (2005). Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. *Endodontic Topics*, 10, 77–102.
- Hess W. (1921) Formation of root canals in human teeth. *J N Dent As*; 3:704–25.
- Hess, W. (1925) *Anatomy of the Root Canals of the Teeth of the Permanent Dentition, Part I*, New York, William Wood & Company.
- Holtzmann L. (1997) Root canal treatment of a mandibular first molar with three mesial root canals. *Int Endod J*; 30:422–3.
- Ingle JJ. *Endodontic* (1965) 1st ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 61–5.
- Karapinar-Kazandag, M., Basrani, B. R., & Friedman, S. (2010). The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molars. *Journal of Endodontics*, 36, 1289–1294.
- Kim S. (1997) Principles of endodontic microsurgery. *Dental Clinics of North America*; 41(3):481–97.
- Kim S. (2004) Modern endodontic practice: instruments and techniques. *Dental Clinics of North America*; 48(1): 1–9.
- Kim, S. Y., Kim, B. S., Woo, J., & Kim, Y. (2013). Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *Journal of Endodontics*, 39, 1516–1521.
- Krasner P, Rankow H (2004) Anatomy of the Pulp-Chamber Floor. *Journal of Endodontics*. Vol.30. N°1.
- Laird, W. R. E., & Walmsley, A. D. (1991). Ultrasound in dentistry. Part 1—biophysical interactions. *Journal of Dentistry*, 19(1), 14–17.
- Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ, Landini G. (2004) A new insight into the oscillation characteristics of endosonic files used in dentistry. *Phys Med Biol*; 49:2095–102.
- Mannocci, F., Peru, M., Sherriff, M., Cook, R., & Pitt Ford, T. R. (2005). The isthmuses of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. *International Endodontic Journal*, 38(8), 558–563.
- Martin, H. (1976). Ultrasonic disinfection of the root canal. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 42(1), 92–99.

Martin, H., Cunningham, W. T., Norris, J. P., & Cotton, W. R. (1980). Ultrasonic versus hand filing of dentin: A quantitative study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 49(1), 79–81.

Martínez-Berna, A., Badanelli, P. (1985). Mandibular first molars with six root canals. *Journal of Endodontics*, 11(8), 348–52.

Martínez-Lozano MA, Forner-Navarro L, Sánchez-Cortés JL (1999) Analysis of radiologic factors in determining premolar root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 88:719-22.

Martins J, Marques D, Nogueira Leal Silva E, Carames J, Versiani M. (2019) Prevalence Studies on Root Canal Anatomy Using Cone-beam Computed Tomographic Imaging: A Systematic Review. *J Endod.* 45(4):372-386.

Meena C, Sandya K, Vikas P (2012), Root Canal Irrigants And Irrigation Techniques - A Review Part 1. *Indian Journal of Dental Sciences.* Issue:3, Vol.:4.

Michetti, J., Maret, D., Mallet, J.-P. y Diemer, F. (2010). Validation of Cone Beam Computed Tomography as a Tool to Explore Root Canal Anatomy *Journal of Endodontics*, 36 (7), 1187–1190.

Mortman RE, Ahn S. (2003) Mandibular first molars with three mesial canals. *Gen Dent.* nov-Dec;51(6) 549-551.

Navarro, L. F., Luzi, A., García, A. A., & García, A. H. (2007). 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. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 12, E605–9.

Nosrat, A., Deschenes, R. J., Tordik, P. A., Hicks, M. L., & Fouad, A. F. (2015). Middle mesial canals in mandibular molars: incidence and related factors. *Journal of Endodontics*, 41, 28–32.

Pineda F, Kuttler Y. (1972) Mesiodistal And Buccolingual roentgenographic Investigation Of 7,275 Root Canals. *Oral Surg*; 33:101–10.

Plotino, G., Pameijer, C., Mariagrande, N., & Somma, F. (2007). Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*, 33(2), 81–95.

Pomeranz, H. H., Eidelman, D. L., & Goldberg, M. G. (1981). Treatment considerations of the middle mesial canal of mandibular first and second molars. *Journal of Endodontics*, 7(12), 565–568.

