



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**FO**  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

TRABAJO FINAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE ESPECIALISTA  
EN ENDODONCIA

**CONSIDERACIONES CLÍNICAS ESPECÍFICAS PARA  
EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DEL RADIX**

ALUMNA: Od. Quiroga Gargantini Agustina  
DIRECTORA: Od. Esp. González Ana Julieta  
MENDOZA, Julio 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia por el respaldo y apoyo incondicional.

A las amistades que acompañan estos procesos.

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

A ustedes, muchas gracias.

## INDICE

Resumen .....	Pag. 4
Introducción.....	Pag. 5
Caso Clínico.....	Pag. 16
Discusión .....	Pag. 20
Conclusión .....	Pag. 27
Referencias Bibliográficas.....	Pag. 28

## RESUMEN

Los molares inferiores pueden tener diferentes variaciones anatómicas, entre ellas, una raíz adicional ubicada por lingual (Radix Entomolaris) o por vestibular (Radix Paramolaris). Si está presente, el adecuado diagnóstico de esta raíz inusual y sus consideraciones clínicas específicas para su tratamiento, puede contribuir al resultado exitoso en la intervención endodóntica. En este trabajo se presenta un caso clínico, donde se realiza el tratamiento endodóntico del elemento 36 con un Radix Entomolaris, de una paciente de sexo femenino, caucásica, de 38 años de edad.

Se analiza, estudia y compara la prevalencia en los diferentes grupos étnicos, variaciones morfológicas y anatomía interna del Radix, 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 describen 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.

Es importante para los odontólogos tener un conocimiento profundo sobre esta variación anatómica, que si bien no se encuentra con gran frecuencia en nuestra población, puede llegarnos al consultorio y debemos saber resolverla.

El objetivo del presente trabajo es investigar en la literatura científica la anatomía de molares inferiores que presentan una raíz adicional, enfocado en las variables que influyen en el diagnóstico y poder seleccionar el tratamiento adecuado para obtener el éxito clínico.

## INTRODUCCIÓN

El radix es una variación anatómica que aparece con mayor frecuencia en el primer molar inferior permanente; una tercera raíz. En términos generales los primeros molares mandibulares presentan dos raíces, una mesial y una distal (Barker *et al.*, 1974; Vertucci *et al.*, 1984). En la mayoría de los casos, la raíz mesial tiene dos canales, que terminan en dos forámenes apicales, pero también, a veces, éstos se fusionan en apical para terminar en un foramen. Los canales de la raíz mesial generalmente son curvos, sobre todo el canal mesiovestibular. Este canal puede tener una curvatura significativa en el plano vestibulolingual que puede no ser evidente en las radiografías. Tal curvatura generalmente se puede detectar con instrumentos precurvados de pequeño calibre. Fabra-Campos (1985) y Bond (1988) informaron de la presencia de tres conductos mesiales con una incidencia entre el 1% (Vertucci FJ, 1984) y 15% (Sundaresh KJ *et al.*, 2013). Este conducto Mediomesiomesial se encuentra presente en el surco de desarrollo entre los conductos mesiales (Navarro LF *et al.*, 2007), generalmente con anastomosis entre ellos (DeMoor RJG *et al.*, 2005). La raíz distal tiene generalmente un canal en forma de riñón, de todos modos, un segundo conducto distal puede estar presente (Thoden *et al.*, 1995). Si dos canales (disto-vestibular y distolingual) están presentes en la raíz distal, generalmente son más redondos que ovalados en toda su longitud. Štroner (1987) observó la presencia de tres conductos distales.

Al igual que el número de conductos radiculares, el número de raíces también puede variar. 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). Esta raíz supernumeraria se encuentra en distolingual. También puede observarse en el lado mesiovestibular, denominada radix paramolaris (RP). La identificación y la morfología externa de estos molares, que contienen una raíz supernumeraria lingual o vestibular, se describen por Carlsen y Alexandersen (1991).

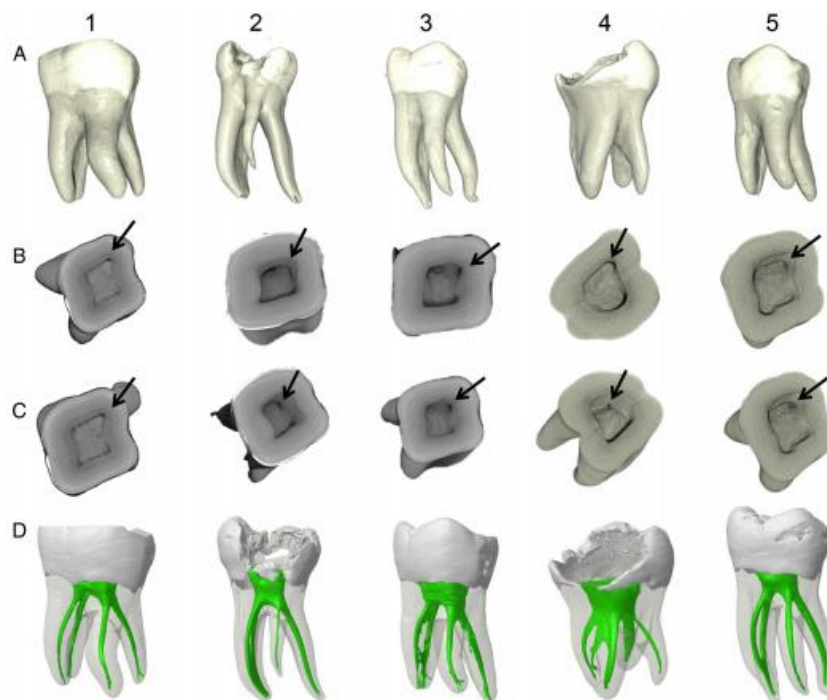
La presencia de un Radix Entomolaris en el primer molar inferior está asociada a ciertos grupos étnicos. En las poblaciones africanas se encuentran con una frecuencia

