

MAPK
1624
R. P. 2013

T
Ene
2015



" Estudio de Prevalencia y Configuración de Sección Transversal del C Shape en Segundos Molares Mandibulares Permanentes. Análisis en Cone Beam "



**Trabajo de investigación
Requisito para optar al título
de Especialista en Endodoncia**

**Residente: Dra. Marcela Paz Espinosa San Martín
Directora de programa: Dra. Alicia Caro Molina
Docente guía: Dra. Emma Fuenzalida Novajas**

**Valparaíso- Chile
2015**

"Magia es... creer en ti mismo.

*Si puedes hacer eso,
puedes hacer que cualquier cosa suceda".*

Goethe.

ÍNDICE

Introducción	1
Aspectos Teóricos	2
Características de los segundos molares inferiores permanentes	2
<i>Anatomía externa</i>	2
<i>Anatomía interna</i>	3
Sistema de conductos radiculares en forma de C	6
<i>Clasificación de Melton</i>	7
<i>Clasificación de Fan</i>	8
<i>Clasificación radiográfica de Fan</i>	10
<i>Clasificación tridimensional de Gao</i>	12
Exámenes complementarios para la evaluación de la anatomía dentaria	16
<i>Radiografía convencional</i>	16
<i>Tomografía computarizada multicorte</i>	18
<i>Tomografía computarizada Cone Beam</i>	20
Trabajo de Investigación	24
Objetivos	24
<i>General</i>	24
<i>Específicos</i>	25
Materiales y Método	26
Sujetos de estudio	26
Diseño de estudio	26
Población y muestra	26
Criterios de inclusión/exclusión	27
Variables y escala de medición	28
Definición operacional de variables	29
Instrumentos de recolección de información	30
Estandarización de medición de variables e insumos	30

Análisis y clasificación de los cuerpos de prueba	31
Análisis de los resultados	33
Plan de trabajo y cronograma	34
Recursos	34
Resultados	36
Prevalencia de conducto en C	36
Configuración sección transversal del conducto en C	37
<i>Tercio coronal</i>	37
<i>Tercio medio</i>	39
<i>Tercio apical a 4 milímetros sobre el ápice</i>	40
<i>Tercio apical a 3 milímetros sobre el ápice</i>	41
<i>Tercio apical a 2 milímetros sobre el ápice</i>	43
<i>Tercio apical a 1 milímetro sobre el ápice</i>	44
Discusión	46
Conclusiones	52
Referencias Bibliográficas	53

1.- INTRODUCCIÓN

Numerosos autores han definido la *Endodoncia* como aquella especialidad de la odontología que estudia la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dental y de sus repercusiones sobre los tejidos periapicales con el fin de conservar el órgano dental.

Dentro de la terapéutica endodóntica, el acabado conocimiento de la anatomía dentaria, tanto interna como externa, y sus variaciones, favorecen el desarrollo de maniobras tales como la cavidad de acceso, la localización y permeabilización de los conductos radiculares y la adecuada limpieza, conformación y obturación de ellos, por lo que constituye un prerrequisito fundamental al momento de asegurar el éxito del tratamiento.

Una de las variaciones anatómicas más importante es la configuración de "C" del sistema de conductos radiculares. El conducto en forma de C, que fue documentado por primera vez en la literatura por Cooke y Cox en 1979, es llamado así por la morfología de la sección transversal del canal radicular y de la raíz. En la cámara pulpar es posible observar un solo orificio de entrada al conducto en forma de cinta con un arco de 180° (o más). Bajo este nivel, la estructura radicular puede albergar una amplia gama de variaciones anatómicas. Una vez reconocido, el conducto en forma de C proporciona un desafío con respecto al desbridamiento y la obturación.

Numerosas técnicas son utilizadas para la investigación de la morfología de la raíz y del sistema de conductos radiculares, tales como: la tomografía computarizada, el aclaramiento, las radiografías y el microscopio. Recientemente, las imágenes de tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) han demostrado ser útiles y precisas para la evaluación de la anatomía de molares superiores e inferiores permanentes.

El propósito de este trabajo es investigar la prevalencia de la variación anatómica de los sistemas de conductos radiculares con forma de C en una muestra de imágenes Cone Beam y evaluar la configuración de la sección transversal en diversos niveles de la raíz, desde la entrada a los conductos hasta su cercanía con el ápice.

