



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FO
FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESPECIALIDAD DE ENDODONCIA

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

**CONSIDERACIONES ACTUALES PARA EL
ABORDAJE CLÍNICO DEL RADIX**

ALUMNA: Od. Alejandra Izquierdo

DIRECTORA: Dra. Esp. Mariana Carvajal

MENDOZA, Mayo 2024

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por el respaldo y apoyo incondicional.

A las amistades que acompañan estos procesos.

A mi directora de tesis, Dra. Mariana Carvajal y a todo el equipo de la Especialidad de Endodoncia que motivaron desde el comienzo todo este aprendizaje.

A ustedes, muchas gracias.

ÍNDICE

Resumen.....	Pág. 4
Introducción.....	Pág. 5
Caso Clínico.....	Pág. 25
Discusión	Pág. 34
Conclusión	Pág. 43
Referencias Bibliográficas.....	Pág. 44

RESUMEN

Las piezas dentarias pueden presentar diferentes variaciones anatómicas; entre ellas, los molares inferiores suelen poseer una raíz adicional ubicada por lingual (Radix Entomolaris) o por vestibular (Radix Paramolaris). Si está presente, el adecuado diagnóstico de esta raíz inusual y las consideraciones clínicas específicas a considerar para su tratamiento, contribuyen al resultado exitoso en la intervención endodóntica. En este trabajo se presenta un caso clínico, en el cual se realiza el tratamiento endodóntico de un elemento dentario 36 con presencia de un Radix Entomolaris, de una paciente de sexo femenino, caucásica de 22 años de edad. Dicho caso clínico motivó la profundización en el estudio de esta anomalía; se analizó y comparó la prevalencia en los diferentes grupos étnicos, variaciones morfológicas y anatomía interna del Radix. Asimismo, se investigó acerca de los métodos de diagnóstico, consideraciones en la apertura cameral y en la conformación de los canales para evitar errores de procedimiento durante la terapia endodóntica. Se describieron las ventajas del uso del ultrasonido, las magnificaciones visuales y de la tomografía computarizada de haz cónico, como herramientas actuales para mejorar el desempeño clínico en estos casos. En suma, se valoró y reafirmó la importancia para el profesional odontólogo de poseer un conocimiento profundo y previo sobre ésta y otras variaciones anatómicas, para el correcto abordaje clínico de los casos.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del tratamiento del conducto radicular es la limpieza mecánica y química profunda de toda la cavidad pulpar para eliminar todos los restos de tejido del interior del conducto o sistema de conductos y su completa obturación tridimensional con un material de relleno inerte que impida la entrada de microorganismos (Schilder, 1974). Es posible que este tejido se encuentre infectado o sea susceptible a la infección debido a las condiciones ideales que proporciona el interior de un elemento dentario afectado por el cultivo de bacterias (Fabra-Campos, 1985). Una de las principales razones del fracaso del tratamiento de los conductos radiculares entre ellos, los de piezas dentales multirradiculares, es la imposibilidad de eliminar la totalidad del tejido pulpar y los microorganismos del sistema de conductos radiculares (Cohen; Brown, 2002). Por otra parte, encontrar diferencias anatómicas y morfológicas a través de un examen de los sistemas de conductos radiculares aumenta significativamente el éxito y el pronóstico del tratamiento. El desconocimiento de variaciones anatómicas y morfológicas en las raíces y los conductos, es decir, conductos en C, conductos adicionales o raíces adicionales pueden tener consecuencias negativas que van desde mal pronóstico hasta lesiones periapicales persistentes que no responden al tratamiento, e incluso pueden causar la pérdida de las piezas dentarias. El fracaso endodóntico puede estar asociado con la persistencia de la infección debido a la omisión de un conducto o a la eliminación ineficiente de microorganismos y restos de pulpa necrótica durante la instrumentación quimiomecánica (Schilder, 1974).

La anatomía del conducto radicular de los primeros molares mandibulares presenta una complejidad relevante, por ello es de suma importancia que el profesional esté familiarizado con la anatomía de las raíces y de los conductos radiculares, como también tener conciencia y comprensión de la presencia de conductos radiculares y morfología inusuales para poder de este modo contribuir a un resultado exitoso (Fabra-Campos, 1985).

La presencia de una tercera raíz supernumeraria en los primeros molares mandibulares es una variación importante y desafiante a causa de la curvatura severa con una ubicación predominantemente disto-lingual y un conducto radicular estrecho y de difícil acceso; sin embargo, con la experticia del profesional y la utilización del instrumental adecuado es posible localizar y permeabilizar los conductos radiculares en toda su longitud (Souza-Flamini *et al.*, 2014).

Resulta indispensable un conocimiento profundo de la anatomía de la raíz y del sistema de conducto radiculares y sus posibles variaciones para minimizar los errores y lograr el éxito endodóntico (Siqueira *et al.*, 2013). Los primeros molares mandibulares suelen tener 2 raíces, 1 mesial y 1 distal, y 3 conductos, sin embargo, las variaciones en el número de raíces y la anatomía de los conductos no son infrecuentes. Carabelli (1984), fue el primero en mencionar la presencia de una tercera raíz supernumeraria como una variación frecuente en este grupo de dientes, localizada ya sea lingualmente (*radix entomolaris*) o bucalmente (*radix paramolaris*). Los primeros molares mandibulares de tres raíces merecen especial atención durante el tratamiento de endodoncia porque la raíz adicional suele ser más pequeña que las raíces mesial y distal, puede estar separada o parcialmente fusionada con las otras raíces y tiene una curvatura severa en la mayoría de los casos (Souza-Flamini *et al.*, 2014).

Asimismo, la enseñanza tradicional de la anatomía de los conductos radiculares en diferentes dientes puede llevar a la creencia equivocada de que siempre está presente un número predeterminado de conductos radiculares en un diente determinado. Una nueva comprensión del sistema de conductos radiculares ha permitido la localización de conductos adicionales (Fabra-Campos, 1989).

Tal como se citaba, la presencia de esta raíz adicional fue mencionada por primera vez en la literatura por Carabelli (1984), y denominada *Radix Entomolaris* (RE) si esta raíz supernumeraria se encuentra en disto-lingual; también puede observarse en el lado mesiovestibular, denominada *Radix Paramolaris* (RP) (Bolk *et al.*, 1915). "*Radix*" significa "raíz" y "*Ento*" denota "Interior" lo cual a su vez pueden entenderse como "la raíz que se fusiona desde el lado lingual". Comparativamente, *Radix Entomolaris* puede

considerarse como la raíz accesoria que se origina en el piso radicular lingual del molar. En el caso de Radix Paramolaris "Para" significa "Al lado" y puede reconocerse como "lado vestibular de la boca" (Collins, 2018). Como resultado, Radix Paramolaris (RP) se puede definir como "una raíz que se origina en el lado vestibular del molar". Ambos términos están constituidos como primeros molares mandibulares de tres raíces. Recientemente, alguna evidencia encontró que podría haber muchas posiciones de una raíz accesoria a lo largo del piso radicular, frecuentemente terceras raíces disto-linguales o centro-linguales y raramente disto-vestibulares (Shemesh *et al.*, 2015). Sin embargo, la Asociación Estadounidense de Endodoncistas (AAE) registró RE como una raíz disto-lingual y RP como mesiovestibular, aunque las definiciones de dichas condiciones deberían ser más significativas (Doyle *et al.*, 2019).

Por otra parte, la aparición de una tercera raíz en el primer molar mandibular se asocia con ciertos grupos étnicos. La prevalencia de estos primeros molares mandibulares de tres raíces parece ser inferior al 3 % en las poblaciones africanas (bantúes, bosquimanos, senegaleses) (Drennan, 1929; Shaw, 1931; Sperber & Moreau, 1998), no superior al 4,2 % en los caucásico (Colak *et al.*, 2012), inferior al 5 % en las poblaciones euroasiáticas y asiáticas (Mendes *et al.*, 2020), y superior al 5 % (incluso hasta un 40%) en poblaciones con rasgos mongoles como chinos (Vertucci ; Williams, 1974), taiwanés (Weine, 1982) y coreano (Versiani *et al.*, 2016). En ellos es más frecuente los de tipo entomolaris, aunque se encuentran con frecuencia en el este de Asia y tienen una baja incidencia en otras poblaciones. El alto grado de RE en estas poblaciones mongoloides ha provocado análisis más específicos de la base hereditaria de esta estructura radicular supernumeraria (Tratman, 1938; De Souza-De Freitas *et al.*, 1971; Turner, 1971; Curzon, 1974). Más específicamente, sólo Curzon (1974), sugirió que ciertos rasgos como el "molar de tres raíces" tenían un alto grado de prevalencia genética, ya que su dominancia se reflejaba en el hecho de que el esquimal puro y las mezclas de esquimal/ caucásico tenían una predominancia similar del rasgo. Además de su papel como marcador genético, el RE tiene importancia en la odontología clínica (Carlsen & Alexandersen, 1990). Mientras que el RE no es típico en una población caucásica, el conocimiento de su aparición y su

ubicación son importantes. La prevalencia de RE en las poblaciones de China occidental es relativamente alta y una de cada cuatro personas puede tener una raíz disto-lingual. La mayoría de los primeros molares de caucásicos tienen dos raíces con dos conductos mesiales y uno distal (Barker *et al.*, 1974; Vertucci, 1984).

Asimismo, en poblaciones europeas se ha informado que un RE separado está presente en el primer molar mandibular con una frecuencia máxima de 3,4 a 4,2% (Taylor, 1899; De Souza Freitas *et al.*, 1971; Skidmore & Bjorndahl, 1971; Curzon, 1973; Ferraz & Pécora, 1992; Steelman, 1986). Se puede encontrar un RE en el primer, segundo y tercer molar mandibular, y ocurre con menos frecuencia en el segundo molar (Visser, 1948). En cuanto al radix paramolar se encontró en el primer molar inferior, segundo molar, y tercer molar en porcentajes de 0%, 0,5%, y 2%, respectivamente (Kuzekanani; Najafipour 2018).

En referencia al género, la prevalencia de radix entomolaris en el primer molar mandibular de pacientes femeninas fue del 6,92%, una proporción sustancialmente mayor en comparación con la aparición observada en masculinos (5,83%) (Parolia *et al.*, 2009). Puede afirmarse que la prevalencia de variaciones anatómicas en los dientes está influenciada por el origen étnico más que por el género (De Moor *et al.*, 2004)

En cuanto a la aparición de esta anomalía en un mismo paciente, la frecuencia de ocurrencia bilateral fue de 76,87%. Teniendo en cuenta la prevalencia y la simetría del RE, los profesionales deben considerar con atención al diagnóstico y tratamiento de esta variación (Steelman, 1986). En suma, puede considerarse también que el radix paramolaris (PR) es relativamente poco frecuente y de tamaño pequeño, exhibiendo una tasa de incidencia más baja en comparación con el radix entomolaris (Kuzekanani *et al.*, 2017).

Sin embargo, la etiología de la formación del Radix Entomolaris todavía no está clara. Se considera una morfología radicular inusual, dismórfica o dismórficas supernumerarias cuando ocurre en el 4,2 % de las raíces. En morfologías de carácter dismórficas, la formación de raíces supernumerarias, podría estar relacionada con factores externos durante la odontogénesis, o con la presencia de un gen atávico o sistema poligenético (el atavismo es la reaparición de un rasgo después de varias generaciones de ausencia). En

las raíces eumórficas, influyen factores de genética racial, expresión de un gen particular que resulta en la manifestación fenotípica más pronunciada (Reichart *et al.*, 1981).

Asimismo, las raíces supernumerarias pueden resultar secundarias a la disfunción metabólica durante el desarrollo de la raíz después del nacimiento (Baert, 2008). Su formación podría estar relacionada con las alteraciones en la vaina epitelial de Hertwig que forma la raíz (Alt *et al.*, 1998). También, Midtbø & Halse (1994), informaron una asociación de raíces supernumerarias con el síndrome de Turner, que es un trastorno genético del cromosoma X, que afecta a las mujeres.

En términos generales y en cuanto a su anatomía externa, los primeros molares mandibulares presentan dos raíces, una mesial y una distal (Barker *et al.*, 1974; Vertucci *et al.*, 1984). La anatomía del piso de la cámara pulpar es de patrón triangular y la corona clínica presenta cinco cúspides. En cuanto a la anatomía quirúrgica interna, la mayoría de los casos, la raíz mesial tiene dos conductos, que terminan en dos forámenes apicales, pero también, a veces, éstos se fusionan en apical para terminar en un foramen. Los conductos de la raíz mesial generalmente son curvos, sobre todo el mesiovestibular. Este conducto puede tener una curvatura significativa en el plano vestíbulo-lingual que puede no ser evidente en las radiografías. Tal curvatura generalmente se puede detectar con instrumentos precurvados de pequeño calibre (Vertucci *et al.*, 1984).

Fabra-Campos (1985) y Bond (1988), informaron de la presencia de tres conductos mesiales con una incidencia entre el 1% (Vertucci, 1984) y 15% (Sundaresh *et al.*, 2013). Este conducto Mediomesiomesial se encuentra presente en el surco de desarrollo entre los conductos mesiales (Navarro *et al.*, 2007), generalmente con anastomosis entre ellos (De Moor *et al.*, 2005). La raíz distal tiene generalmente un conducto en forma de riñón, de todos modos, si el orificio es estrecho y redondo podemos estar presente a un segundo conducto distal (Thoden *et al.*, 1995). Si dos conductos (disto-vestibular y disto-lingual) están presentes en la raíz distal, generalmente son más redondos que ovalados en toda su longitud. Štroner (1987), observó también la presencia de tres conductos distales y al igual que el número de conductos radiculares, el número de raíces también puede variar.

En suma, la mayoría de los primeros molares caucásicos tienen dos raíces con dos conductos mesiales y uno distal (Barker *et al.*, 1974). Las variaciones en la forma y número de conductos radiculares son mayores en las raíces mesiales. Las principales variaciones muestran múltiples conductos con subdivisiones y comunicaciones frecuentemente con un forámen apical común (Fabra-Campos 1985). En los primeros molares mandibulares la anatomía del conducto radicular es más variable en la raíz mesial, pero el sistema de conducto distal no siempre es simple (Barker *et al.*, 1974).