de 3% (Sperber *et al.*, 1998), mientras que en Eurasia y poblaciones de la India la frecuencia es menor al 5% (Tratman, 1938). En poblaciones con Rasgos mongoloides (chinos, esquimales y amerindios) se han señalado informes que el RE se produce con una frecuencia que va desde el 5% a más del 30% (Pedersen, 1949). Debido a su alta frecuencia en estas poblaciones, el Radix Entomolaris se considera una variante morfológica normal o eumórfica. En los caucásicos el Radix Entomolaris no es muy común, con una frecuencia máxima de 3.4 a 4.2% (Curzon, 1973), se considera una morfología de la raíz inusual o dismórfica. Un Radix Entomolaris se puede encontrar en el primero, segundo y tercer molar inferior, produciéndose con menor frecuencia en el segundo molar (Visser *et al.*, 1948). Algunos estudios informan de una ocurrencia bilateral del Radix Entomolaris de 50 al 67% (Steelman *et al.*, 1986). El Radix Paramolaris es muy raro y se produce con menor frecuencia que el Radix Entomolaris. El RE puede estar presente tanto en molares mandibulares temporarios como permanentes, ocurriendo con menos frecuencia en primeros molares temporarios. Se informó un caso de RE con ocurrencia bilateral en primeros molares temporarios y primeros molares permanentes, mientras que los segundos molares temporarios no se asociaron con RE. Sin embargo, según la literatura los segundos molares temporarios muestran una mayor prevalencia de RE (27.8%) en comparación con los primeros molares temporarios (9.7%) (Song JS. *et al.*, 2009).

La etiología de la formación del Radix Entomolaris todavía no está clara. En dismórficos, 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). 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). Las raíces supernumerarias pueden resultar secundarias a la disfunción metabólica durante el desarrollo de la raíz después del nacimiento (Baert AL, 2008). Su formación podría estar relacionada con las alteraciones en la vaina epitelial de Hertwig que forma la raíz (Alt KW *et al.*, 1998). Midtbø y 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.

El RE está localizado en distolingual, 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 (**Fig. 1**) (R. J. G. De Moor *et al.*, 2004). En la mayoría de los casos, la extensión pulpar es visible radiográficamente.

Al examen radiográfico, tres tipos de patrones para la curvatura del radix se han descrito en la clasificación de DeMoor: Tipo I (raíz recta), Tipo II (curvado en el tercio coronal y luego recto hasta el ápice), y Tipo III (curvado en el tercio coronal, con curvatura mesiovestibular desde el tercio medio hasta el tercio apical de la raíz) (F. L. Calberso *et al.*, 2007).



**Fig. 1.** 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: Luis Eduardo 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. Pág. 2.

El RE y RP se pueden clasificar según Carlsen et Alexandersen (1990) en cuatro tipos diferentes de acuerdo a su ubicación en el tercio cervical (Parolia A. *et al.*, 2009). Tipo A: En distal del tercio cervical se encuentran dos raíces. Tipo B: Igual que el tipo A, pero sólo una raíz distal. Tipo C: En mesial del tercio cervical se encuentra una raíz. Tipo AC: Se encuentra ubicada central entre la raíz mesial y la raíz distal. También describieron dos diferentes tipos de Radix Paramolaris (Carlsen O, Alexandersen V., 1990): El tipo A: Se refiere a un RP que se encuentra en la parte cervical de la raíz mesial. EL tipo B: Se refiere a un RP que se encuentra ubicado en la parte cervical central a la raíz distal y mesial.

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 canal no tratado durante el tratamiento endodóntico. Debido a que el Radix puede estar situado en el mismo plano vestibulolingual 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. 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 mencionamos 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. La situación exacta de un objeto en el espacio se puede determinar por diversos procedimientos, significativamente más seguro es el método 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. Lo que, al moverse el tubo, se mueve sobre la película en la misma dirección, está próximo a la película. 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 próximo a ella tanto más cuanto mayor sea la distancia entre ambos (Pasler, 1991).

Además de un diagnóstico radiográfico, 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. Se ha observado que un mayor número de cúspides no está necesariamente relacionado con un mayor número de raíces; sin embargo, una raíz adicional es casi siempre asociado con un mayor número de cúspides y con una mayor cantidad de conductos radiculares (Sperber GH *et al.*, 1998; Carlsen O. *et al.*, 1999; Brabant H *et al.*, 1958). En síntesis, una cúspide adicional o un lóbulo distal, en combinación con una prominencia cervical o convexidad, pueden indicar la presencia de una raíz adicional.