2.- ASPECTOS TEÓRICOS

2.1.- CARACTERÍSTICAS DE LOS SEGUNDOS MOLARES INFERIORES PERMANENTES

2.1.1.- Anatomía externa

El segundo molar inferior es más pequeño que el primero. Su longitud promedio es de 19,8 milímetros. Su edad media de erupción es entre los 11 y 13 años, y su edad media de calcificación es a los 14 a 15 años (Vertucci y cols., 2008).

La corona del segundo molar inferior es más pequeña que la del primero. Es tetracúspide. Tiene dos raíces no tan diferenciadas como el primer molar inferior, y puede presentar fusión parcial o total (Figura 1).

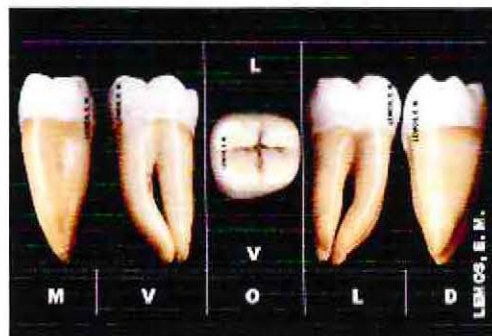


Figura 1:

Anatomía externa del segundo molar inferior (Endo-e, 2013).



Figura 2:

Anatomía radiográfica del segundo molar inferior (Endo-e, 2013).



Figura 3:

Radiografía del segundo molar inferior usando técnica del paralelismo (Endo-e, 2013).

2.1.2.- Anatomía interna

La cámara pulpar y la entrada a los conductos son de menor tamaño que en el primer molar inferior. Puede tener uno, dos, tres o cuatro conductos (Figura 4).

La cara distal de la raíz mesial, y la cara mesial de la raíz distal tienen concavidades, importantes de considerar durante la conformación de los conductos. Los ápices de estas raíces podrían estar muy cerca del conducto mandibular, por lo que el clínico debe tener cuidado de que los instrumentos o el material de obturación invadan esta zona, ya que se puede producir parestesia (Vertucci y cols., 2008)

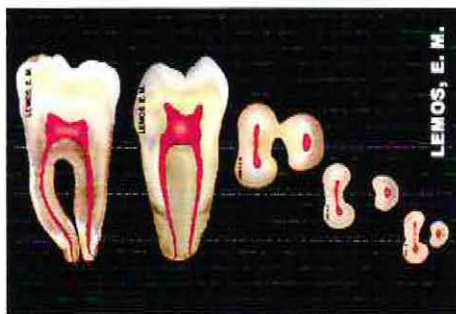


Figura 4:

Anatomía interna del segundo molar inferior (Endo-e, 2013).

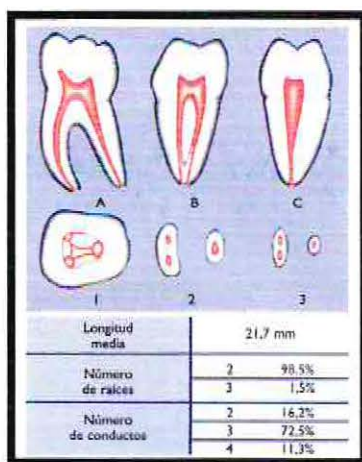


Figura 5:

Segundo molar inferior (A) vista vestibular, (B) vista mesial, (C) vista distal. Cortes transversales en (1) tercio coronal, (2) tercio medio, (3) tercio apical (Soares, 2012).



Figura 6:

Segundo molar inferior con raíz y conducto único (Endo-e, 2013).

Cuando existen tres conductos, la apertura endodóntica es muy similar a la del primer molar inferior (Figura 5), pero más triangular y menos romboidal, ya que es menos frecuente que el conducto distal sea acintado en sentido vestibulolingual (Vertucci y cols., 2008).

Si existen dos conductos, ambas entradas son de igual tamaño, y están ubicadas en el centro vestibulolingual del diente. La apertura será rectangular, amplia en sentido mesiodistal, y estrecha en sentido vestibulolingual. En el caso de un conducto único (Figura 6), el acceso será oval ubicado al centro de la superficie oclusal (Vertucci y cols., 2008).