Tal como se citaba con anterioridad, los primeros y segundos molares mandibulares generalmente tienen dos raíces, mesial y distal, y tres conductos. Sin embargo, en circunstancias excepcionales, debido a diferencias en el origen étnico o diferencias en la anatomía dental, se puede encontrar una tercera raíz adicional, particularmente en lingual. Un aumento en el número de cúspides puede, no necesariamente, estar relacionado a un mayor número de raíces; sin embargo, una raíz adicional casi siempre se asocia con un mayor número de cúspides y con un mayor número de conductos radiculares (Brabant *et al.*, 1958). Desde una perspectiva clínica, los primeros molares inferiores con radix muestran algunas características importantes. Hasta el 32% de estos dientes mostraron un tubérculo adicional o una sexta cúspide en su anatomía oclusal (Duman *et al.*, 2020) en contraste con la morfología normal de la corona de cinco cúspides. Tenían un promedio de 0,3 mm más ancho en la medición vestíbulo-lingual en la superficie distal de la corona que el de sus contrapartes de dos raíces. Además, las distancias intercuspídeas entre la cúspide disto-lingual y las cúspides disto-vestibulares y mesiovestibulares adyacentes fueron ligeramente mayores en los primeros molares mandibulares de tres raíces que en la de dos raíces (Kim *et al.*, 2012).

En consecuencia, la inspección clínica de la corona del diente y el análisis de la morfología cervical de las raíces mediante sondaje periodontal pueden facilitar la identificación de una raíz adicional. Una cúspide adicional (*tuberculum paramolare*) o un lóbulo oclusal distal o disto-lingual más prominente, en combinación con una prominencia o convexidad cervical, puede indicar la presencia de una raíz adicional (De Moor, *et al.*, 2004).

En caso que un profesional concluya con un diagnóstico clínico y radiográfico de RE o RP antes de un tratamiento endodóntico, se prevé las características anatómicas a encontrar durante los procedimientos de abordaje de la cámara pulpar. La ubicación del orificio del conducto radicular de un RE tiene implicancias para la apertura de la cavidad pulpar. El orificio del RE está situado disto a mesiolingualmente del conducto o conductos principales en la raíz distal. Una extensión de la cavidad de apertura triangular hacia disto lingual da como resultado una forma de contorno más rectangular o trapezoidal. Si la entrada al conducto del RE no es claramente visible después de retirar el techo de la cámara pulpar, es necesaria una inspección más minuciosa del piso y la pared de la cámara pulpar, especialmente en la región disto-lingual (Wilcox, *et al.*, 1989). A este respecto, pueden resultar útiles ayudas visuales como una lupa, una cámara intraoral o un microscopio dental. Una línea oscura en el suelo de la cámara pulpar puede indicar la ubicación precisa del orificio del conducto RE. La pared distal y lingual de la cámara pulpar se pueden explorar con una sonda angulada para revelar restos de dentina suprayacente o del techo pulpar que enmascaran la entrada del conducto radicular. La calcificación, que a menudo se sitúa por encima del orificio debe eliminarse para una mejor visión y acceso. Está indicada una reubicación inicial del orificio hacia lingual para lograr un acceso en línea recta. Sin embargo, para evitar la perforación o el desprendimiento en el tercio coronal de una raíz curvada severa, se debe tener cautela de no eliminar una cantidad excesiva de dentina en el lado lingual de la cavidad y del orificio. Una inclinación severa de la raíz o una curvatura del conducto, particularmente en el tercio apical de la raíz (como en un RE tipo III), puede causar aberraciones de forma como el enderezamiento del conducto radicular o un escalón, lo que resulta en un transporte del conducto radicular y pérdida de longitud de trabajo (De Moor, *et al.*, 2004).

En cuanto a la morfología de la raíz adicional, la misma es variable. En comparación con la raíz principal, la raíz adicional puede ser más corta o más curva. Las raíces radix entomolaris y radix paramolaris son diferentes. Por ejemplo, radix paramolaris en el primer molar mandibular es una raíz recta con la misma longitud que la raíz principal, y la separación de la raíz principal es apical. En cambio, el Radix entomolaris en el

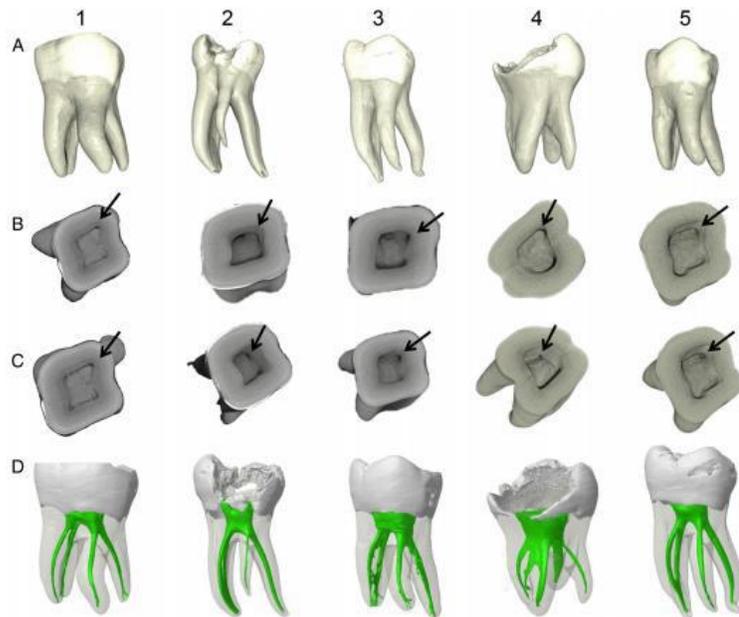
primer molar mandibular suele ser una raíz curva con separación coronal (Calberson *et al.*, 2007). Estos hallazgos pueden ayudar a planificar la preparación quirúrgica y la técnica de obturación. Por ejemplo, la curvatura y el radio de curvatura son factores de relevancia que, si no son previamente evaluados, pueden conducir a la separación de instrumentos; por tal motivo es que el conocimiento previo al abordaje canalicular favorece una adecuada selección de la técnica e instrumental específico a utilizar durante la preparación quirúrgica (Pruett *et al.*, 1997).

El RE está localizado en disto-lingual, con su tercio coronal completo o parcialmente fijado a la raíz distal; el RP de localización mesiovestibular también puede estar completo o parcialmente fijado a la raíz mesial. Las raíces supernumerarias pueden variar desde una raíz cónica corta hasta una raíz de longitud normal. En la mayoría de los casos, la extensión pulpar es visible radiográficamente (De Moor *et al.*, 2004).

Asimismo, una clasificación de Carlsen y Alexandersen (1991) describen cuatro tipos diferentes de RE según la ubicación cervical: tipos A, B, C y AC. Los tipos A y B se refieren a una parte cervical del RE ubicada distalmente con dos componentes de raíz distal normal y uno normal, respectivamente. El tipo C se refiere a una parte cervical ubicada mesialmente, mientras que el tipo AC se refiere a una ubicación central, entre los componentes de la raíz distal y mesial. Esta clasificación permite la identificación de RE separados y no separados. En los dos tercios apicales del RE, puede haber una inclinación moderada a severa orientada mesial o distalmente. Además de esta inclinación, la raíz puede ser recta o curvada hacia lingual.

Según la clasificación de De Moor *et al.* (2004), en el examen radiográfico se basaron en tres patrones para la curvatura de las distintas variantes del RE en orientación buco-lingual, se pueden identificar tres tipos. El tipo I se refiere a una raíz o conducto radicular recto, mientras que el tipo II se refiere a una entrada inicialmente curva que continúa como una raíz o conducto radicular recto. El tipo III se refiere a una curva inicial en el tercio coronal del conducto radicular y una segunda curva que comienza en el medio y continúa hasta el tercio apical.

El RP se ubica mesiovestibular. Al igual que con el RE, las dimensiones del RP pueden variar desde una raíz 'madura' con un conducto radicular, hasta una extensión cónica corta. Esta raíz adicional puede estar separada o no separada. Carlsen & Alexandersen (1991), describen dos tipos diferentes: los tipos A y B. El tipo A se refiere a un RP en el que la parte cervical se ubica sobre el complejo radicular mesial; el tipo B se refiere a un RP en el que la parte cervical se ubica centralmente, entre los complejos radiculares mesial y distal. Había una cúspide adicional en el lado vestibular. En otros informes se ha hecho una observación similar, es decir, un mayor número de cúspides no está necesariamente relacionado con un mayor número de raíces; sin embargo, una raíz adicional casi siempre se asocia con un mayor número de cúspides y con un mayor número de conductos radiculares (De Moor, *et al.*, 2004).



Reconstrucciones 3D representativas de la anatomía externa e interna de cinco molares mandibulares de 3 raíces (1–5). (A) Vista mesial (B y C) vista coronal de la cámara pulpar que muestra la posición del orificio de entrada del radix (D) anatomía interna 3D.

Imagen tomada de: Souza-Flamini *et al.*, The radix entomolaris and paramolaris: a micro-computed tomographic study of 3-rooted mandibular first molars. *Journal of endodontics*, 2014 Oct;40(10):1616-21.

En referencia a la forma de la cavidad de acceso del primer molar mandibular tanto radix entomolaris y paramolaris es de una forma trapezoidal se extiende disto lingualmente, esto es fundamental para facilitar la localización y el acceso al conducto. Las variaciones de la anatomía dental interna, como proyecciones, istmos, ramificaciones y curvaturas, desafían la preparación del conducto radicular y aumentan el riesgo de accidentes (Souza-Flamini *et al.*, 2014). La anatomía del piso de la cámara pulpar cambió de un patrón triangular normal de dos raíces a trapezoidal en primeros molares mandibulares de tres raíces (Souza-Flamini *et al.*, 2014). El orificio de la raíz adicional estaba ubicado aproximadamente o más de 3 mm lingual al orificio disto-vestibular (Zhang *et al.*, 2015). Sin embargo, el depósito excesivo de dentina secundaria podría unir el techo y el piso de la cámara pulpar, interfiriendo así con el orificio de la raíz disto-lingual. Se observó una anatomía intrincada del conducto radicular hasta en un 26% de la raíz de la raíz. RE suele tener un conducto con una sección transversal casi circular (Souza-Flamini *et al.*, 2014). Por cierto, la presencia de un Radix tiene implicaciones clínicas en el tratamiento endodóntico. Un diagnóstico preciso de estas raíces supernumerarias puede evitar complicaciones intra-operatorias y post-operatorias por un conducto no tratado durante el tratamiento endodóntico. Debido a que el Radix puede estar situado en el mismo plano vestibulo-lingual que alguna de las raíces, puede aparecer una superposición en la radiografía pre-operatoria, lo que resulta en un diagnóstico inexacto. En general, el examen radiográfico es el más fiable para confirmar dicho diagnóstico en un primer momento en la consulta (Zhu *et al.*, 2017).

Las imágenes en 2D como las radiografías periapicales o las panorámicas son los métodos más utilizados en endodoncia (Zhu *et al.*, 2017). En este tipo de anomalías se necesitan dos o más imágenes con diferentes angulaciones horizontales para asegurar que la variación anatómica no se enmascare en una sola vista (Ridell *et al.*, 2001). Una inspección exhaustiva de las radiografías pre-operatorias y la interpretación de marcas o características particulares, como un contorno poco claro de la raíz distal o el conducto radicular, pueden indicar la presencia de un Radix Entomolaris "oculto". Entonces, como se mencionó anteriormente, para revelar la presencia de un Radix se debe tomar una

segunda radiografía desde un ángulo mesial o distal (30 grados). De esta manera, se puede hacer un diagnóstico preciso en la mayoría de los casos (Ridell *et al.*, 2001).

Además, Patel *et al.* (2008), afirman que la radiografía periapical bidimensional es una técnica de diagnóstico por imágenes de uso frecuente para la evaluación de la morfología radicular y la detección de probables lesiones apicales. Sin embargo, varias limitaciones en la radiografía periapical de rutina podrían impedir un diagnóstico correcto de las lesiones patológicas periapicales o la detección de variables en la morfología de la raíz en las radiografías periapicales. Una angulación del tubo hacia mesial o distal de 20 a 30 grados (técnica de Parallax) puede ayudar a delinear la morfología de la raíz según la regla del objeto bucal (Patel *et al.*, 2008),

En la misma línea de pensamiento, la ubicación exacta de un objeto en el espacio se puede determinar por diversos procedimientos, según el cual se toma un objeto desde por lo menos dos direcciones de distinta proyección. Dos cuerpos (A y B) que están superpuestos en una toma radiográfica, al ser bidimensional, es imposible establecer si están presentes uno o más cuerpos o si se encuentran más cerca o más lejos de la película. Mediante el desplazamiento del tubo, no sólo se puede representar ambos, uno junto a otro, sino que también se puede hacer visible la relación de situación de uno con respecto al otro. Al moverse el tubo lo que está próximo a la película se desplaza en la misma dirección. En sentido contrario al movimiento del tubo se desplaza todo lo que está lejos de la película o próximo al foco. El cuerpo alejado de la película se agranda con respecto al que está próximo a ella, es decir a mayor tamaño, aumenta la distancia entre ambos (Pasler, 1991). Estas variaciones en la anatomía de la raíz distal pueden identificarse mediante una lectura cuidadosa de las radiografías en ángulo. También Slowley (1974) ha demostrado lo difícil que es detectar raíces adicionales, y mucho menos canales adicionales. Por el contrario, realizar un estudio radiográfico completo del diente afectado con exposición de tres proyecciones horizontales diferentes, la proyección estándar de bucal a lingual, 20 de mesial y 20 de distal, revela la información básica sobre la anatomía del elemento dentario para realizar un tratamiento endodóntico (Ingle *et al.*, 2002). Sin embargo, usando la regla del objeto bucal con dos radiografías

con diferentes angulaciones horizontales pueden ser suficientes para determinar la posición de una raíz lingual (Walton, 1973; Goerig & Neaverth, 1987). Una de estas radiografías se toma en posición ortorradiar y la otra se toma en posición mesial o distal. Esta regla del objeto bucal también se ha denominado regla de Clark, mismo lingual, opuesto vestibular (Ingle *et al.*, 2002).