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). Los beneficios y los riesgos potenciales, deben discutirse con el paciente de antemano. 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 (Theodorakou *et al.*, 2012) y deben considerarse medidas de reducción de dosis. 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 mejore el manejo clínico (Ee *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2019).

Si se diagnostica un Radix antes de comenzar con el tratamiento endodóntico, sabemos qué esperar o dónde examinar una vez que se ha abierto la cámara pulpar. La ubicación del orificio del conducto radicular de un Radix tiene implicaciones para la apertura cameral. La cavidad de acceso para el primer molar mandibular es típicamente trapezoide o romboide, independientemente del número de canales que presente (Wilcox LR *et al.*, 1989) Cuando cuatro o más canales están presentes, las esquinas del trapecio o rombo deben corresponder a las posiciones de los principales orificios. Los orificios de todos los canales, 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 mesiolingual y distolingual sin inclinarse. Los orificios mesiales generalmente están bien separados y están conectados por un surco del desarrollo (Cimilli H *et al.*, 2006). El orificio mesiovestibular está comúnmente debajo de la cúspide mesiovestibular, mientras que el orificio mesiolingual generalmente se encuentra lingual al surco central. El orificio del RE está ubicado mesiolingualmente del canal principal o canales 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 distolingual y mesiovestibular dependiendo del caso. 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 por sí mismo 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 para el clínico en situaciones terapéuticas específicas (Del Fabbro M *et al.*, 2015).

Una línea oscura en el piso de la cámara pulpar puede indicar la ubicación precisa del orificio del canal Radix. 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 canales 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 canales, sino también para reducir el tiempo y la predictibilidad del tratamiento (Clark D., 2004; Buchanan LS., 2002). 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. 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 difíciles. 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 D., 2004; Buchanan LS., 2002). El corte ultrasónico parece estar significativamente influenciado por el ajuste de la potencia, a medida que ésta aumenta se extraen fragmentos más grandes de tejido (Waplinton M. *et al.*, 2000), dependiendo a su vez de la punta ultrasónica utilizada. Por lo tanto, debe utilizarse con las precauciones necesarias mientras se buscan los orificios de entrada de los canales, ya que el corte puede causar una modificación no deseada de la anatomía de la cámara pulpar (Paz E. *et al.*, 2005).

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 JD., 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 DD *et al.*, 2002).

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 (F. L. Calberson *et al.*, 2007).

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). Para esto contamos con varios métodos. La sensación táctil, el uso de la longitud media del canal para cada elemento y la aplicación de conos de papel son ejemplos de métodos experimentales que utilizan algunos odontólogos debido a su simplicidad. Sin embargo, estas técnicas pueden ser inexactas en algunos pacientes, por ejemplo en los elementos dentarios con ápice abierto y con curvatura apical (Shanmugaraj M *et al.*, 2007). 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 S *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 (Kqiku L *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 MP *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 L., 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 canales 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 canales radiculares con una conicidad uniforme suficiente para la adecuada limpieza y posterior obturación en un tiempo aceptable (Sonntag *et al.*, 2003, Moore *et al.*, 2009, Uroz-Torres *et al.*, 2009).

Una inclinación severa de la raíz o una curvatura del canal, 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. El uso de limas rotatorias flexibles de Níquel Titanio permite una mejor preparación del canal. 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 canales estrechos. Por esta razón, después de la ubicación y el agrandamiento del orificio de entrada al canal 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 canal se vuelve al menos igual al diámetro de la punta del instrumento utilizado (Berutti *et al.*, 2004).

La fractura puede ocurrir debido al estrés por torsión o por flexión (fatiga cíclica) (Pedulla E. *et al.*, 2016; Ullmann CJ. *et al.*, 2005). La fatiga cíclica parece ser la causa más frecuente de roturas "inesperadas" (Shen Y *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 JP *et al.*, 1997; Goo HJ *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 G *et al.*, 2001). Una de las variables más importantes involucradas en la fractura del instrumento es el radio de curvatura (Grande NM *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 D *et al.*, 2012; Elnaghy AM *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 A, 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 M *et al.*, 2018). Una inserción de la lima inclinada en los canales, y un pequeño radio de curvatura del canal,

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 canales curvos. Se han intentado tratamientos térmicos para desarrollar una aleación superelástica que mejore la características de los instrumentos tradicionales de NiTi (Peters O. *et al.*, 2012).

En el tratamiento endodóntico, la obturación tridimensional es el objetivo principal después de realizar una limpieza y conformación minuciosa del canal (Schilder, 1974). Se lleva a cabo para llenar el conducto radicular (Ørstavik D., 2005) intentando proporcionar un sellado hermético desde el orificio coronal del canal 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 H., Trope M., 1995).

El objetivo del presente trabajo es investigar en la literatura científica la anatomía de molares inferiores que presentan una raíz adicional, enfocado en las variables que influyen en el diagnóstico y poder seleccionar el tratamiento adecuado para obtener el éxito clínico.

## CASO CLÍNICO

Una paciente de sexo femenino de 38 años de edad, sin antecedentes sistémicos de relevancia fue 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. Se realizó la historia clínica completa, la paciente no presentó ninguna particularidad a nivel local y ni sistémico.

El motivo de la consulta fue por dolor espontáneo y permanente en la región mandibular inferior izquierda.