En el estudio de Villas-Boas y cols., (2011) se analizó mediante tomografía micro computarizada la anatomía interna de los conductos mesiales de molares inferiores. La muestra consistió en sesenta primeros y segundos molares inferiores con curvaturas entre los 20° y 35°, con longitudes entre 19 y 20 milímetros. La configuración del sistema de conductos fue muy variable, como se puede observar en la Figura 7.

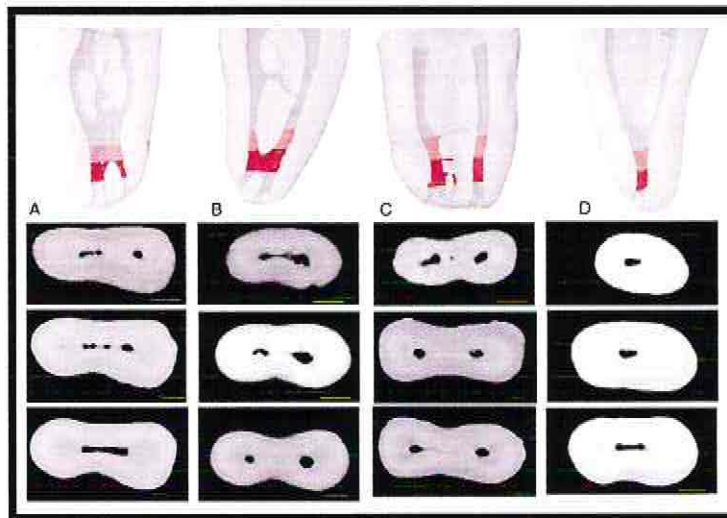


Figura 7:

Reconstrucción tridimensional y cortes de MCT de las muestras estudiadas a -1, -2 y -3 milímetros. El volumen de interés que está entre -1 y -2 milímetros y entre -2 y -3 milímetros está representado con colores (A-D). Se observa gran variedad en la configuración del sistema de conductos de la raíz mesial (Villas-Boas y cols., 2011).

2.2.- SISTEMAS DE CONDUCTOS RADICULARES EN FORMA DE C

Una de las variaciones morfológicas más importantes corresponde al sistema de conductos en forma de C. Esta configuración fue descrita por primera vez en la literatura el año 1979 por Cooke y Cox. El nombre se debe a la morfología transversal de sus raíces y conductos radiculares. La cámara pulpar tiene un solo orificio con forma acintada que describe un arco de 180° o más. Comienza en el ángulo mesiolingual, se extiende alrededor de la cara vestibular o lingual y termina en la porción distal de la cámara pulpar (Vertucci y cols., 2008)

La mayoría de los casos de conductos en C ocurren en el segundo molar inferior. También se han descrito en el primer molar inferior, primer y segundo molar superior, primer premolar

inferior e incluso en incisivos laterales superiores. En general se encuentra en dientes con raíces fusionadas en su cara vestibular o lingual. Cuando se encuentra este tipo de conducto en un lado, es probable que se encuentre en el diente homólogo (Jafarzadeh y Wu, 2007). Después de la entrada al canal radicular, puede haber una disposición distinta de la anatomía del sistema de conductos.

2.2.1.- Clasificación de Melton

Melton y cols., (1991) propusieron la siguiente clasificación, basada en la sección transversal del conducto (Figura 8):

- *Categoría I:* Conducto en C continuo desde la cámara pulpar hasta el ápice describiendo la forma en C sin ninguna separación (C1 en Figura 8).
- *Categoría II:* Forma de punto y coma (;), orificio donde la dentina separa en conducto principal en C de otro conducto mesial (C2 en Figura 8).
- *Categoría III:* dos o más conductos separados.
 - o *Subdivisión I:* Conducto en C en tercio coronal que se divide en dos o más conductos que se unen en apical.
 - o *Subdivisión II:* Conducto en C en tercio coronal que se divide en dos o más conductos separados en el tercio medio hasta el ápice.
 - o *Subdivisión III:* Conducto en C que se divide en dos o más conductos en el tercio coronal hasta el ápice (C3 en Figura 46).