Otros investigadores como Chandra *et al.* (2011), sugirieron que de la observación de la radiografía periapical detectaron dos líneas radiolúcidas, correspondientes al conducto radicular y al ligamento periodontal de una raíz adicional. Esto es por la presencia de la raíz disto-vestibular. Sin embargo, se necesita una angulación horizontal mesial de 25 a 30 grados del haz de rayos X para capturar el conducto disto-lingual (Wang *et al.*, 2011) Aunque algunos investigadores utilizaron correctamente el método de rayos X, otros confirmaron que el RE sólo se observa en una radiografía del plano sagital. Un estudio argumentó que casi el 60% de los RE se detectaron observando una radiografía periapical (Wang *et al.*, 2011).

Sin embargo, la reciente introducción de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) proporciona información tridimensional y una serie de aplicaciones útiles en endodoncia (Cotton *et al.*, 2007). Las imágenes de CBCT son útiles para identificar el sistema de conductos radiculares (Matherne *et al.*, 2008) e incluso puede determinar la posición exacta de la raíz distolingual de los primeros molares mandibulares permanentes (Tu *et al.*, 2009). Es la técnica de elección de imágenes diagnósticas en 3D disponible in vivo, debido a la superioridad de la misma, alta precisión y a la dosis de radiación relativamente baja en comparación a otros estudios, teniendo en cuenta la información que proporciona. Aunque la aplicación rutinaria en endodoncia sigue siendo controvertida ya que la dosis de radiación es todavía más alta que la de las radiografías en 2D (Cotton *et al.*, 2007). Debe ser solicitada sólo si ofrece ventajas significativas sobre las técnicas de imágenes convencionales (Rosen *et al.*, 2014). Un examen CBCT solo debe considerarse después de un examen clínico detallado, incluidas radiografías convencionales (Kruse *et al.*, 2015; Patel *et al.*, 2019).

Además, y a pesar de que la dosis efectiva es relativamente baja, CBCT debe usarse con prudencia. Esto es especialmente relevante en niños y adolescentes que son más sensibles a los efectos potenciales de la radiación ionizante y deben considerarse medidas de reducción de dosis (Theodorakou *et al.*, 2012). En aquellos casos en los que la radiografía convencional no proporciona información suficiente para un diagnóstico confiable, se debe considerar un pequeño examen de CBCT si la información adicional de las imágenes tridimensionales reconstruidas ayuda al diagnóstico y la planificación del tratamiento y/o mejora el manejo clínico (Ee *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2019).

Las imágenes CBCT proporcionan información valiosa sobre la morfología de la raíz y el conducto que podría aumentar la seguridad y eficiencia de la evaluación de la raíz, los procedimientos de preparación quirúrgica de los conductos, especialmente en dientes con anatomía peculiar, e incluso apoyar la implementación de nuevos protocolos de tratamiento (Souza-Flamini *et al.*, 2014).

En suma, la CBCT en endodoncia ha mejorado la calidad del tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles. Desde su introducción se ha vuelto cada vez más útil en aplicaciones tales como acceso a las aperturas de los conductos, limpieza y conformación, obturación de conductos radiculares, eliminación de materiales y obstrucciones intra-conducto y cirugía endodóntica (Plotino *et al.*, 2007).

La capacidad de evaluar un área de interés en 3 dimensiones podría beneficiar tanto a los médicos novatos como a los experimentados. La tomografía volumétrica de haz cónico limitado (CBVT) de alta resolución se ha diseñado para aplicaciones dentales. A diferencia de los datos de imágenes cortadas de la tomografía computarizada (TC) convencional, la CBVT captura un volumen cilíndrico de datos en una sola adquisición y, por lo tanto, ofrece distintas ventajas sobre la TC médica convencional. Estas ventajas incluyen mayor precisión, mayor resolución, reducción del tiempo de escaneo y reducción de dosis. Se están identificando aplicaciones endodónticas específicas de CBVT a medida que la tecnología se vuelve más frecuente. CBVT tiene un gran potencial para convertirse en una herramienta valiosa en la práctica de endodoncia moderna (Cotton *et al.*, 2007).

La CBCT permite visualizar estructuras anatómicas y condiciones patológicas en orientaciones sagital, axial, coronal y diagonal (Lee *et al.*, 2017) y esto puede mejorar los resultados del tratamiento de los pacientes (Ahmed & Dummer, 2018). La CBCT permiten obtener datos 3D cuantitativos y cualitativos precisos su adquisición ha surgido como una poderosa herramienta para evaluar la anatomía del sistema de conductos en especial en endodoncia (Leoni *et al.*, 2013).

Tal como se citaba anteriormente, el conocimiento de la existencia y ubicación de la raíz adicional conduce a la correcta preparación de la cavidad de acceso para la localización de todos los conductos (Christie & Thompson 1994). La cavidad de apertura triangular convencional debe modificarse a una forma trapezoidal para ubicar y acceder mejor al orificio de la raíz adicional. Una extensión de la cavidad de acceso a la ubicación del orificio de la raíz adicional es necesaria para evitar complicaciones o un "conducto perdido" durante la endodoncia (Calberson, *et al.*, 2007)

La cavidad de acceso para el primer molar mandibular es típicamente trapezoidal o romboidal, independientemente del número de canales que presente (Wilcox *et al.*, 1989). Cuando cuatro o más conductos están presentes, las esquinas del trapecio o rombo deben corresponder a las posiciones de los principales orificios. Los orificios de todos los conductos, desde una visión oclusal, generalmente se encuentran en los dos tercios mesiales de la corona, la mayoría de las veces presenta cuatro cuernos pulpares. Mesialmente, el acceso no necesita invadir la cresta marginal, excepto si el acceso al diente está comprometido. La extensión distal debe permitir el acceso en línea recta al canal distal o canales. La pared vestibular forma una conexión recta entre los orificios mesiovestibular y disto-vestibular, y la pared lingual conecta los orificios mesio-lingual y disto-lingual sin inclinarse. Los orificios mesiales generalmente están bien separados y están conectados por un surco del desarrollo (Cimilli *et al.*, 2006). El orificio mesiovestibular está comúnmente debajo de la cúspide mesiovestibular, mientras que el orificio mesio-lingual generalmente se encuentra lingual al surco central. Una línea oscura en el piso de la cámara pulpar puede indicar la ubicación precisa del orificio del conducto del Radix.

El orificio del RE está ubicado mesio-lingualmente del conducto principal o conductos en la raíz distal. Si estamos ante un RP el orificio de entrada se encuentra a hacia vestibular del conducto mesiovestibular. Resultando en ambos casos una extensión de la cavidad de apertura más rectangular o trapezoidal. Si la entrada del canal del Radix no es claramente visible después de retirar el techo de la cámara pulpar, es necesaria una inspección más exhaustiva del piso y la pared, especialmente en la zona disto-lingual y mesiovestibular dependiendo del caso (Perrin, *et al.*, 2002).

La pared de la cámara pulpar se puede explorar con una sonda en ángulo para revelar restos de dentina o pulpa en el techo que enmascaran la entrada del conducto radicular. A menudo se encuentran en el orificio de entrada del Radix cálculos o dentina secundaria, debe eliminarse para una mejor vista y acceso. En estos casos existe el riesgo de perforar el diente en la búsqueda de conductos. Al buscar conductos ocultos, uno debe recordar que la dentina secundaria es generalmente blanquecina u opaca, mientras que el piso de la cámara pulpar es más oscuro y gris. Por lo tanto, el acceso visual y el control superior que proporcionan las puntas de corte ultrasónicas durante los procedimientos de acceso las convierten en una herramienta conveniente en tales casos (Plotino *et al.*, 2007).

En dientes difíciles de tratar, como los molares con una raíz adicional, el uso del ultrasonido ha demostrado ser útil para la preparación del acceso, no solo para encontrar conductos, sino también para reducir el tiempo y la predictibilidad del tratamiento (Clark, 2004; Buchanan, 2002).

Seguidamente, una inclinación severa de la raíz o una curvatura del conducto, particularmente en el tercio apical de la raíz (como en un RE tipo III), puede causar aberraciones en la conformación, como enderezar el conducto radicular o un escalón, resultando en la pérdida de la longitud de trabajo particularmente en tercio apical de la raíz. El uso de limas rotatorias flexibles de Níquel Titanio permite una mejor preparación del conducto. Sin embargo, pueden producirse complicaciones inesperadas, como la separación de instrumentos (Ruddle, 2004) y es más probable que ocurran en un RE con curvatura severa o conductos estrechos. Por esta razón, después de la ubicación y el agrandamiento del orificio de entrada al conducto del Radix Entomolaris, se debe realizar

una vía permeable manual, ya que este procedimiento reduce drásticamente el estrés por torsión a medida que el ancho del conducto se vuelve al menos igual al diámetro de la punta del instrumento utilizado (Berutti *et al.*, 2004). Por lo tanto, la exploración inicial del conducto radicular con limas pequeñas (tamaño 10 o menos) junto con la longitud radiográfica del conducto radicular y curvatura determinan la creación de un camino antes de la preparación, estos son pasos para evitar errores de procedimiento. La exploración inicial o cateterismo de los conductos radiculares es fundamental para obtener información sobre la estrechez y la curvatura de los mismos, además la creación de una vía permeable (glide path) antes de la preparación. El glide path se definió como la permeabilidad radicular desde el orificio de entrada de un canal hasta la constricción apical (West, 2010). Limas de conicidad pequeña (.02) de calibres bajos; 0.15 o 0.20 son recomendadas para prevenir el fenómeno de taper lock y fracturas de instrumental (Roland *et al.*, 2002). También, en la preparación del tercio coronal del conducto de una raíz curva severa se debe tener cuidado de no eliminar una cantidad excesiva de dentina en el lado lingual de la cavidad en el orificio del RE para evitar la perforación o stripping (Calberson *et al.*, 2007).

Seguidamente, una vez eliminadas las interferencias coronales puede tomarse la longitud de trabajo (conductometría), una de las etapas más importantes y críticas de la terapia endodóntica. Este procedimiento tiene por objetivo obtener una medida de longitud, que corresponde a "la distancia desde un punto de referencia coronal hasta el punto donde termina la preparación y obturación del canal radicular" (Martínez, 1998). La toma radiográfica es un método común para determinar la longitud de trabajo, se estima que la constricción apical es 0.5-1 mm más corto que el ápice radiográfico (Ravanshad *et al.*, 2010). El método radiográfico tiene sus ventajas; podemos observar directamente el sistema de conducto radicular, la curvatura del canal y la existencia de lesiones periapicales, pero la radiografía no puede determinar la constricción apical, porque proporciona una imagen bidimensional de un objeto tridimensional (Kjiku *et al.*, 2011). Además, una desventaja de la radiación es que puede ser peligrosa tanto para los pacientes como para el personal odontológico. Debido a las ventajas de los localizadores de ápices

electrónicos (LAE), como la eliminación de obstáculos radiográficos y la precisión, se recomienda su aplicación en la mayoría de los casos. La quinta generación de localizadores apicales fue desarrollada en 2003, donde se mide la capacitancia y resistencia del circuito por separado (Gordon *et al.*, 2004). La mayoría de los estudios informaron que los localizadores de ápice fueron más precisos, en comparación con la radiografía. La decisión de qué método usar debe ser diferente en cada caso clínico. Cabe señalar que los Localizadores Apicales podrían disminuir la exposición a la radiación del paciente (Smadi, 2006), considerando que contamos en la mayoría de los casos con radiografías pre-operatorias que nos brindan bastante información sobre la anatomía del elemento a tratar y su tejido de soporte, hueso y ligamento periodontal.

Para la conformación de los conductos pueden utilizarse instrumentos mecanizados de Níquel Titanio, ya que varios estudios han demostrado que éstos, debido a sus propiedades, pueden respetar las curvaturas originales incluso en conductos severamente curvados, además de conformar el o los conductos radiculares con una conicidad uniforme suficiente para la adecuada limpieza y posterior obturación en un tiempo aceptable (Sonntag *et al.*, 2009).

Entre los accidentes u ocurrencias indeseables durante la preparación quirúrgica, la separación de los instrumentos puede ocurrir debido al estrés por torsión o por flexión (fatiga cíclica) (Pedulla *et al.*, 2016; Ullmann *et al.*, 2005). La fatiga cíclica parece ser la causa más frecuente de roturas "inesperadas" (Shen *et al.*, 2014), ocurre a partir de un incremento en la propagación de grietas causada por esfuerzos repetidos de tensión-compresión cuando la lima se coloca en una curva del canal (Pruett *et al.*, 1997; Goo *et al.*, 2017). Varios factores influyen en la fractura de limas mecanizadas, como el tamaño, el área de la sección transversal, el diseño, el tratamiento térmico y las propiedades metalúrgicas de instrumentos (Kuhn *et al.*, 2001). Una de las variables más importantes involucradas en la fractura del instrumento es el radio de curvatura (Grande *et al.*, 2006). La separación de instrumentos aumentó significativamente a medida que disminuyó el radio de curvatura de la raíz (Pruett *et al.*, 1997; Zelada *et al.*, 2002; Patiño *et al.*, 2005, Grande *et al.*, 2006, Inan *et al.*, 2007). Esta variable anatómica juega un papel crucial,

especialmente en las curvaturas en forma de S (Al-Sudani *et al.*, 2012; Elnaghy *et al.*, 2018). Otro parámetro es la inserción inclinada de la lima en el canal; depende de la configuración del acceso o apertura y habilidades del operador para realizar los desgastes compensatorios del tercio coronal (Castellucci, 2014). Recientemente, con el concepto odontología mínimamente invasiva, las cavidades de acceso endodónticas podrían estar asociadas con una inclinación excesiva de los instrumentos de NiTi (Alovisi *et al.*, 2018). Una inserción de la lima inclinada en los canales, y un pequeño radio de curvatura del conducto disminuye la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi rotatorios. Los instrumentos especialmente tratados con calor y los de conicidad menor pueden aumentar la resistencia a la fatiga bajo el angulado acceso y / o condiciones severas de conductos curvos. Se han intentado tratamientos térmicos para desarrollar una aleación súper-elástica que mejore las características de los instrumentos tradicionales de NiTi (Peters *et al.*, 2012).