Al examen clínico odontológico se observó una lesión de caries de tamaño medio, ocluso 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 respondió negativamente.

Los tejidos blandos a fondo de surco se presentaban normales. (**Fig. 2**)

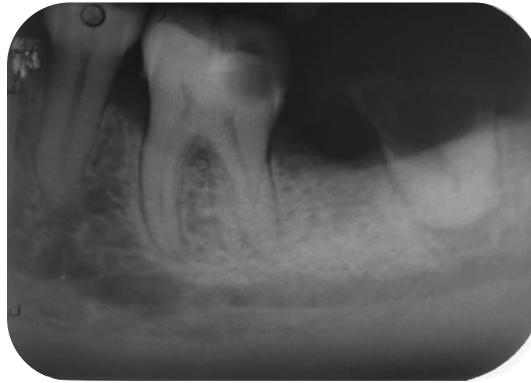


**Fig. 2-** Fotografía del Elemento 36 con caries macropenetrante

Se tomó una radiografía periapical pre-operatoria ortoradial (**Fig. 3**), utilizando placas radiográficas Kodak ultra speed, donde se observó en el elemento 36 una lesión cariosa



ocluso distal en relación con el cuerno pupar distal. Se arribó al diagnóstico clínico de pulpitis irreversible. Además se detectó la presencia de cálculos pulpaes a nivel cameral y a nivel radicular se observó en el área distal superposición de estructuras anatómicas compatible con una raíz adicional.



**Fig. 3-** Radiografía preoperatoria

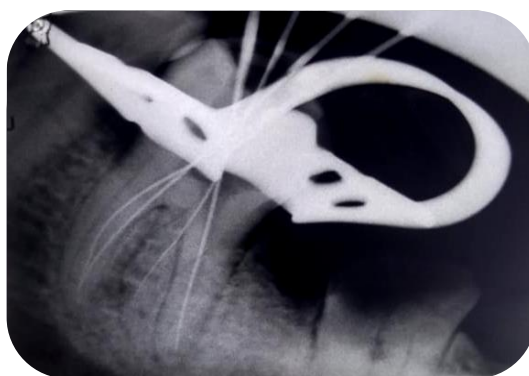
Por este motivo se decidió hacer una segunda toma radiográfica con una angulación de 30° hacia distal (**Fig. 4**), donde pudo observarse de manera más clara la disociación de ambas raíces, además, se pudo concluir que la raíz adicional estaba por lingual, arribando al diagnóstico de radix entomolaris.



**Fig. 4-** Toma radiográfica angulada.

De acuerdo con la clasificación de De Moor *et al.* (2004), este RE corresponde al tipo I (raíz recta).

Se realizó anestesia troncular al nervio dentario inferior (solución inyectable de carticaína clorhidrato al 4%-LAdrenalina 1:100000, laboratorio Bernabó), eliminación de caries con fresa redonda de baja velocidad con irrigación acuosa y seguido de la inactivación se realizó el aislamiento absoluto del elemento con goma dique (Sanctuary, Muntal S.A., Argentina). Luego se procedió a realizar la apertura (fresa redonda N°3 de alta velocidad) y desgastes compensatorios (piedra troncocónica). Con una lima K n° 10 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) se localizaron dos conductos mesiales y en la zona distal, el conducto distal en una posición media, el cual se designó como distovestibular, luego se amplió la apertura hacia distolingual para localizar la entrada del canal del radix. Luego de ampliar la entrada de los canales 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) Las medidas arrojadas fueron :19,5 mm para los canales mesivestibular y mesiolingual; y 20 mm para los canales distovestibular y distolingual (radix), todos con referencia oclusal en el surco lingual. Se logró la permeabilidad en todos los canales. Las longitudes fueron corroboradas radiográficamente (**Fig. 5** - Conductometría).

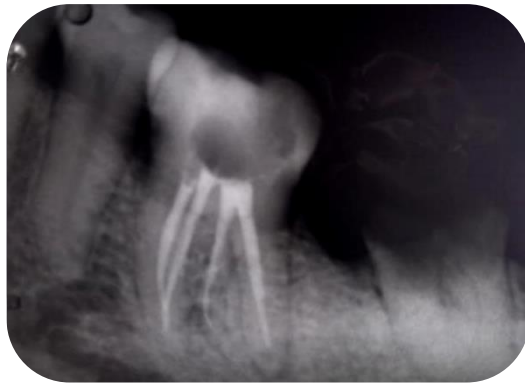


**Fig. 5** - Conductometría.

Se realizó instrumentación manual con limas 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).

Durante la instrumentación las limas fueron lubricadas con glicerina y se irrigó con Hipoclorito de Sodio a una concentración del 2,5%, EDTA al 17%, utilizando lavajes intermedios de solución fisiológica para evitar su interacción. Una vez finalizada la limpieza y conformación, se secó el sistema de canales 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.