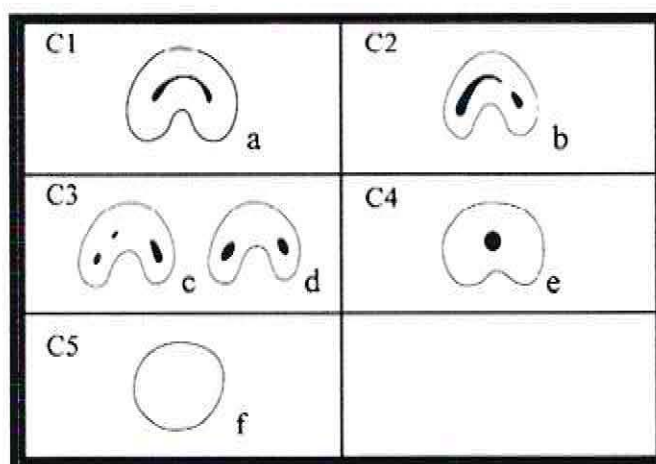


Figura 8:

Clasificación de conductos en C (Jafarzadeh y Wu, 2007).

Esta clasificación examinó niveles arbitrarios de la raíz, y no describe entonces el comportamiento del conducto en toda su longitud.

2.2.2.- Clasificación de Fan

Fan y cols., (2004) modificaron la clasificación de Melton de la siguiente manera:

- *Categoría 1 (C1)*: La forma es una C sin separación o división.
- *Categoría 2 (C2)*: La forma del conducto resulta en una forma de C discontinua (punto y coma), pero el ángulo α o β no debe ser mayor a 60° (Figura 9).
- *Categoría 3 (C3)*: Dos o tres conductos separados, y ángulos α y β menores a 60° (Figura 10).
- *Categoría 4 (C4)*: Solamente un conducto es redondeado u oval en su sección transversal.
- *Categoría 5 (C5)*: La luz del conducto no puede ser observada (usualmente solo puede ser observada en el ápice).

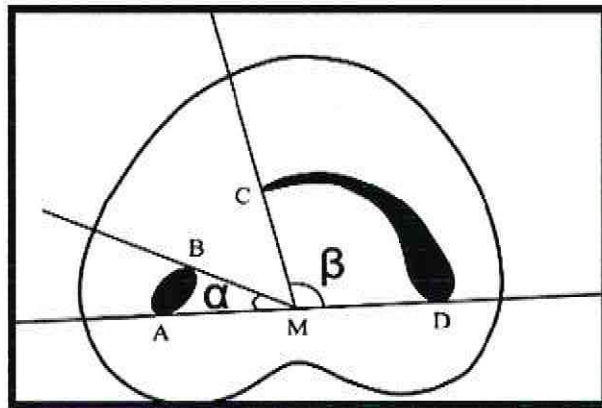


Figura 9:

Medición de ángulos en conductos C2: Angulo β es mayor a 60° . A y B son los límites de la sección transversal del conducto, C y D son los límites de la sección transversal del otro conducto. M es el punto medio entre la línea AD: α ángulo entre la línea AM y BM; β es el ángulo entre las líneas CM y DM (Fan y cols., 2004).

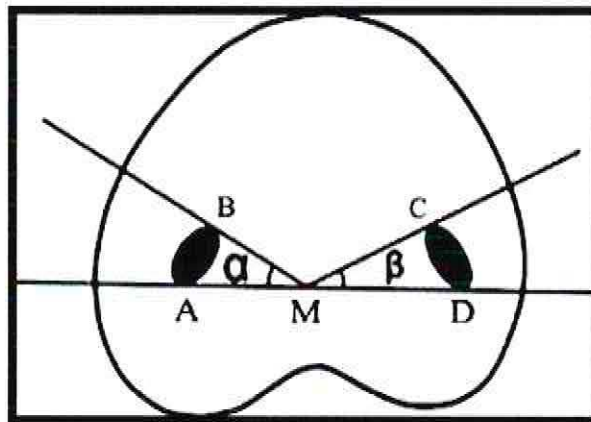


Figura 10:

Medición de los ángulos en conductos C3. Los ángulos α y β son menores a 60° (Fan y cols., 2004).