Finalmente, en el tratamiento endodóntico, la obturación tridimensional es el objetivo principal después de realizar una limpieza y conformación minuciosa del conducto (Schilder, 1974). Se lleva a cabo para llenar el conducto radicular (Ørstavik, 2005) intentando proporcionar un sellado hermético desde el orificio coronal del conducto hasta el agujero apical en la unión dentina cemento. Sin embargo, es importante reconocer que la responsabilidad no termina aquí; la rehabilitación coronal forma parte integral del tratamiento endodóntico y, por lo tanto, desempeña un papel vital en el éxito del tratamiento (Ray & Trope, 1995).

En cuanto a los recursos complementarios utilizados en las terapias endodónticas, las magnificaciones visuales como una lupa, una cámara intraoral o un microscopio pueden ser útiles. Se ha demostrado que el uso de las mismas mejora la postura de trabajo de los odontólogos y, por lo tanto, reducen la incidencia de lesiones por estrés repetitivo relacionadas con una mala postura (Behle, 2001; Perrin, 2002). Además, el uso de dispositivos de aumento en odontología es cada vez más común, con el objetivo de mejorar la calidad del tratamiento. Se recomendó el uso de dispositivos de iluminación y aumento bien enfocados como estándar de atención en la terapia endodóntica (Kim, 2004;

Cohen, 2006). Por lo tanto, si bien el uso de un dispositivo de aumento específico *per se* puede no ser la causa para determinar el éxito del tratamiento, muchos estudios informan que la utilización de los mismos tiene varias ventajas técnicas para el odontólogo, ya que permiten la identificación de estructuras anatómicas difíciles de ver 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 en situaciones terapéuticas específicas (Del Fabbro *et al.*, 2015).

El microscopio quirúrgico y la punta ultrasónica se pueden utilizar para eliminar, por ejemplo, cualquier protuberancia de la pared axial mesial, que impediría el acceso directo al surco de desarrollo entre el orificio MB y ML. Existen numerosas alternativas en el instrumental de acceso rotatorio disponibles; sin embargo, una de las ventajas más importantes de las puntas ultrasónicas es que no giran, mejorando así la seguridad y el control, mientras mantienen una alta eficiencia de corte. Esto es especialmente importante cuando el riesgo de perforación es alto (Karunakaran, *et al.*, 2012).

El acceso visual y el control superior que las puntas de corte ultrasónicas proporcionan durante los procedimientos de acceso las convierte en la herramienta más conveniente, especialmente cuando se tratan molares de anatomía compleja. Para la eliminación de calcificaciones se deben usar puntas más grandes con una extensión limitada del recubrimiento de diamante durante la fase inicial de eliminación del tejido calcificado, interferencias, materiales y dentina secundaria, ya que ofrece la máxima eficiencia de corte y mejora el control mientras trabaja en la cámara pulpar. La fase posterior de encontrar los orificios de entrada de los canales debe realizarse con puntas más delgadas y largas que faciliten el trabajo en áreas más profundas mientras se mantiene una visión clara (Clark, 2004; Buchanan, 2002).

Además, se ha recomendado como estándar de atención el uso de dispositivos de iluminación y aumento bien enfocados (Kim, 1997). Los dispositivos de aumento más comunes que se han introducido en endodoncia son lupas y microscopios quirúrgicos (Pécora, 2016). Trabajar con este tipo de dispositivos se ha convertido en una práctica

ampliamente aceptada en endodoncia convencional y quirúrgica. Además de aumentar la precisión del procedimiento de endodoncia, se afirma que estos dispositivos mejoran la capacidad de diagnóstico debido a una mejor visualización del campo de tratamiento. Por ejemplo, permiten identificar la presencia de istmos, conductos accesorios o microfracturas de la raíz, que de otro modo serían difíciles de reconocer y tratar (Coelho de Carvalho, 2000; Schwartz, 2002; Slaton, 2003; Von Arx, 2003; Rampado, 2004; Von Arx, 2005). Se ha demostrado que el uso de lupas y microscopios mejora la postura de trabajo de los médicos y, por lo tanto, reduce la aparición de lesiones por estrés repetitivo relacionadas con una mala postura (Behle, 2001; Perrin, 2002). Es interesante investigar si las ventajas técnicas para el operador que utiliza dispositivos de aumento también están asociadas con ventajas para los pacientes, en términos de mayor tasa de éxito del tratamiento, reducción del tiempo de tratamiento y menores costos totales.

Además de las diversas ayudas de diagnóstico, la experiencia del operador también se ha identificado como un factor clave para localizar estos conductos aberrantes. El odontólogo debe ser consciente de la incidencia de este tipo de variación en el primer molar mandibular y realizar una evaluación radiológica preoperatoria desde diferentes ángulos, una adecuada preparación del acceso y un examen minucioso de la cámara pulpar para localizar y desbridar todos los canales. Debe recordarse que el objetivo de una terapia endodóntica exitosa es la limpieza mecánica y química exhaustiva de todo el sistema de conductos radiculares, seguida de su obturación completa con un material de obturación inerte (Vertucci, 1984). Crear una apertura de acceso ideal es uno de los pasos más importantes para garantizar un procedimiento de endodoncia exitoso. Al mismo tiempo, la incapacidad de identificar y tratar adecuadamente todos los conductos del sistema endodóntico es una causa importante del fracaso del tratamiento y la persistencia de la enfermedad (Weine, 1969; Sjogren, 1990; Wolcott, 2002; Dugas, 2003).

Por todo lo anteriormente expuesto, es que se propone como objetivo del presente trabajo investigar acerca de los aspectos anatómicos y las estrategias clínicas actuales para el abordaje endodóntico del Radix.

CASO CLÍNICO

Concurrió a la consulta una paciente de sexo femenino de 22 años de edad derivada de la guardia de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Cuyo para su tratamiento en la Carrera de Especialización en Endodoncia en el mes de octubre del año 2022. Se procedió a realizar la anamnesis e historia clínica completa donde se dejó constancia que no presentaba ninguna particularidad ni antecedentes a nivel local ni sistémicos. En cuanto a la anamnesis y al momento de su atención, la paciente refirió tener dolor espontáneo y permanente en la región mandibular inferior izquierda, señalando su primer molar inferior.

Al examen clínico odontológico se observó una obturación de gran amplitud en la pieza dentaria 36 que abarcaba las caras oclusal y distal. Respondió a la prueba de sensibilidad de frío con Endo ice (Klepp, Grimberg Dentales S.A., Argentina) de manera positiva. A la prueba de percusión vertical respondió negativamente mientras que a la horizontal lo hizo positivamente; al examen intra-bucal se observó que los tejidos blandos a fondo de surco se presentaban normales. Se tomó una radiografía periapical pre-operatoria ortorradiar (**Fig. 1**), utilizando placas radiográficas Kodak Ultra Speed (Carestream Health Frances SAS, U.S.A) donde se observó una gran obturación con resina compuesta ocluso-distal de larga data en estrecha relación con el cuerno pupar distal y a nivel radicular se visualiza en el área distal una superposición de estructuras anatómicas compatible con una raíz adicional. De acuerdo con la clasificación de De Moor *et al.* (2004), este Radix Entomolaris (RE) corresponde al tipo I (raíz recta).



Fig. 1. Imagen radiográfica previa elemento dentario 36.

Luego de completar la historia clínica general y local, se arribó al diagnóstico clínico de pulpitis sintomática irreversible y se planificó la realización del tratamiento endodóntico total.

Seguidamente, se realizó anestesia troncular/regional al nervio dentario inferior (Solución inyectable de Carticaína clorhidrato al 4% -L Adrenalina 1:100000, Laboratorio Bernabó), eliminación la obturación a velocidad con irrigación acuosa y luego se realizó el aislamiento absoluto del elemento con dique de goma (Sanctuary, Muntal S.A., Argentina). Posteriormente, se procedió a realizar el abordaje y la apertura cameral con una fresa redonda N°3 de alta velocidad (Microdont, Brasil) y los desgastes compensatorios con una piedra troncocónica (Microdont, Brasil). Se detectó la presencia de cálculos pulpares a nivel cameral los que fueron eliminados con un cavitador piezoeléctrico (Woodpecker UDS-P LED, China) (**Fig.2**) y puntas diamantadas (Helse Ultrasonic E2D, EE.UU) (**Fig.3**).



Fig.2. Ultrasonido Piezoelectrico
Woodpeaker
<https://www.cedent.com.ar>



Fig.3. Punta de Ultrasonido
SB1 Woodpeaker
<https://www.cedent.com.ar>

A continuación, con una lima tipo K # 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) se exploraron dos conductos mesiales y en la zona distal, el conducto distal en una posición media, el cual se identificó como disto-vestibular; luego se amplió la apertura hacia disto-lingual para localizar la entrada del canal del Radix Entomolaris (**Fig.4**).



Fig.4. Vista oclusal de la apertura
cameral rectificada.

Luego de ampliar la entrada de los conductos con una primera preparación con limas manuales, se preparó el tercio cervical con Gates Glidden n°1, 2 y 3 (Dentsply-Maillefer) en forma secuencial y a continuación se procedió a tomar la longitud de trabajo con localizador apical (Woopex III, Woodpecker, China) (**Fig.5**). Las medidas obtenidas fueron :22 mm para el conducto mesio-vestibular y 24mm para el mesio-lingual; 25mm para el conducto disto-vestibular y 24mm para el disto-lingual (RE), todos con referencia a cúspides respectivas. Se logró la permeabilidad en todos los conductos. Las longitudes fueron corroboradas radiográficamente.



Fig.5. Localizador apical Woopex III, (Woodpecker, China)
<https://www.cedent.com.ar>

Se realizó instrumentación manual con limas tipo K de acero n° 10, 15, 20 y 25 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) y luego se instrumentó con lima rotatoria de Níquel Titanio Reciproc (VDW Dental, Alemania) #25 utilizando motor endodóntico VDW (Silver Reciproc, Alemania) (**Fig.6**).



Fig.6. Desde la izquierda: Limas tipo K #10,15 y 20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Motor VDW (Silver Reciproc, Alemania). Reciproc Blue #25 (VDW Dental, Alemania). <https://www.cedent.com.ar>

Durante la preparación quirúrgica, las limas fueron lubricadas con glicerina (Tedequim, SRL, Córdoba Argentina) y se irrigó profusamente durante todo el tratamiento endodóntico con Hipoclorito de Sodio a una concentración del %5,25, y finalmente con EDTA al %17 (Tedequim, SRL, Córdoba Argentina), para la eliminación del Smear Layer utilizando jeringas de 5cc y agujas descartables de punta roma mediante lavajes intermedios de solución fisiológica para evitar su interacción (**Fig.7**).



Fig.7. Avío de Irrigación (Tedequim SRL, Córdoba, Argentina)
<https://tedequim.com/endodoncia/endoquim/>

Luego se secó el sistema de conductos con conos de papel taper 02 (Meta Biomed, Korea) y se adaptaron los conos de gutapercha #25/04 (Meta Biomed, Korea) a la longitud de trabajo, previa desinfección de los mismos con hipoclorito de sodio (**Fig. 8**).



Fig.8. Conos de papel taper 02 (Meta Biomed, Korea); conos de gutapercha #25/04 (Meta Biomed, Korea)
<https://companydental.com.ar/>

Se procedió a la toma radiografía para corroborar la adaptación de los mismos en la longitud de trabajo y en sentido transversal (Conometría) (**Fig.9**).



Fig.9. Radiografía de Conometría previa a la obturación con Condensación Lateral.

Seguidamente se procedió a la obturación mediante la técnica de Condensación Lateral utilizando el sellador endodóntico Mta-Fillapex (Angelus, Brasil) (**Fig.10**).



Fig.10. Sellador endodóntico Mta-Fillapex (Angelus, Brasil) <https://www.insumosodontologicosweb.com.ar/>

Se llevó el cemento con lentulo (VDW, GmbH, München) calibre 25 y se procedió a la técnica de obturación con técnica de condensación lateral utilizando el cono principal y 3 o 4 conos accesorios MF, F y FM (Dia Dent Group International Inc. Canadá & Usa). Posteriormente se utilizó el instrumento Gutta-condensor (Densply-Maillefer. Suiza) (**Fig.11**). El mismo es un instrumento de acero inoxidable que permite la plastificación de la gutapercha en el interior de los conductos radiculares, garantizando una obturación más rápida y homogénea, como así también calidad de sellado, el cual se activó por 10 segundos, se retiró, y se repitió el procedimiento, pero esta vez en la zona coronal, finalizando una técnica híbrida de obturación.



Fig. 11. Desde la izquierdo. Gutta-condensor (Densply-Maillefer Suiza)
<https://www.tiendental.com>

Luego, se cortaron los conos con calor y se compactaron verticalmente. Se limpió la cavidad de acceso con alcohol para eliminar los restos de cemento y se obturó la misma con ionómero vítreo (Ketac Molar 3M Alemania) como restauración provisoria. Se tomó la radiografía final de control inmediato (**Fig. 12**). Se derivó a la paciente para su rehabilitación post-endodóntica y controles posteriores.



Fig.12. Radiografía Posoperatoria a la obturación con Técnica de Condensación Lateral.