Se procedió a la desinfección de los conos con hipoclorito de sodio y se preparó el cemento endodóntico Sealapex (Sybron /Kerr.EE.UU). Se llevó el cemento con lentulo (VDW, GmbH, München) calibre 25 y se procedió a la técnica de obturación convencional con condensación lateral utilizando conos accesorios MF, F y FM (Dia Dent Group International Inc. CANADA & USA). Se cortaron los conos con calor y luego fueron compactados verticalmente. Se limpió la cavidad con alcohol para eliminar los restos de cemento y se obturo la cavidad de acceso con ionómero vitreo (Ketac Molar 3M) como restauración provisoria. Se tomó la radiografía final de control inmediato (**Fig. 6**). Se derivó a la paciente para su rehabilitación post-endodóntica y controles posteriores



**Fig. 6** - Radiografía postoperatoria

## DISCUSIÓN

El radix es una variación anatómica que presenta diferentes características morfológicas, lo que plantea un desafío a la hora de realizar un tratamiento endodóntico. El diagnóstico precoz y preciso juega un papel 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 distolingual. 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 habla de una frecuencia máxima de 3.4 a 4.2% , 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 dismórficos, 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). En coincidencia con estos autores Alt KW *et al.* (1998) reportaron que su formación podría estar relacionada con las alteraciones en la vaina epitelial de Hertwig que forma la raíz. Luego, Baert AL (2008) dijo que las raíces supernumerarias pueden resultar secundarias a la disfunción metabólica durante el desarrollo de la raíz después del nacimiento. En eumórficos, es decir, donde la frecuencia del Radix es más alta, se considera una variante morfológica normal, y en su etiología según Reichart *et al.* (1981) influyen factores de genética racial, expresión de un gen particular que resulta en la manifestación fenotípica más pronunciada. Por otro lado, Midtbø y 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 este caso la raíz supernumeraria se presentó de longitud normal (R. J. G. De Moor *et al.*, 2004) midiendo lo mismo que la raíz distovestibular, 20mm, y al examen

radiográfico, conicidió con el patrón Tipo I (raíz recta) para la curvatura del radix descrita en la clasificación de DeMoor ( F. L. Calberso *et al.*, 2007). Este autor nombra también en su clasificación: Tipo II (curvado en el tercio coronal y luego recto hasta el ápice), y Tipo III (curvado en el tercio coronal, con curvatura mesiovestibular desde el tercio medio hasta el tercio apical de la raíz). Otra manera de clasificar, de acuerdo a su ubicación en el tercio cervical, según Carlsen et Alexandersen (1990) fue en cuatro tipos diferentes (Parolia A. *et al.*, 2009). Tipo A: En distal del tercio cervical se encuentran dos raíces. Tipo B: Igual que el tipo A, pero sólo una raíz distal. Tipo C: En mesial del tercio cervical se encuentra una raíz. Tipo AC: Se encuentra ubicada central entre la raíz mesial y la raíz distal. También describieron dos diferentes tipos de Radix Paramolaris (Carlsen O, Alexandersen V., 1990): El tipo A: Se refiere a un RP que se encuentra en la parte cervical de la raíz mesial. EL tipo B: Se refiere a un RP que se encuentra ubicado en la parte cervical central a la raíz distal y mesial.

Se utilizó la técnica radiográfica convencional ortoradial en un primer momento, conicidiendo con el reporte realizado por Zhu *et al.* (2017); las radiografías periapicales son los métodos de diagnóstico en 2D más utilizados en endodoncia. Luego de una inspección exhaustiva de la radiografía pre-operatoria y la interpretación de marcas y características particulares, como un contorno poco claro de la raíz distal y superposición de una aparente raíz adicional, se decidió para arribar al diagnóstico de radix entomolaris, en este caso, una segunda placa con diferente angulación horizontal para asegurar que la variación anatómica no se enmascare en una sola vista (Ridell *et al.*, 2001). De esta manera, se puede hacer un diagnóstico preciso en la mayoría de los casos. Lo que, al moverse el tubo, se mueve sobre la película en la misma dirección, está próximo a la película (Pasler, 1991), es decir, que el radix se diagnosticó por distolingual. Con ésta información y el análisis clínico detallado, en este caso se decidió intervenir el elemento y comenzar el tratamiento sin necesidad de pedir un examen CBCT complementario (Rosen *et al.*, 2014, Kruse *et al.*, 2015; Patel *et al.*, 2019). Si bien según Cotton *et al.*, (2007) 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; 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). 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. Debe ser solicitada sólo si ofrece ventajas significativas sobre las técnicas de imágenes convencionales, además los beneficios y los riesgos potenciales, deben discutirse con el paciente de antemano sobre todo con niños y adolescentes que son más sensibles a los efectos potenciales de la radiación ionizante (Theodorakou *et al.*, 2012) y deben considerarse medidas de reducción de dosis. En aquellos casos en los que la radiografía convencional no proporciona información suficiente para un diagnóstico confiable, se debe considerar un examen de CBCT si la información adicional de las imágenes tridimensionales reconstruidas ayuda al diagnóstico y la planificación del tratamiento y / o mejore el manejo clínico (Ee *et al.*, 2014; Rodríguez *et al.*, 2017; Patel *et al.*, 2019).