Prade, A. C., Mostardeiro, R. D. T., Tibúrcio-Machado, C. dos S., Morgental, R. D., Bier, C. A. S. (2019). Detectability of Middle Mesial Canal in Mandibular Molar After Troughing Using Ultrasonics and Magnification: An Ex Vivo Study. *Brazilian Dental Journal*, 30(3), 227–231.

Reeh, E. S. (1998). Seven canals in a lower first molar. *Journal of Endodontics*, 24(7), 497–9.

Reuben J, Velmurugan N, Kandaswamy D. (2008) The evaluation of root canal morphology of the mandibular first molar in an Indian population using spiral computed tomography scan: an in vitro study. *J Endod*; 34:212–5.

Ribeiro FC, Consolaro A. (1997) Importancia clínica y antropológica de la raíz distolingual en los molares inferiores permanentes. *Endodoncia*; 15:72– 8.

Richman RJ. (1957) The use of ultrasonics in root canal therapy and root resection. *Med Dent J*; 12:12– 8.

Segura-Egea JJ, Jimenez-Pinzon A, Ríos-Santos JV. (2002) Endodontic therapy in a three-rooted mandibular first molar: importance of a thorough radiographic examination. *J Can Dent Assoc* 2002; 68:541–4.

Sempira HN, Hartwell GR (2000) Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. *J Endod*; 26: 673– 4.

Serper A, Ozbek M, Calt S. (2004) Accidental sodium hypochlorite - induced skin injury during endodontic treatment. *J Endod*; 30 (3): 180 – 181.

Skidmore AE, Bjorndal AM. (1971) Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*; 32:778–84.

Soares de Toubes, K. M. P., Côrtes, M. I. de S., Valadares, M. A. de A., Fonseca, L. C., Nunes, E., Silveira, F. F. (2012). Comparative Analysis of Accessory Mesial Canal Identification in Mandibular First Molars by Using Four Different Diagnostic Methods. *Journal of Endodontics*, 38(4), 436–441.

Stropko JJ (1999) Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. *J Endod*; 25: 446 –50.

Tahmasbi M, Jalali P, Nair M, Barghan S, Nair U (2017) Prevalence of Middle Mesial Canals and Isthmi in the Mesial Root of Mandibular Molars: An In Vivo Cone-beam Computed Tomographic Study. *Journal of endodontics*.

Tomaszewska, I. M., Skinningsrud, B., Jarzębska, A., Pękala, J. R., Tarasiuk, J., & Iwanaga, J. (2018). Internal and external morphology of mandibular molars: An original micro-CT study and meta-analysis with review of implications for endodontic therapy. *Clinical Anatomy*.

Tratman EK. (1938) Three-rooted lower molars in man and their racial distribution. *British Dent J*; 64:264–74.

Versiani MA, Ordinola-Zapata R, Keleş A, Alcin H, Monteiro Bramante C, Djalma Pécora J, Sousa-Neto (2016). Middle mesial canals in mandibular first molars: A micro-CT study in different populations. *Archives of Oral Biology* 61 130–137.

Vertucci, F, Alexruder Seelig, Robert Gillis. (1974) Root canal morphology of the human maxillary second premolar; *Oral Surgery*.

Vertucci, F. J., & Williams, R. G. (1974). Furcation canals in the human mandibular first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, 38(2), 308–314.

Vertucci, F. J. (1984). Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*, 58(5), 589–99.

Vertucci F, (2005) Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10, 3–29.

Walker RT, Quackenbush LE. (1985) Three-rooted lower first permanent molars in Hong Kong Chinese. *Br Dent J*; 159:298–9.

Yoshioka, T., Kikuchi, I., Fukumoto, Y., Kobayashi, C., Suda, H. (2005). Detection of the second mesiobuccal canal in mesiobuccal roots of maxillary molar teeth ex vivo. *International Endodontic Journal*, 38(2), 124–128.

Zehnder M, Kosicki D, Luder H, Sener B, Waltimo T (2002). Tissue-dissolving capacity and antibacterial effect of buffered and unbuffered hypochlorite solutions. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*. Volume 94, Number 6.

Zehnder M (2006), Root canal irrigants, *Journal of Endodontics*, volume 32, num 5.