DISCUSIÓN

El radix se evidencia como una variación anatómica que presenta diferentes características morfológicas, lo cual plantea un desafío a la hora de realizar un tratamiento endodóntico. De hecho, el diagnóstico precoz y preciso cumple un rol importante en el tratamiento apropiado del elemento dentario. En el presente caso se describe un primer molar inferior que presenta una raíz adicional ubicada en disto-lingual. La presencia de esta raíz adicional fue mencionada por primera vez en la literatura por Carabelli (1984), llamada radix entomolaris (RE) (Bolk *et al.*, 1915). Si bien no es muy común la presencia de esta variación, en este caso de una paciente de sexo femenino, de nacionalidad argentina, caucásica, coincide con el reporte realizado por Curzon (1973) donde informa de una frecuencia máxima de 3.4 a 4.2% y en este tipo de pacientes se considera una morfología inusual de la raíz o dismórfica. La etiología de la formación del Radix Entomolaris todavía no está clara. En la variable dismórfica, según Reichart *et al.* (1981), la formación de raíces supernumerarias podría estar relacionadas con factores externos durante la odontogénesis, o atavismo de un gen (es la reaparición de un rasgo después de varias generaciones de ausencia). La presencia del RE en el primer molar mandibular se asocia con ciertos grupos étnicos. Además, se considera que la globalización, la migración y la mezcla étnica pueden influir en la prevalencia del primer molar mandibular de tres raíces, especialmente en la población nativa americana.

De igual manera, la prevalencia mundial del primer molar mandibular de tres raíces a nivel diente según Abarca *et al.* (2020), Plotino *et al.* (2013), Popovic *et al.* (2020), Razumova *et al.* (2018) y Silva *et al.* (2013), fue del 9%, y oscila entre el 0% en las poblaciones chilena, blanca italiana, brasileña, serbia y rusa al 29% en las poblaciones chinas según Hai-fen *et al.* (2017) y Zhang *et al.* (2011). Según las diferentes ubicaciones geográficas, Asia Oriental, Sudeste Asiático, Asia Meridional, Asia Occidental Europa, América y África demostraron 24%, 13%, 5%, más del 4%, 2% 1,8% y casi 1%, respectivamente. Las proporciones aparentemente se degradaron desde el Este, pasando por Asia, hasta el Oeste. Por otra parte, la prevalencia global a nivel paciente según los mismos autores fue

del 10% y oscila entre el 0% en las poblaciones chilena, blanca italiana, brasileña, serbia y rusa al 35% en una población china. Las regiones geográficas, Asia Oriental, Asia Meridional, Asia Occidental, América y Europa representaron el 29%, el 6%, más del 4%, más del 2% y el 1% individualmente. Los datos en relación a las piezas dentarias generalmente fueron menores en proporción a los datos a nivel de paciente, significativamente en el Este de Asia. En África, Sharaa & Elrawdy (2017) y Tredoux *et al.* (2017) revelaron un 0,9%, que oscila entre el 0,5% en Egipto y el 1,1% en Sudáfrica. Este hallazgo fue ligeramente inferior al informe de Sperber & Moreau (1998), que demuestra la prevalencia en más del 3% en la población senegalesa.

Asimismo, diversos autores tales como Tratman (1985) y Walker *et al.* (1985) encontraron evidencia que en poblaciones africanas se encuentra una frecuencia máxima del 3%, mientras que en poblaciones euroasiáticas e indias la frecuencia es menos que 5%. En poblaciones con rasgos mongoloides (como los chinos, esquimales e indios americanos), los informes han señalado que el RE ocurre con una frecuencia que oscila entre el 5% y más del 30%. Debido a su alta frecuencia en estas poblaciones, el RE se consideró una variante morfológica normal (morfología de raíz eumórfica). Curzon (1973) y Ferraz & Pécora (1993) sostienen que, en los caucásicos, el RE no es muy común y, con una frecuencia máxima de 3,4 a 4,2% se considera una morfología radicular inusual o dismórfica. Así resulta que, el caso clínico presentado en el presente trabajo evidencia que la presencia del radix entomolaris en pacientes de raza caucásica concuerda con la evidencia de Curzon (1973).

En otro aspecto y en referencia a la etiología del RE, su proceso de formación es aún poco claro. Reichart (1981) y Ribeiro & Consolaro (1997) determinaron que es de naturaleza dismórfica cuando la formación podría ser relacionado a factores externos durante la odontogénesis, o a la presencia de un gen atávico o sistema poligenético (atavismo es la reaparición de un rasgo después de varias generaciones de ausencia) mientras que en las raíces eumórficas, los factores genéticos raciales influyen en la expresión más profunda de un gen particular que da como resultado una manifestación fenotípica más pronunciada. Esto coincide con Curzon (1974) quien sugirió que el rasgo del 'molar de tres raíces' tiene

un alto grado de penetrancia genética, ya que su dominancia se refleja en el hecho de que la prevalencia del rasgo es similar tanto en esquimales puros como en mezclas de esquimales y caucásicos. El caso demostrado en el presente trabajo presenta evidencia de que el radix en paciente de raza caucásica está asociado aparentemente al factor atávico, en concordancia con la evidencia de Reichart (1981), Ribeiro y Curzon (1974).

Por otra parte, al ser considerada la frecuencia del RE y RP, Visser (1948), determinó que un RE puede ser encontrado en el primero, segundo y tercero molar mandibular, ocurriendo en menor frecuencia en el segundo molar. El RP según Visser (1948) es una macro-estructura que ocurre con menos frecuencia que el RE. La prevalencia de RP observada por Visser fue del 0% para el primer molar mandibular, del 0,5% para el segundo y 2% para el tercero molar. Por el contrario, Sperber & Moreau (1998) y Carlsen & Alexandersen (1991) reportaron la presencia del RP en primeros molares mandibulares. Turner (1971) y Kim *et al.* (2013) reportaron la aparición de radix paramolaris en los primeros y segundos molares mandibulares en la población israelí el cual fue del 0,57 % y el 1,37 % de todos los dientes examinados, respectivamente. Este hallazgo concuerda con un informe anterior sobre los europeos, pero es más bajo en comparación con los datos informados para las razas no europeas. Según estudios publicados por Bajaj *et al.* (2014), Tu *et al.* (2007), Bharti *et al.* (2011) y Schafer *et al.* (2009) coinciden en que los RE se encuentran en los primeros molares mandibulares más a menudo. Por el contrario, Çolak *et al.* (2012) y Calberson *et al.* (2007) observaron estas variaciones en el segundo molar mandibular. El RP se encontró principalmente según Perez-Heredia *et al.* (2017), Kantilierak, *et al.* (2019), Shemesh *et al.* (2017), Felsypremila *et al.* (2015) en casi el 2% de las poblaciones españolas y griegas de Europa, judíos que podrían ser descendientes de europeos o árabes e indios. Otros autores como AL-Alawi *et al.* (2019); Kaya Buyukbayran *et al.* (2021) informaron que su presencia es menor al 0,5% de RP en algunas poblaciones sauditas y turcas. Curiosamente, el RP no se informó en estudios de África y Asia oriental.

En suma, el caso demostrado en el presente trabajo evidencia la prevalencia de RE es más frecuente en primeros molares mandibulares lo que concuerda con Visser (1948), Bajaj *et*

al. (2014), Tu *et al.* Bharti *et al.* (2011) y Schafer *et al.* (2009) y se contraponen con las conclusiones de Colak *et al.* (2012) y Calberson *et al.* (2007) que lo observaron en el segundo molar mandibular. Y también se contraponen con Sperber & Moreau (1998) y Carlsen & Alexandersen (1991), Turner (1971) y Kim *et al.* (2013) quienes localizaron el RP en primeros molares mandibulares.

En referencia a la prevalencia de RE según el lado de ocurrencia aún tiene cierta controversia; por ello es necesario observar la similitud y simetría de número de los conductos radiculares entre los lados izquierdo y derecho, si se van a tratar los primeros molares mandibulares bilaterales. Algunos estudios como el de Steelman (1896) y Bolk (1914) encontraron evidencia que sostiene que el RE tienen una ocurrencia bilateral del 50 a 67%. Esto coincide con la simetría bilateral global del primer molar mandibular de tres raíces a nivel de paciente que según los autores Bagherpour *et al.* (2020); Demirbuga *et al.* (2013); Kaya Buyukbayran, *et al.* (2021); Ngeow *et al.* (2020); Sharaan; Elrawdy (2017) fue del 46%, desde el 0% en las poblaciones iraníes, turcas, paquistaníes y egipcias hasta el 100% en una población iraní según Dastgerdi *et al.*, (2018). Acorde a las diferentes ubicaciones geográficas se localizan en Asia Oriental, Asia meridional, Asia Occidental, América y Europa con un porcentaje del 60%, casi el 39%, aproximadamente el 38%, el 35% y más del 18%, respectivamente. Aunque un país de Oriente Medio ocupaba el puesto más alto en el rango de simetría bilateral, el grupo de Asia Oriental acumulaba hasta el 60% en este parámetro. Por el contrario para Quackenbush (1986) y Tu *et al.* (2009) la raíz extra se produjo unilateralmente en aproximadamente el 40% de todos los casos y predominantemente en el lado derecho, lo que coincide con la prevalencia global del primer molar mandibular de tres raíces derechas a nivel dentario según Silva *et al.* (2013), Sharaan ; Elrawdy (2017) y Caputo *et al.* (2016), el cual fue del 16%, variando desde el 1% en la población egipcia y luego el 2% en una población brasileña hasta el 34% en la población Han de China informado por Hai-feng *et al.* (2017). Por el contrario, otros investigadores como Wang *et al.*,(2010) han informado que los RE se observan con mayor frecuencia en el lado izquierdo, lo cual coincide con la prevalencia global a nivel dentario del primer molar mandibular de tres raíces izquierdos estudiadas por autores tales

como Sharaan *et al.* (2017), Bagherpour *et al.* (2020), Wang *et al.* (2010) los que determinaron que fue del 12%, fluctuando entre el 0% tanto en Egipto como en la población iraní y el 31% en una población de China occidental. Se evidencia que la prevalencia es casi un tercio de la cantidad de dientes en el este de Asia. Gulabivala *et al.* (2001) informaron que los primeros molares mandibulares de 3 raíces se presentaban con mayor frecuencia en el lado derecho o izquierdo en forma indistinta ya que no encontraron diferencias significativas.

Por ende, en el caso demostrado en el presente trabajo se evidencia la presencia de radix en forma unilateral lado izquierdo lo que concuerda a Wang *et al.* (2010), Sharaan *et al.* (2017), Bagherpour *et al.* (2020) y se contrapone a Quackenbush (1986) y Tu *et al.* (2009) los cuales hacen referencia a una mayor prevalencia del lado derecho.

Asimismo, también ha sido considerado el sexo como una variable de influencia en la ocurrencia de estas anomalías. La prevalencia global a nivel dentario del primer molar mandibular de tres raíces en pacientes masculinos según los siguientes autores Caputo *et al.* (2016), Sharaan & Elrawdy (2017), Hai-feng *et al.* (2017) fue de más del 13%, desde el 1% en las poblaciones brasileña y egipcia, y hasta el 32% en el pueblo Han de China. En comparación con la prevalencia global a nivel de los dientes del primer molar mandibular de tres raíces en pacientes femeninas según Sil, *et al.* (2013), Caputo *et al.* (2016), Demirbuga *et al.* (2013), Shemesh *et al.* (2013) determinaron que fue del 13%, desde el 0% en una población de Egipto y luego el 2% en las poblaciones brasileña, turca e israelí hasta 30 % en una población china occidental según informe de Wang *et al.* (2010). Como resultado, la aparición no fue sexualmente dismórfica. Además, la prevalencia a nivel de los dientes de tres raíces fue más numerosa en mujeres que en hombres en la revisión de los saudíes Khurayzi *et al.* (2021), lo que coincide con Bharti *et al.* (2011). Por el contrario, según Chakradhar *et al.* (2001), en otros hallazgos de sólo la población nepalesa se evidenciaron claramente determinantes femeninos lo que coincide con diversos estudios en Asia Oriental. Además, autores como Hai-feng *et al.* (2017), Huang *et al.* (2010), Qiao *et al.* (2020) y Colak *et al.* (2012) demostraron que los

primeros molares mandibulares de tres raíces se observaron con mayor frecuencia en hombres que en mujeres.

El caso clínico demostrado en el presente trabajo presenta evidencia que el radix tiene mayor prevalencia en sexo femenino lo que concuerda con la evidencia de Khurayzi *et al.* (2021) y Bharti *et al.* (2011) y se contrapone con las conclusiones de Chakradhar *et al.* (2001), Hai-feng *et al.* (2017), Huang *et al.* (2010), Qiao *et al.* (2020) y Colak *et al.* (2012). Diversos autores como Garg *et al.* (2013) usaron radiografías periapicales como método de estudio principal para recopilar información del radix lo que coincide con Walker y Quackenbush (1985) que informaron una precisión del 90% en el diagnóstico de molares de tres raíces solo usando radiografías periapicales. El hecho de que la raíz supernumeraria se encuentre principalmente en el mismo plano que la raíz distal del primer molar mandibular puede causar superposiciones en la imagen radiográfica preoperatoria, lo que resulta en una inexactitud para observar esta variación anatómica, lo cual coincide con lo expuesto por Tu *et al.* (2007) y Abella *et al.* (2011) quienes describieron la limitación de la imagen radiográfica convencional como una imagen 2D o gráfico de sombras y no una imagen 3D. Calberson *et al.* (2007) y Yan, *et al.* (2010) en un intento de superar las desventajas de las radiografías para detectar la presencia de una tercera raíz en primeros molares mandibulares determinaron que es útil realizar exposiciones adicionales cambiando la angulación horizontal del haz de rayos X principal. Sin embargo, Abella *et al.* (2011) no garantizan la identificación de todas las variaciones anatómicas relevantes del diente con radiografías intraorales. Estas variaciones en la anatomía de la raíz distal pueden identificarse mediante una lectura cuidadosa de las radiografías en ángulo. Slowley (1974) ha demostrado lo difícil que es detectar raíces adicionales, y aún más conductos adicionales. Por el contrario, Ingle *et al.* (2002) realizaron un estudio radiográfico completo del diente afectado con exposición de tres proyecciones horizontales diferentes: la proyección estándar de vestibular a lingual, 20° de mesial y 20° de distal, el cual revela la información básica sobre la anatomía del diente para realizar el tratamiento de endodoncia. Sin embargo, Walton (1973); Goerig, Neaverth (1987) postulan que usando la regla del objeto bucal con dos radiografías en diferentes

angulaciones horizontales pueden ser suficientes para determinar la posición de una raíz lingual. Una de estas radiografías se toma en posición ortorradial y la otra se toma en posición mesial o distal. Esta regla del objeto bucal también se ha denominado regla de Clark, mismo lingual, opuesto bucal (regla SLOB) y proyección de Walton (Ingle *et al.*, 2002).