Para la intervención endodóntica del radix se han descrito diferentes consideraciones dependiendo de la ubicación de la raíz supernumeraria, en este elemento, la cavidad de acceso se realizó en un primer momento de manera convencional para el primer molar mandibular; típicamente trapezoide o romboide, independientemente del número de canales (Wilcox LR *et al.*, 1989). Mesialmente el acceso no invadió la cresta marginal, la extensión distal permitió el acceso en línea recta a los canales distales. La pared vestibular formó una conexión recta entre los orificios mesiovestibular y distovestibular, y la pared lingual conectó los orificios mesiolingual y distolingual sin inclinarse (Cimilli H *et al.*, 2006). Luego, para encontrar el orificio del RE se amplió la apertura mesiolingualmente del canal principal en la raíz distal. Resultando una extensión de la cavidad de apertura más rectangular. 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 las zona distolingual y mesiovestibular dependiendo del caso. Una línea oscura en el piso de la cámara pulpar puede indicar la ubicación precisa del orificio del canal Radix. 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 canales 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). Clark D.(2004) y Buchanan LS., (2002) reportaron anteriormente que 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 canales, sino también para reducir el tiempo y la predictibilidad del tratamiento. 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. 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 difíciles. 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 D., 2004; Buchanan LS., 2002). El corte ultrasónico parece estar significativamente influenciado por el ajuste de la potencia, a medida que ésta aumenta se extraen fragmentos más grandes de tejido (Waplington M. *et al.*, 2000), dependiendo a su vez de la punta ultrasónica utilizada. Por lo tanto, debe utilizarse con las precauciones necesarias mientras se buscan los orificios de entrada de los canales, ya que el corte puede causar una modificación no deseada de la anatomía de la cámara pulpar (Paz E. *et al.*, 2005).

La determinación de la longitud de trabajo es una de las etapas más importantes del tratamiento de endodoncia. Imprecisiones en este proceso pueden favorecer la ocurrencia de accidentes y complicaciones postoperatorias. La limpieza, conformación

y obturación del sistema de canales radiculares no pueden lograrse con precisión a menos que se determine con exactitud esta medida (Martinez, 1998). Shanmugaraj *et al.* (2007) reportaron que a lo largo de los años, las técnicas más habituales para determinar la longitud de trabajo han sido la sensación táctil y la técnica radiográfica, sin embargo, ninguna de las dos técnicas puede determinar la ubicación de la constricción apical. La sensación táctil es altamente inespecífica, más aún en canales de raíces con ápice inmaduro, con curvatura excesiva o que se van estrechando a lo largo de todo su recorrido. Por otra parte, la única información segura que nos ofrece la radiografía es la localización del ápice radiográfico, definido como la porción más apical del diente en una radiografía, lo cual está determinado también por la interpretación que le da el clínico. El ápice anatómico puede coincidir o no con el foramen apical, que es la zona en donde el canal se abre a la superficie radicular contactando con el ligamento periodontal. Dado que frecuentemente el foramen apical no se localiza en el ápice radiográfico, sino lateralmente a este, la ubicación de la lima a esta longitud produciría muchas veces sobre instrumentación y sobre obturación. Con frecuencia se puede observar en la conductometría radiográfica el lugar por donde la lima sale de la raíz cuando el foramen apical está hacia mesial o distal, o bien cuando coincide con el ápice anatómico. Sin embargo, cuando el foramen se encuentra en dirección vestibular o lingual, ocurre una superposición de su imagen con el ápice, lo cual puede ocasionar un error de interpretación radiográfica (Martínez, 1998). Ravanshad S *et al.* (2010) y Kqiku L *et al.* (2011) reportaron que 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. Si bien tiene sus ventajas, ya que podemos observar directamente el sistema de conducto radicular, la curvatura del canal y la existencia de lesiones periapicales, la radiografía no puede determinar la constricción apical, porque proporciona una imagen bidimensional de un objeto tridimensional. 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), 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 MP *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 L., 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. El localizador apical electrónico elimina muchos de los problemas asociados con los métodos radiográficos (Shanmugaraj *et al.*, 2007). Su principal ventaja es que puede medir la longitud del canal radicular hasta el final de la unión cemento-dentinaria. Se considera que es un método fácil y rápido, sin requisitos de exposición de rayos X (excepto cuando la radiografía se utiliza como complemento, para confirmar la medida de longitud indicada por el localizador apical). Sin embargo, no se debe olvidar que su precisión está influenciada por condiciones eléctricas del canal y es inexacta en dientes con el ápice muy abierto y canales calcificados (Shanmugaraj *et al.*, 2007). Por otra parte, los localizadores apicales no localizan la constricción apical precisamente, sino más bien, detectan un área entre el foramen apical menor (constricción apical) y el foramen apical mayor (foramen apical) en condiciones clínicas (Somma *et al.*, 2012). Tal como ha sido manifestado, el tratamiento de conducto exitoso depende de seguir los principios básicos: el acceso, la limpieza y conformación y obturación de la totalidad del sistema de conductos radiculares. Al momento de conformar los canales, podemos realizarlo manualmente, con limas K de acero, o utilizando sistemas mecanizados de Níquel Titanio. Sonntag *et al.* (2003), Moore *et al.* (2009), Uroz-Torres *et al.* (2009) en varios estudios conciben y han demostrado que éstos últimos, debido a sus propiedades, pueden respetar las curvaturas originales incluso en conductos severamente curvados, además de conformar el o los canales radiculares con una conicidad uniforme suficiente para la adecuada limpieza y posterior obturación en un tiempo aceptable. Hay que tener en cuenta varios factores cuando utilizamos limas de NiTi para evitar inconvenientes tales como: enderezar el conducto radicular, realizar un escalón, resultando en la pérdida de la longitud de trabajo, o la separación de instrumentos (fractura). Tanto Roland DD *et al.* (2002), como West JD. (2010) afirmaron que la exploración inicial o cateterismo de los conductos radiculares es fundamental para obtener información sobre la estrechez y la curvatura de los

mismos, además de la creación de una vía permeable (glide path) antes de la preparación. Esto se realiza con limas de conicidad pequeña (.02) de calibres bajos; 0.15 o 0.20 y es recomendado para prevenir el fenómeno de taper lock y fracturas de instrumental. Berutti *et al.* (2004) concide con estos autores y agrega que realizar una vía permeable manual es importante, ya que este procedimiento reduce drásticamente el estrés por torsión a medida que el ancho del canal se vuelve al menos igual al diámetro de la punta del instrumento utilizado. Luego Ullmann CJ. *et al.* (2005), Pedulla E. *et al.* (2016) agregan que la fractura puede ocurrir debido al estrés por torsión o por flexión (fatiga cíclica). La fatiga cíclica parece ser la causa más frecuente de roturas "inesperadas" (Shen Y *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 JP *et al.*, 1997; Goo HJ *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 G *et al.*, 2001). Muchos autores concuerdan en que una de las variables más importantes involucradas en la fractura del instrumento es el radio de curvatura de la raíz y a medida que disminuye la separación de instrumentos aumenta significativamente (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 D *et al.*, 2012; Elnaghy AM *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 A, 2014).

## CONCLUSIÓN

A diferencia de otras razas, el RE y RP en el primer molar mandibular no es un hallazgo frecuente en nuestra población y a menudo la complejidad del sistema de conductos radicular representa un desafío para el odontólogo. La falta de identificación de un Radix puede afectar el pronóstico del tratamiento endodóntico. Por este motivo el manejo del conocimiento exhaustivo sobre la variación en su anatomía, la prevalencia y la configuración del canal del Radix es un requisito previo para el éxito endodóntico. Además el correcto uso e interpretación de los métodos de diagnóstico que tenemos al alcance en una primera consulta, tales como la toma radiográfica previa y las consideraciones en la apertura, limpieza, conformación y obturación, mejorarán la calidad de nuestros tratamientos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alovisi M, Pasqualini D, Musso E, *et al.* 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, *et al.* 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.

Baert AL. *Encyclopedia of diagnostic imaging. Volume 1*. Seoul: Springer; 2008. p427.

Barker BC, Parson KC, Mills PR, Williams GL. Anatomy of root canals. III. Permanent mandibular molars. *Aust Dent J* 1974;19:403–13.

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 (2004) Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *Journal of Endodontics* 30, 228–30.

Bolk L. Bemerkungen über Wurzelvariationen am menschlichen unteren Molaren. *Zeitung für Morphologie und Anthropologie* 1915;17:605–10.

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.

Brunton PA, Abdeen D, MacFarlane TV. The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. *J Endod* 2002;28:524-6.

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

Carabelli G. Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde, 2nd ed. Vienna: Braumuller und Seidel, 1844:114.

Carlsen O, Alexandersen V. Radix entomolaris: identification and morphology. Scand J Dent Res. 1990 Oct;98(5):363-73.

Carlsen O, Alexandersen V. Radix paramolaris and radix distomolaris in Danish permanent maxillary molars. Acta Odontol Scand 1999;57:283–9.

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

Castellucci A. Access cavity and endodontic anatomy. In: Castellucci A, ed. Endodontics. Bologna, Italy: Edizioni Martina; 2004. p. 244–329.

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 S, Hargreaves KM. Pathways of the Pulp. 9th Edition. St Louis, MO: Mosby, 2006.

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. Three-rooted mandibular permanent molars in English Caucasians. J Dent Res 1973;52:181.

De Moor RJ, Deroose CA, Calberson FL (2004) The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge. International Endodontic Journal 37, 789–99.

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.

DeMoor RJG, Calberson FLG: Root canal treatment in a mandibular second premolar with three root canals, J Endod 31:310, 2005.

Duran-Sindreu F, Stober E, Mercade M, Vera J, Garcia M, Bueno R, *et al.* Comparison of *in vivo* and *in vitro* readings when testing the accuracy of the Root ZX apex locator. *J Endod* 2012;38:236-9.

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.

F. L. Calberson, R. J. De Moor, and C. A. Deroose, “The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics,”

F. L. n, R. J. De Moor, and C. A. Deroose, “The radix entomolaris and paramolaris: clinical approach in endodontics,” *Journal of Endodontics*, vol. 33, no. 1, pp. 58–63, 2007.

Fabra-Campos H. Three canals in the mesial root of mandibular first permanent molars: a clinical study. *Int Endod J* 1989;22:39–43.

Fabra-Campos H. Unusual root anatomy of mandibular first molars. *J Endod* 1985;11:568 –57.

Ferraz JA, Pecora JD. Three-rooted mandibular molars in patients of Mongolian, Caucasian and Negro origin. *Braz Dent J* 1993;3:113–7.

Goo HJ, Kwak SW, Ha JH, *et al.* Mechanical properties of various heat-treated nickel-titanium rotary instruments. *J Endod* 2017;43:1872–7.

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 (2006) Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *International Endodontic Journal* 39, 755–63.