En suma, en el caso clínico demostrado en el presente trabajo se evidencia que resultó aceptable el uso de radiografías periapicales para diagnosticar y localizar el radix, lo que concuerda con Walker & Quackenbush (1985), Garg (2013), Calberson (2007) y Yang (2010) y se contrapone a las conclusiones de Tu *et al.* (2007) y Abella *et al.* (2011).

En estudios que clasifican los RE en términos de sus orientaciones buco-linguales, Kuzekanani *et al.* (2017) encontraron que la variación del conducto Tipo I es la más común, mientras que Song *et al.* (2010) encontraron que la variación del conducto Tipo II es la más común. Por el contrario, Whang *et al.* (2011) encontraron que la variación del conducto Tipo III es la más común. Según Carlsen & Alexandersen (1991) y de Bhatia (2015) la evaluación de los RE en términos de localización de sus partes cervicales la variación del conducto Tipo A fue la más común y la variación del Tipo AC la menos común; la variación del conducto Tipo A se encontró con mayor frecuencia, mientras que la variación Tipo C se encontró con menos frecuencia. Utilizando el método de Schneider, Chen *et al.* (2009) encontraron que la mayoría de los RE tenían una curvatura más severa en la orientación BL ($36,35 \pm 9,38^\circ$) que en la orientación MD ($9,24 \pm 6,10^\circ$). Además, se evaluaron 487 primeros molares mandibulares con presencia de RE mediante el método de Schneider; se evidenció que los ángulos de la curvatura de la raíz del RE en las orientaciones BL y MD mostraron valores de $40,69 \pm 14,37^\circ$ y $17,58 \pm 7,84^\circ$, respectivamente. También se observó que la mayoría de los conductos del RE exhibieron una curvatura severa en el plano VL y exhibió una curvatura moderada o una apariencia recta en la orientación MD, lo cual está de acuerdo con estudios previos. Cabe recordar que, generalmente, existe un mayor riesgo de separación de los instrumentos con un ángulo de curvatura creciente (Grande *et al.*, 2006).

En el caso demostrado en el presente trabajo se evidencia el tipo I en términos de sus orientaciones buco-linguales, según la clasificación de Ribeiro y Consolaro, quienes coinciden con Kuzekanani *et al.* (2017); ellos observaron que la variación del conducto Tipo I es la más común, y se contrapone a Song *et al.* (2010) quienes refieren que la variación del conducto Tipo II es la más común para el RE. También según la clasificación de Carlsen & Alexandersen el presente caso clínico evidencia el RE de tipo A, lo que coincide con Carlsen & Alexandersen (1991) y Bhatia (2015), quienes evaluaron a los RE en términos de localización de sus partes cervicales y observaron que la variación del conducto Tipo A fue la más común.

El éxito predecible del tratamiento del conducto radicular depende de seguir los principios básicos: acceso, limpieza y modelado, y obturación de todo el sistema del conducto radicular. Estos principios han evolucionado a partir de conceptos clínicos establecidos a través de la práctica clínica y la investigación básica. De los tres, para Christie & Thompson (1994), quizás el más importante es el principio de acceso en línea recta debe enfatizarse que el objetivo final del acceso endodóntico es brindar acceso al foramen apical, y no simplemente ubicar el orificio del conducto. En aquellos casos en que el orificio de ingreso al conducto esté ubicado en el área disto-lingual, resulta esencial una modificación de la clásica cavidad de apertura triangular a una forma trapezoidal para un mejor acceso al conducto radicular del RE. Con base en los hallazgos presentes (aunque sólo 18 casos), junto con los datos de Ribeiro, Consolaro (1997) (análisis de la estructura de 54 molares mandibulares extraídos con RE) se encontró que la mayoría de los RE eran curvos, y en ciertos casos además presentaban una curva adicional a partir de la porción media de la raíz o en el tercio apical. En el presente caso clínico se evidenciaron trayectos medianamente rectos en las zonas cervical y media del conducto del RE, con dilatación y curvatura marcada en el tercio apical lo cual concuerda con los hallazgos de Consolaro (1997) y de Chen *et al.* (2009) quienes evidenciaron que la mayoría de los conductos del RE exhibieron una curvatura severa en el plano VL y otra curvatura moderada o una apariencia recta en la orientación MD, Ante tal variable anatómica se planificó realizar una conformación canalicular híbrida, que inició con el uso de limas manuales de bajo

calibre para posteriormente realizar la preparación con sistema mecanizado de níquel titanio reciprocante. Esto último concuerda con las evidencias de Peters *et al.* (2012), quienes refieren que los instrumentos especialmente tratados con calor y los de conicidad menor, que mejoran las características de los instrumentos tradicionales de NiTi, pueden aumentar la resistencia a la fatiga en condiciones severas de conductos curvos.

CONCLUSIÓN

La presencia de una tercera raíz supernumeraria en los primeros molares mandibulares es una variación anatómica importante, inusual y desafiante que el Especialista en Endodoncia debe estar preparado para reconocer. La alta frecuencia de un cuarto conducto en los primeros molares mandibulares hace que sea esencial anticipar y localizar todos los conductos durante el tratamiento endodóntico de los molares. El diagnóstico inicial de un Radix Entomolaris o Paramolar antes del tratamiento endodóntico es importante para facilitar el procedimiento de endodoncia y evitar su omisión.

La angulación y la interpretación adecuadas de las radiografías ayudan a identificar la anatomía de la cámara y la raíz. En el caso de un RE, la cavidad de apertura triangular convencional debe modificarse a una forma trapezoidal para poder ubicar y acceder mejor al orificio ubicado disto-lingualmente de la raíz principal. En general, la raíz se presenta como una raíz severamente curvada con una ubicación predominantemente disto-lingual y un conducto radicular delgado de difícil acceso lo que exige un enfoque clínico cuidadoso y adaptado para evitar o superar errores de procedimiento durante la terapia endodóntica

Se puede concluir que el ultrasonido ofrece muchas aplicaciones y ventajas en endodoncia clínica. Una visualización mejorada combinada con un enfoque más conservador al eliminar selectivamente la estructura dental, particularmente en situaciones difíciles en las que una angulación específica o un diseño de punta permite el acceso a áreas de trabajo restringidas, ofrece oportunidades que no son posibles con el tratamiento convencional. Como resultado, el refinamiento del acceso y la ubicación de los conductos han generado resultados más predecibles. Además, con el uso del ultrasonido se han visto beneficiados una mejor acción de las soluciones de irrigación y la condensación de gutapercha.

Finalmente, la integración de nuevas tecnologías de magnificación, instrumentación mecanizada y técnicas de obturación ha llevado a mejorar las terapias endodónticas, sin dejar de citar que lo primordial es el conocimiento previo y experticia del profesional para lograr calidad óptima en la práctica de la endodoncia actual.

BIBLIOGRAFÍA

Abarca, M. Duran, D. Parra, K. Steinfort, C. Zaror, Monardes H. "Root morphology of mandibular molars: a cone-beam computed tomography study," *Folia Morphologica*, vol. 79, no. 2, pp. 327–332, 2020.

Abbot PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991;24: 308 –16.

Abella F, Mercadé M, Duran-Sindreu F, Roig M. Managing severe curvature of radix entomolaris: three-dimensional analysis with cone beam computed tomography. *Int Endod J* 2011;44:876–85.

Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982;54:323– 8.

Ahmad M, Pitt Ford T, Crum L. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987;13:490 –9.

Ahmed HM, Dummer PM: Advantages and applications of a new system for classifying roots and canal systems in research and clinical practice. *Eur Endod J.* 2018, 3:9-17. 10.5152/ej.2017.17064.

Ahmed HMA, Versiani MA, De-Deus G, Dummer PMH. A new system for classifying root and root channel morphology. *Int Endod J.* 2017;50(8):761–70.

Akbarzadeh N, Aminoshariae A, Khalighinejad N, Palomo JM, Syed A, Kulild JC, Sadeghi G, Mickel A. The association between the anatomic landmarks of the Pulp permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed Assoc. 1974;45(3):27.

Al-Alawi, S. Al-Nazhan, N. Al-Maflehi, "Prevalence of radix molaris in the mandibular first molars of a Saudi subpopulation based on cone-beam computed tomography," *Restorative Dentistry and Endodontics*, vol. 45, no. 1, pp. 1–9, 2019.

Alfouzan K, Jamleh A. Fracture of nickel titanium rotary instrument during root canal treatment and re-treatment: a 5-year retrospective study. *Int Endod J.* 2018;51(2):157–63.

Alovisi M, Pasqualini D, Musso E. Influence of contracted endodontic access on root canal geometry: an in vitro study. *J Endod* 2018;44:614–20.

- Al-Sudani D, Grande NM, Plotino G. Cyclic fatigue of nickel-titanium rotary instruments in a double (S-shaped) simulated curvature. *J Endod* 2012;38:987–9.
- Alt KW, Rösing FW, Teschler-Nicola M. *Dental Anthropology. Fundamentals, Limits and Prospects*, Austria: Springer; 1998. Türp JC, Alt KW. Chapter 3.1. Anatomy and morphology of human teeth. p71-94
- Altun O, Duman SB, Bayrakdar IS, Yasa Y, Duman S, Günen Yılmaz S. Cone beam computed tomography imaging of superiorsemicircular canal morphology: a retrospective comparison of cleft lip/palate patients and normal controls. *Acta Odont Scand*. 2018;76:247–52.
- Baert AL. *Encyclopedia of diagnostic imaging. Volume 1*. Seoul: Springer; 2008. p427.
- Bagherpour A, Jafarzadeh H, Raeis-Sattari F. “Morphologic evaluation of the prevalence of radix root and midmesial canal in the mandibular first molars using CBCT during 2016-2018 in patients referred to mashhad dental school,” *Journal of Mashhad Dental School*, vol. 45, no. 2, pp. 123–131, 2020
- Bahammam L, Bahammam, A. “The incidence of radix entomolaris in mandibular first permanent molars in a Saudi Arabian Sub-Population,” *Journal of King Abdulaziz University-Medical Sciences*, vol. 18, no. 4, pp. 83–90, 2011.
- Bailey G, Ng Y, Cunnington S, Barber P, Gulabivala K, Setchell D. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: An in vitro investigation of the quality of obturation. *Int Endod J* 2004;37:694
- Bajaj P, Ahir B, Rane P. The radix entomolaris in mandibular molars: clinical approach in endodontics. *Int J Dent Case Rep*. 2014;4:95–100.
- Baker N, Eleazer P, Averbach R. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigation solutions. *J Endod* 1975;1:127–35.
- Balamuth L. The application of ultrasonic energy in the dental field. In: Brown B, Gordon D, eds. *Ultrasonic techniques in biology and medicine*. London: Ilife; 1967:194 –205.
- Barker BC, Parson KC, Mills PR, Williams GL. Anatomy of root canals. III. Permanent mandibular molars. *Aust Dent J* 1974;19:403–13. GK
- Baumgartner JC, Cuenin PR. Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canal irrigation. *J Endod* 1992;18:605–12.
- Behle C. Photography and the operating microscope in dentistry. *Journal of the Californian Dental Association* 2001; 29(10):765–71. [MEDLINE: 11799672]

- Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *Journal of Endodontics* 2004; 30, 228–30.
- Bharti R, Arya D, Saumyendra VS, Kulwinder KW, Tikku AP, Chandra A. Prevalence of radix entomolaris in an Indian population. *Indian J Stomatol.* 2011;2:165–7.
- Bhatia S, Kohli S, Parolia A, Yap NHL, Lai CT, Tan EH. Prevalence of radix molar in mandibular permanent molars: an observational study in Malaysian population. *Oral Health Dent Manag.* 2015;14:32–6.
- Bolk L. Bemerkungen über wurzelvariationen am menschliche unteren molaren. *Zeitschrift für Morphol und Anthropol.* 1915;3:605–10.
- Bolk L. Welcher Gebißreihe gehören die Molaren an? *Z Morphol Anthropol* 1914;17:83–116.
- Bond JL. Clinical management of middle mesial root canals in mandibular molars. *J Endod* 1988;14:312–4.
- Brabant H, Klees L, Werelds RJ. *Anomalies, mutilations et tumeurs des dents humaines.* Paris, France: Editions Julien Prelat 1958.
- Buchanan LS. Innovations in endodontics instruments and techniques: how they simplify treatment. *Dent Today* 2002;21:52–61.
- Calberson FL, De Moor RJ, Deroose CA. The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod* 2007;33:58–63.
- Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endod* 1987;13:541–5.
- Cantatore G, Berutti E, Castellucci A. Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endod Topics.* 2009;15:3–31.
- Caputo B, Filho G, Salgado D. “Evaluation of the root canal morphology of molars by using cone-beam computed tomography in a Brazilian population: Part I,” *Journal of Endodontics*, vol. 1-4, 2016.
- Carabelli G. *Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde*, 2nd ed. Vienna: Brau- muller und Seidel, 1844:114.
- Carlsen O, Alexandersen V. Radix entomolaris: identification and morphology. *Scand J Dent Res.* 1990;98:363–73.