Grande NM, Plotino G, Pecci R, *et al.* Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium rotary systems. *Int Endod J* 2006;39:755–63.

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

Kim S. Modern endodontic practice: instruments and techniques. *Dental Clinics of North America* 2004;48(1): 1–9.

Kqiku L, Stadtler P. Radiographic versus electronic root canal working length determination. *Indian J Dent Res* 2011;22:777-80.

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

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

Luis Eduardo 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. Pág. 2.

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 (2008) Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal of Endodontics* 34, 87–9.

Mello-Moura AC, Moura-Netto C, Araki AT, Guedes-Pinto AC, Mendes FM. *Ex vivo* performance of five methods for root canal length determination in primary anterior teeth. *Int Endod J* 2010;43:142-7.

Midtbø M, Halse A. Root length, crown height, and root morphology in Turner syndrome. *Acta Odontol Scand* 1994;52:303-314.

Moore J, Fitz-Walter P, Parashos P (2009) A micro-computed tomographic evaluation of apical root canal preparation using three instrumentation techniques. *International Endodontic Journal* 42, 1057–64.

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

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 Jul-Sep;7(27):289-92.

Pasler F A, *Radiología odontológica, Ediciones Científicas y Técnicas*, S. A. Mountner Barcelona España ,2ª edición, 1991, pp 58 - 59.

Patel S, Brown J, Pimentel T, Kelly RD, Abella F, Durack C (2019a) Cone beam computed tomography in endodontics- a review of the literature. *International Endodontic Journal* 52, 1138– 52.

Patel S, Patel R, Foschi F, Mannocci F (2019b) 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* 45, 406– 13.

Patiño PV, Biedma BM, Lie'bana CR, Cantatore G, Bahillo JG (2005) The influence of a manual glide path on the separation rate of NiTi rotary instruments. *Journal of Endodontics* 31, 114–6.

Paz E, Satovsky J, Moldauer I. Comparison of the cutting efficiency of two ultrasonic units utilizing two different tips at two different power settings. *J Endod* 2005;31: 824 – 6.

Pedersen PO. The East Greenland Eskimo dentition. Numerical variations and anatomy. A contribution to comparative ethnic odontography. Copenhagen: Meddeleser om Gronland 1949;104:140–4.

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.

Perrin P, Jacky D, Hotz P. The operating microscope in dental practice: minimally invasive restorations. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin* 2002;112(7):722–32. [MEDLINE: 12185726]



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 (2007) Ultrasonics in endodontics: a review of the literature. *Journal of Endodontics* 33, 81–95.

Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr (1997) Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of Endodontics* 23, 77–85.

R. J. G. De Moor, C. A. J. G. Deroose, and F. L. G. Calberson, “The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge,” *International Endodontic Journal*, vol. 37, no. 11, pp. 789–799, 2004.

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.

Reichart PA, Metah D. Three-rooted permanent mandibular first molars in the Thai. *Community Dent Oral Epidemiol* 1981;9:191–2.

Ridell K, Mejáre I, Matsson L (2001). Dens invaginatus: a retrospective study of prophylactic invagination treatment. *International Journal of Paediatric Dentistry*; 11: 92-7.

Rosen E, Taschieri S, Del FM, *et al.*, (2015). The Diagnostic Efficacy of Cone-beam Computed Tomography in Endodontics: A Systematic Review and Analysis by a Hierarchical Model of Efficacy. *J Endod*; 41: 1008-1014.

Ruddle CJ (2004) Nonsurgical retreatment. *Journal of Endodontics* 30, 827–45.  
Schilder, H., 1974. Cleaning and shaping the root canal. *Dent. Clin. North Am.* 18 (2), 269–296.

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.

Shen Y, Zhou H, Campbell L, *et al.* Fatigue and nanomechanical properties of K3XF nickeltitanium instruments. *Int Endod J* 2014;47:1160–7.

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.*, 45(6):552-6, 2012.

Song JS, Kim SO, Choi BJ, *et al.* Incidence and relationship of an additional root in the mandibular first permanent molar and primary molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2009;107:56–60.

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

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.

Steelman R. Incidence of an accessory distal root on mandibular first permanent molars in Hispanic children. *J Dent Child* 1986;53:122–3.

Stroner WF. Mandibular first molar with three distal canals. *Oral Surg* 1984;57:554 – 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, doi: 10.1136/br-2012-008261

Theodorakou C, Walker A, Horner K, Pauwels R, Bogaerts R, Jacobs R; The SEDENTEXCT Project Consortium (2012) Estimation of paediatric organ and effective doses from dental cone beam CT using anthropomorphic phantoms. *The British Journal of Radiology* 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 *et al.* (2009) Detection of permanent three-rooted mandibular first molars by cone-beam computed tomography imaging in Taiwanese individuals. *Journal of Endodontics* 35, 503–7.

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, González-Rodríguez 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.

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.

Waplington M, Lumley PJ, Bunt L. An in vitro investigation into the cutting action of ultrasonic radicular access preparation instruments. *Endod Dent Traumatol* 2000;16:158–61.

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.

Zelada G, Varela P, Martín B, Bahillo JG, Magán F, Ahn S (2002) The effect of rotational speed and the curvature of root canals on the breakage of rotary endodontic instruments. *Journal of Endodontics* 28, 540–2.

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