- Carlsen O, Alexandersen V. Radix paramolaris in permanent mandibular molars: identification and morphology. *Scan J Dent Res* 1991;99:189–95.
- Chakradhar, A., Nepal, M., Pradhan, S., Acharya, N., & Poudel, P. Occurrence of Extra Roots in Permanent Mandibular Molars: A Cone Beam Computed Topography Study. *Journal of Nepalese Society of Periodontology and Oral Implantology*, 2021;5(1), 29–33.
- Chandra SS, Chandra S, Shankar P, Indira R. Prevalence of radix entomolaris in mandibular permanent first molars: a study in a South Indian population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112:77–82.
- Chen Q, Yao H, Tong C. Investigation of the root channel configuration of mandibular first molaris in a Taiwan Chinese population. *Int Endod. J* 2009 42(11):1044–9.
- Chen YC, Lee YY, Pai SF, Yang SF. The morphologic characteristics of the distolingual roots of mandibular first molars in a Taiwanese population. *J Endod.*2009;35(5):643–5.
- Cheung GS, Stock CJ. In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J* 1993;26:334 – 43.
- Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 1983;9:475–9.
- Christie W, Thompson G. (1994) The importance of endodontic access in locating maxillary and mandibular molar canals. *Journal of the Canadian Dental Association* 60, 527–32.
- Cimilli H, Mumcu G, Cimilli T, *et al*: Correlation between root canal patterns, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 102:e16, 2006.
- Clark D. The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. *Dent Today* 2004;23:74 – 81.
- Cohen AS, Brown DC (2002) Orofacial dental pain emergencies: endodontic diagnoses and management. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the Pulp*, 8th edn. Boston, MA, USA: Mosby, pp. 31–75.
- Colak, H. Ozcan, E. Hamidi, M. “Prevalence of three- rooted mandibular permanent first molars among the Turkish population,” *Nigerian Journal of Clinical Practice*, vol. 15, no. 3, pp. 306–310, 2012.
- Collins W. “Collins English Dictionary”. 13rd. Glasgow, Scotland: HarperCollins Publishers; 2018. [Google Scholar]

- Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Scwartz SA, Schindler WG (2007) Endodontic applications of cone beam volumetric tomography. *Journal of Endodontics* 33, 1121–32.
- Curzon ME. Miscegenation and the prevalence of three-rooted mandibular first molars in the Baffin Eskimo. *Community Dent Oral Epidemiol* 1974;2:130 –1.
- Curzon ME. Three-rooted mandibular permanent molars in English Caucasians. *J Dent Res* 1973;52:181.
- Dastgerdi, A. Navabi, M. Hafezi,L. “Anatomy of permanent mandibular first molars in a selected Iranian population using cone-beam computed tomography,” *Iranian Endodontic Journal*, vol. 13, no. 2, pp. 251–256, 2018.
- De Moor RJG, Calberson FLG: Root canal treatment in a mandibular second premolar with three root canals, *J Endod* 31:310, 2005.
- De Moor R, Deroose C. The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics. *J Endod* 2007;33:58–63
- De Moor R, Hommeez G. The long-term sealing ability of an epoxy resin root canal sealer used with five gutta percha obturation techniques. *Int Endod J* 2002;35:275– 82.
- De Moor RJ, Deroose CA, Calberson FL, “The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge,” *International Endodontic Journal*, vol. 37, no. 11, pp. 789–799, 2004.
- De Souza-Freitas JA, Lopes ES, Casati-Alvares L. Anatomic variations of lower first permanent molar roots in two ethnic groups. *Oral Surgery* 1971; 31, 274–8.
- Del Fabbro M, Taschieri S, Lodi G, Banfi G, Weinstein RL. Magnification devices for endodontic therapy. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015, Issue 12. Art. No.: CD005969. DOI: 10.1002/14651858.CD005969.pub3.
- Demirbuga S, Sekerci, A. Dincer, A. Cayabatmaz, M. Zorba, Y. “Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals,” *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal*, vol. 18, no. 4, pp. e737–e744, 2013.
- de Pablo OV, 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 Dec;36(12):1919-31.
- Doyle L. H., Goodell S. L., Krell G. G. Glossary of endodontic terms. American Association of Endodontists (AAE), United State: Berman. 2019

- Duman S. B., Duman S., Bayrakdar I. S., Yasa Y., Gumussoy I. Evaluation of radix entomolaris in mandibular first and second molars using cone-beam computed tomography and review of the literature. *Oral Radiology*. 2020;36(4):320–326.
- Ee J, Fayad M, Johnson B (2014) Comparison of endodontic diagnosis and treatment planning decisions using cone-beam volumetric tomography versus periapical radiography. *Journal of Endodontics* 40, 910– 6.
- Elnaghy AM, Elsaka SE. Cyclic fatigue resistance of One Curve, 2Shape, ProFile Vortex, Vortex Blue, and RaCe nickel-titanium rotary instruments in single and double curvature canals. *J Endod* 2018;44:1725–30.
- Felsypremila G, Vinothkumar T, Kandaswamy D. Anatomic symmetry of root and root canal morphology of posterior teeth in Indian subpopulation using cone beam computed tomography: A retrospective study. *Eur J Dent*. 2015 Oct-Dec; 9(4): 500–507
- Ferraz JA, Pecora JD. Three-rooted mandibular molars in patients of Mongolian, Caucasian and Negro origin. *Braz Dent J* 1993;3:113–7.
- Garg AK, Tewari RK, Agrawal N. Prevalence of three-rooted mandibular first molars among Indians using SCT. *Int J Dent* 2013; <http://dx.doi.org/10.1155/2013/183869> [Epub ahead of print].
- Goerig AC, Neaverth EJ A simplified look at the buccal object rule in endodontics. *Journal of Endodontics* 1987;13, 570–2.
- Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JJ. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. *J Endod* 1988;14:7–12.
- Goo HJ, Kwak SW, Ha JH. Mechanical properties of various heat-treated nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2017;43:1872–7.
- Goodman A, Beck M, Melfi R, Meyers W. An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod* 1985;11:249 –56.
- Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J* 2004;37:425-37.
- Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino VA, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel– titanium rotary systems. *Int Endod J*. 2006;39(10):755–63.
- Gu Y, Lu Q, Wang H. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars–part I: pulp floor and root canal system. *J Endod* 2010; 36:990–4.

Gulabivala K, Opananon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. *Int Endod J*. 2002;35(1):56–62.

Gulabivala T, Aung A, Alavi, Y. L Ng, “Root and canal morphology of Burmese mandibular molars,” *International Endodontic Journal*, vol. 34, no. 5, pp. 359–370, 2001.

Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 2005;31:166–70.

Hai-feng M, Hai-xia, Q, Jun-rong R, “Variations in the root and root canal of permanent mandibular first molars in the Han Population of southwest Shandong Province: a three-dimensional reconstruction based on cone-beam CT data using Planmeca Romexis software,” *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, vol. 21, no. 16, pp. 2521–2526, 2017.

Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J* 1997;30:323–31.

Hommez GMG, Braem M, De Moor RJG Root canal treatment performed by Flemish dentists. Part 1. Cleaning and shaping. *International Endodontic Journal* 2003; 36, 166–73.

Huang RY, Cheng WC, Chen CJ, et al. Three-dimensional analysis of the root morphology of mandibular first molars with distolingual roots. *Int Endod J* 2010; 43:478–84.

Huang, Y. Chang, M. Chuang C. “Evaluation of root and canal systems of mandibular first molars in Taiwanese individuals using cone-beam computed tomography,” *Journal of the Formosan Medical Association*, vol. 109, no. 4, pp. 303–308, 2010.

Inan U, Aydin C, Uzun O, Topuz O, Alacam T. Evaluation of the surface characteristics of used and new ProTaper instruments: an atomic force microscopy study. *Journal of Endodontics* 2007;33, 1334–7.

Ingle JJ, Bakland LF, eds. *Endodontics*, 5th edn. Hamilton, London, UK: BC Decker Inc., 203–58.

Irodi S, Farook A. Z., “Three rooted mandibular molar; radix entomolaris and paramolaris,” *International Journal of Dental Clinics*, vol. 3, pp. 102–104, 2011.

Jain M, Sharma A: Radix entomolaris and paramolaris in a mandibular molar: an unusual variant. *IJRSFP*. 2020, 11:40407-9. 10.24327/ijrsr.2020.1112.8689

- Jang JK, Peters O, Lee W, Son SA, Park JK, Kim HC. Incidence of three roots and/or four root canals in the permanent mandibular first molars in a Korean sub-population. *Clin Oral Investig*. 2013;17(1):105–11.
- Jensen SA, Walker TL, Hutter JW, Nicoll BK. Comparison of cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod* 1999;25:735–8. Review Article JOE — Volume 33, Number 2, February 2007 *Ultrasonics in Endodontics* 91
- Johnson WN, Wilson JR. Application of the ultrasonic dental unit to scaling procedures. *J Periodontol* 1957;28:264–71. Review Article JOE — Volume 33, Number 2, February 2007 *Ultrasonics in Endodontics* 89
- Kantilieraki, A. Delantoni, A. Angelopoulos, C. “Evaluation of root and root canal morphology in mandibular first and second molars in a Greek population- a CBCT study,” *European Endodontic Journal*, vol. 4, pp. 62–68, 2019.
- Kaya Buyukbayran, O. Çolakoglu, U. Elcin, D. “Evaluation of Radix Entomolaris, Radix Paramolaris and C-shaped canals in mandibular molars using cone-beam computed tomography,” *6e Journal of the Dental Faculty of Ankara University*, vol. 31, pp. 563–570, 2021.
- Khurayzi, E. Beleges, M. Dallak, A. “Prevalence of radix entomolaris (RE) in the mandibular permanent first molars among the Saudi arabian population– a systematic review,” *Saudi Journal of Oral Dental Research*, vol. 6, no. 1, pp. 22–30, 2021.
- Kim K. R., Song J. S., Kim S.-O., Kim S. H., Park W., Son H.-K. Morphological changes in the crown of mandibular molars with an additional distolingual root. *Archives of Oral Biology*. 2013;58(3):248–253.
- Kim S. *Modern endodontic practice: instruments and techniques*. Dental Clinics of North America 2004;48(1): 1–9.
- Kim SY, Kim BS, Woo J, Kim Y. Morphology of mandibular first molars analyzed by cone-beam computed tomography in a Korean population: variations in the number of roots and canals. *J Endod* 2013;39:1516–21.
- Kqiku L, Stadtler P. Radiographic versus electronic root canal working length determination. *Indian J Dent Res* 2011;22:777-80.
- Krell KV, Johnson RJ, Madison S. Irrigation pattern during ultrasonic canal instrumentation. Part I. K-type files. *J Endod* 1988;14:65–8.

Kruse C, Spin-Neto R, Wenzel A, Kirkevang LL Cone beam computed tomography and periapical lesions: a systematic review analysing studies on diagnostic efficacy by a hierarchical model. *International Endodontic Journal* 2015;48, 815– 28

Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel titanium endodontic instruments failure. *J Endod* 2001;27:516–20.

Kulid JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. *J Endod.* 1990;16(7):311–7.

Kunert GG, Camargo Fontanella VR, de Moura AA, Barletta FB. Analysis of apical root transportation associated with ProTaper Universal F3 and F4 instruments by using digital subtraction radiography. *J Endod* 2010;36:1052–5.

Kuzekanani M, Najafipour R: Prevalence and distribution of radix paramolaris in the mandibular first and second molars of an Iranian population. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2018, 8:240-244. 10.4103/jispcd

Kuzekanani M, Walsh LJ, Haghani J, Kermani AZ. Radix entomolaris in the mandibular molar teeth of an Iranian population. *Int J Dent.* 2017;21:1–5.

Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ, Landini G. A new insight into the oscillation characteristics of endosonic files used in dentistry. *Phys Med Biol* 2004;49: 2095–102.

Lee G, Lankalis J, Tamari K, Steven R: Use of cone-beam computed tomography in diagnosing and treating endodontic treatment failure: A case study. *J Orofac Sci.* 2017, 9:58. 10.4103/0975-8844.207950

Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J* 2004;37:672– 8.

Leoni GB, Versiani M, Pecora J, Sousa-Neto M. Micro-computed tomography analysis of the root canal morphology of mandibular incisors. *J Endod* 2013;39: 1529–33.

Lin YH, Mickel AK, Jones JJ, Montagnese TA, Gonzalez AF. Evaluation of cutting efficiency of ultrasonic tips used in orthograde endodontic treatment. *J Endod* 2006;32:359 – 61.

Lumley PJ, Walmsley AD, Laird WRE. An investigation into the occurrence of cavitation activity during endosonic instrumentation. *J Dent* 1988;16:120 –2.

Martin H, Cunningham W. Endosonics: the ultrasonic synergistic system of endodontics. *Endod Dent Traumatol* 1985;1:201– 6.

- Martínez, M. Aportación metodológica a la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. Tesis de Doctor en Odontología. Valencia, Universidad de Valencia, 1998. pp.10,11,13-15,36.
- Matherne RP, Angelopoulos C, Kulid JC, Tira D. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal of Endodontics* 2008;34, 87–9.
- Mayer BE, Peters OA, Barbakow F. Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 2002;35:582–9.
- Mendes EB, Soares AJ, Martins JN, Silva EJ, Frozoni MR: Influence of access cavity design and use of operating microscope and ultrasonic troughing to detect middle mesial canals in extracted mandibular first molars. *Int Endod J*. 2020, 53:1430-7.
- Midtbø M, Halse A. Root length, crown height, and root morphology in Turner syndrome. *Acta Odontol Scand* 1994;52:303-314.
- Moreno A. Thermomechanical softened gutta-percha root canal filling. *J Endod* 1977;3:186 – 8.
- Movassagh Z., P. Ghahari, and N. Heidari, “Radix entomolaris: a case report,” *Avicenna Journal of Dental Research*, vol. 8, no. 3, Article ID e26265, 2016.
- Mukhaimer and Z. Azizi, “Incidence of radix entomolaris in mandibular first molars in Palestinian population: a clinical investigation,” *International Scholarly Research Notices*, vol. 2014, Article ID 405601, 5 pages, 2014. *International Journal of Dentistry*
- Navarro LF, Luzi A, Garcia AA, Garcia AH: 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* 12:E605, 2007
- Ngeow, N. Redzuan, A.Nawawi, M. “A cone-beam computed tomography study on the morphometry of the mandibular molars and their relative root lengths to the mandibular height,” *Archives of Orofacial Sciences*, vol. 15, no. 2, pp. 119–137, 2020.
- Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics* 2005; 12: 25–38.
- Parolia A, Kundabala M, Thomas MS, Mohan M, Joshi N: Three rooted, four canalled mandibular first molar (Radix Entomolaris). *Kathmandu Univ Med J (KUMJ)*. 2009, 7:289-92. 10.3126/kumj.v7i3.2739

- Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C. Cone beam computed tomography in endodontics-a review of the literature. *International Endodontic Journal* 2019;52, 1138– 52.
- Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *Int Endod J* 2007;40:818–30.
- Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J.* 2009, 42:447-62.
- Patel S, Patel R, Foschi F, Mannocci F. The impact of different diagnostic imaging modalities on the evaluation of root canal anatomy and endodontic residents' stress levels: a clinical study. *Journal of Endodontics* 2019; 45, 406– 13.
- Patiño PV, Biedma BM, Lie'bana CR, Cantatore G, Bahillo JG The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *Journal of Endodontics* 2005; 31, 114–6.
- Pecora JD. Dispositivos de aumento para terapia endodóntica (Revisión) 2 Copyright © 2016 The Cochrane Collaboration. Publicado por John Wiley & Sons, Ltd. 1993; Khayat 1998; Rubinstein 1999 ; Castellucci 2003)
- Pedulla E, Lo Savio F, Boninelli S, et al. Torsional and cyclic fatigue resistance of a new nickel – titanium instrument manufactured by electrical discharge machining. *J Endod* 2016;42:156–9.
- Perez-Heredia, C. Ferrer-Luque, M. Bravo, M. “Cone-beam computed tomographic study of root anatomy and canal configuration of molars in a Spanish population,” *Journal of Endodontics*, vol. 1–6, 2017. 2020.
- Peters O, Gluskin A, Weiss R, Han JT. An in vitro assessment of the physical properties of novel HyFlex nickel–titanium rotary instruments. *Int Endod J* 2012;45:1027–34.
- Plotino G, Pameijer CH, Grande NM, Somma F. Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics* 2007; 33, 81–95.
- Plotino G, Tocci L, Grande NM, Testarelli L, Messineo D, Ciotti M, Glassman G, D'ambrosio F, Gambarini G. Symmetry of root and root canal morphology of maxillary and mandibular molars in a white population: a cone-beam computed tomography study in vivo. *J Endod.* 2013;39(12): 1545–8.

- Popovic, S. Zivanovic, T. Vucicevic, M. Grujovic, A. Papic, M. “Cone-beam computed tomography study of tooth root and canal morphology of permanent molars in a Serbian population,” *Vojnosanitetski Pregled*, vol. 77, no. 5, pp. 470–478, 2020.
- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23:77–85.
- Qiao X. Zhu H, Yan Y. Li J. Ren J. Gao Y. Zou L. “Prevalence of middle mesial canal and radix entomolaris of mandibular first permanent molars in a western Chinese population: an in vivo conebeam computed tomographic study,” *BMC Oral Health*, vol. 20, no. 224, pp. 224–228, 2020.
- Quackenbush LE. Mandibular molar with three distal root canals. *Dent traumatol*. 1986; 2: 48–9.
- Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1977;44:306–12.
- Rampado ME, Tjaderhane L, Friedman S, Hamstra SJ. The benefit of the operating microscope for access cavity preparation by undergraduate students. *J Endod* 2004;30:863–7.
- Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: A randomized clinical trial. *J Endod* 2010;36:1753-6.
- Ray H A, Trope M. Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and coronal restoration. *Int Endod J* 1995; 28: 12–18.
- Razumova, S. Brago, A. Khaskhanova, A. “A cone-beam computed tomography scanning of the root canal system of permanent teeth among the moscow population,” *International Journal of Dentistry*, vol. 2018, Article ID 2615746, 6 pages, 2018.
- Reichart PA, Metah D. Three-rooted permanent mandibular first molars in the Thai. *Community Dent Oral Epidemiol* 1981;9:191–2.
- Ribeiro FC, Consolaro A. Importancia clinica y antropologica de la raiz distolingual en los molars inferiores permanentes. *Endodontica*. 1997;15:72–8.
- Ridell K, Mejáre I, Matsson L Dens invaginatus: a retrospective study of prophylactic invagination treatment. *International Journal of Paediatric Dentistry* 2001; 11: 92-7.

- Rosen E, Taschieri S, Del Fabro M. The Diagnostic Efficacy of Cone-beam Computed Tomography in Endodontics: A Systematic Review and Analysis by a Hierarchical Model of Efficacy. *J Endod* 2015; 41: 1008-1014.
- Ruddle CJ. Nonsurgical endodontic retreatment. *J Calif Dent Assoc* 2004;32: 474 – 84.
- Schafer E, Breuer D, Janzen S. The prevalence of three-rooted mandibular permanent first molars in a German population. *J Endod.* 2009;35:202–5
- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18: self-adjusting file, Reciproc, and Twisted File systems. *J Endod* 2013;39:1044–50.
- Sempira HN, Hartwell GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. *J Endod* 2000;26:673–4.
- Shanmugaraj M, Nivedha R, Mathan R, Balagopal S. Evaluation of working length determination methods: An in vivo / ex vivo study. *Indian J Dent Res* 2007;18:60-2.
- Sharaan M., Elrawdy A. An evaluation of mandibular molars root canal morphology using cone-beam computed tomography in an Egyptian subpopulation. *Tanta Dental Journal* . 2017;14(4):220–224.
- Sheets CG, Paquette JM. Ultrasonic tips for conservative restorative dentistry. *Dent Today* 2002;21:102– 4. .
- Shemesh A., Levin A., Katzenell V. Prevalence of 3- and 4-rooted first and second mandibular molars in the Israeli population. *Journal of Endodontics.* 2015;41(3):338–342.
- Silva, Y. Nejaime, A. Silva, V. Hailer-Neto, F. Cohenca, N. “Evaluation of root canal configuration of mandibular molars in a Brazilian population by using cone beam computed tomography: an in vivo study,” *Journal of Endodontics*, vol. 39, no. 7, pp. 849–852, 2013.
- Siqueira, J. F., Alves, F. R. F., Versiani, M. A., Rôças, I. N., Almeida, B. M., Neves, M. A. S., & Sousa-Neto, M. D. Correlative Bacteriologic and Micro-Computed Tomographic Analysis of Mandibular Molar Mesial Canals Prepared by Self-Adjusting File, Reciproc, and Twisted File Systems. *Journal of Endodontics* 2013; 39(8), 1044–1050.
- Sjogren U, Sunqvist G. Bacteriologic evaluation of ultrasonic root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;63:366 –70.
- Skidmore AE, Bjorndahl AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1971; 32, 778–84.

Slaus G, Bottenberg P A survey of endodontic practice amongst Flemish dentists. *International Endodontic Journal*. 2002;35, 759–67.

Slowley RR (1974) Radiographic aids in the detection of extra root canals. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 37, 762–72

Smadi L. Comparison between two methods of working length determination and its effect on radiographic extent of root canal filling: A clinical study [ISRCTN71486641]. *BMC Oral Health* 2006;6:4.

Somma, F.; Castagnola, R.; Lajolo, C.; Paternò Holtzman, L. & Marigo, L. In vivo accuracy of three electronic root canal length measurement devices: Dentaport ZX, Raypex 5 and ProPex II. *Int. Endod. J.* 2012; 45(6):552-6.

Song JS, Choi HJ, Jung IY, Jung HS, Kim SO. The prevalence and morphologic classification of distolingual roots in the mandibular molars in a Korean population. *J Endod.* 2010;36:653–7.

Song JS, Kim SO, Choi BJ, Choi HJ, Son HK, Lee JH. Incidence and relationship of an additional root in the mandibular first permanent molar and primary molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(1):e56–60.

Sonntag D, Guntermann A, Kim SK, Stachniss V Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary Ni-Ti files performed by students. *International Endodontic Journal* 2003;36, 246–55.

Souza-Flamini L. E., Leoni G. B., Chaves J. F. M., et al. The radix entomolaris and paramolaris: a micro-computed tomographic study of 3-rooted mandibular first molars. *Journal of Endodontics*. 2014;40(10):1616–1621

Sperber GH, Moreau JL. Study of the number of roots and canals in Senegalese first permanent mandibular molars. *Int Endod J* 1998;31:112– 6.

Spoletti P, Siragusa M, Spoletti MJ. Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod* 2003;29:12– 4.

Steelman R (1986) Incidence of an accessory distal root on mandibular first permanent molars in Hispanic children. *Journal of Dentistry for Children*, 53:122–3.

Stock CJR. Current status of the use of ultrasound in endodontics. *Int Dent J* 1991;41:175–82.

Street EV. Critical evaluation of ultrasonics in dentistry. *J Prosthet Dent* 1959;9:32– 41. 7.

Stroner WF, Remeikis NA, Carr GB. Mandibular first molar with three distal canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 May;57(5):554-7.

Sundaresh KJ, Srinivasan R, Mallikarjuna R, Rajalbandi S. Endodontic management of middle mesial canal of the mandibular molar, *BMJ Case Rep* 2013. pii: bcr2012008261, doi10.1136/br-2012-008261

Tahmasbi M, Jalali P, Nair MK, Barghan S, Nair UP. Prevalence of middle mesial canals and isthmi in the mesial root of mandibular molars: an in vivo cone beam computed tomographic study. *J Endod.* 2017;43(7):1080-3.

Theodorakou C, Walker A, Horner K, Pauwels R, Bogaerts R, Jacobs R. Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *The British Journal of Radiology* 2012; 85, 153- 60.

Thoden Van Velzen SK, Wesselink PR, De Cleen MJH. *Endodontologie*, 2nd ed. Bohn Stafleu Van Loghum, Houtem/Diegem, 1995:142-3.

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

Tu MG, Huang HL, Hsue SS. Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *Journal of Endodontics* 2009;35, 503-7.

Tu MG, Tsai CC, Jou MJ, Chen WL, Chang YF, Chen SY, Cheng HW. Prevalence of three-rooted mandibular first molars among Taiwanese individuals. *J Endod.* 2007;33(10):1163-6.

Turner CG II (1971) Three-rooted mandibular first permanent molars and the question of American Indian origins. *American Journal of Physical Anthropology* 34, 229-41.

Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2005;31:183-6.

Uroz-Torres D, Gonzalez-Rodriguez MP, Ferrer-Luque CM (2009) Effectiveness of a manual glide path on the preparation of curved root canals by using Mtwo rotary instruments. *Journal of Endodontics* 35, 699-702.

Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2006; 39:472- 6.

- Van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. A comparison between a smooth wire and a K-file in removing artificially placed dentine debris from root canals in resin blocks during ultrasonic irrigation. *Int Endod J* 2005;38:593–6.
- Versiani MA, Ordinola-Zapata R, Keles A, Alcin H, Bramante CM, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Middle mesial canals in mandibular first molars: a micro-CT study in different populations. *Arch Oral Biol.* 2016;61:130–7.
- Versiani MA, Pecora JD, de Sousa-Neto MD. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2012;38:977–82.
- Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58:589–99.
- Visser JB. Beitrag zur Kenntnis der menschlichen Zahnwurzelformen. Hilversum: Rotting 1948;49–72.
- Walker T, Quakenbush LE. Three rooted lower first permanent molars in Hong Kong Chinese. *Br Dent J* 1985;159:298–9.
- Walmsley AD, Laird WRE, Lumley PJ. Ultrasound in dentistry: Part 2. Periodontology and endodontics. *J Dent* 1992;20:11–7.
- Walmsley AD, Williams AR. Effects of constraint on the oscillatory pattern of endodontic files. *J Endod* 1989;15:189–94.
- Walton R.E. “Endodontic radiographic techniques,” *Dental Radiography and Photography*, vol. 46, pp. 51–59, 1973.
- Wang Q, Yu MG, Zhou XD, Peters OA, Zheng QH, Huang DM. Evaluation of X-ray projection angulation for successful radix entomolaris diagnosis in mandibular first molars in vitro. *J Endod.* 2011;37:1063–8.
- Wang, Q.-h. Zheng, X.-d. Zhou et al., “Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanente molars in a western Chinese population by cone-beam computed tomography,” *Journal of Endodontics*, vol. 36, no. 11, pp. 1786–1789, 2010.
- Warren N. Buchanan G, “Root and canal configurations of mandibular first molars in a South African subpopulation,” *Journal of Oral Science*, vol. 63, no. 3, pp. 252–256, 2021.
- Weine FS. Case report: three canals in the mesial root of a mandibular first molar. *J Endod.* 1982;8(11):517–20

West JD. The endodontic Glidepath: “secret to rotary safety”. *Dent Today* 2010;29: 86, 88, 90–3.

Wilcox LR, Walton RE, Case WB: Molar access: shape and outline according to orifice location, *J Endod* 15:315, 1989.

Williams AR. Disorganization and disruption mammalian and ameboid cells by acoustic streaming. *J Acoust Soc Am* 1972;52:688 –93.

Wu MK, Barkis D, Roris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region? *Int Endod J* 2002;35:264–7.

Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1995;79:492– 6.

Yang Y, Zhang LD, Ge JP, Zhu YQ. Prevalence of 3-rooted first permanent molars among a Shanghai Chinese population. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;110:e98–101.

Zelada G, Varela P, Marti´n B, Bahi´llo JG, Maga´n F, Ahn S The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics* 2002;28, 540–2.

Zhang R, Wang H, Tian YY, Yu X, Hu T, Dummer PMH. Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular molars in Chinese individuals. *Int Endod J.* 2011;44:990–9.)

Zhu J, Wang X, Fang Y, Von den Hoff JW, Meng L . An update on the diagnosis and treatment of dens invaginatus. *Aust Dent J* 2017; 62: 261–275.

Zinner DD. Recent ultrasonic dental studies including periodontia, without the use of an abrasive. *J Dent Res* 1955;34:748 –9.

Zmener O, Banegas G. Clinical experience of root canal filling by ultrasonic condensation of gutta-percha. *Endod Dent Traumatol* 1999;15:57–9.