2.2.3.- Clasificación Radiográfica de Fan

Según su apariencia radiográfica, Fan y cols., (2004) realizaron otra clasificación (Figura 11):

- *Tipo I:* Raíz cónica o cuadrada con una línea longitudinal radiolúcida vaga que la separa en una parte mesial y una distal. Se observa un canal mesial y uno distal que se unen antes del foramen apical (Figuras 11 (a) y 12).
- *Tipo II:* Raíz cónica o cuadrada con una línea longitudinal radiolúcida vaga que la separa en una parte mesial y una distal. Se observa un canal mesial y uno distal, y ambos continúan su propio trayecto hasta el ápice (Figuras 11 (b) y 13).
- *Tipo III:* Raíz cónica o cuadrada con una línea longitudinal radiolúcida vaga que la separa en una parte mesial y una distal. Se observa un canal mesial y uno distal, uno de ellos se curva y se superpone a esta línea radiolúcida mientras se acerca al ápice, y el otro conducto continúa su propio trayecto hasta el ápice (Figuras 11 (c) y 14).

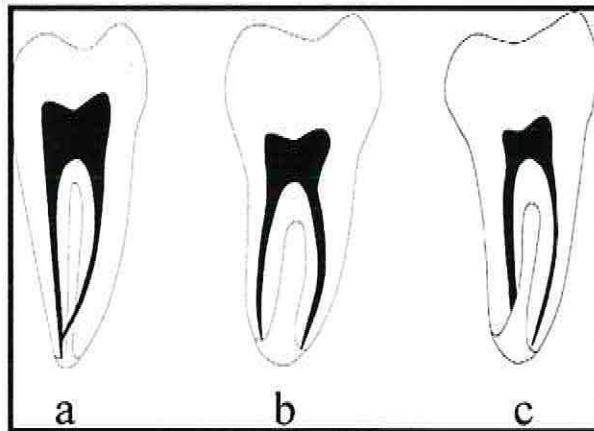


Figura 11:

Clasificación radiográfica; (a) Tipo I; (b) Tipo II; (c) Tipo III (Fan y cols., 2004).

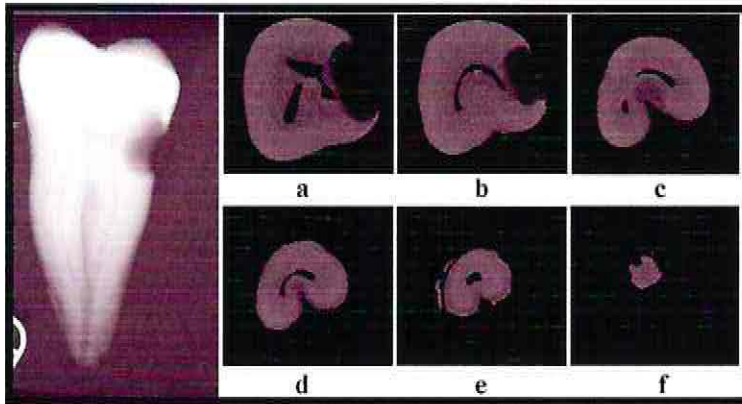


Figura 12:

Radiografía y cortes de microtomografía computarizada de un diente Tipo I (Fan y cols., 2004).

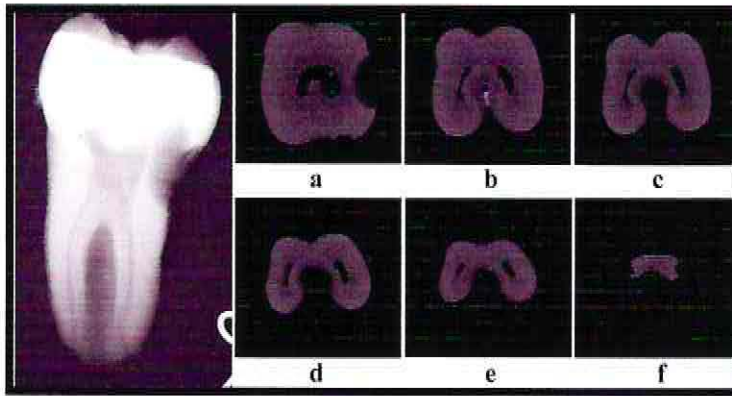


Figura 13:

Radiografía y cortes de microtomografía computarizada de un diente Tipo II (Fan y cols., 2004).

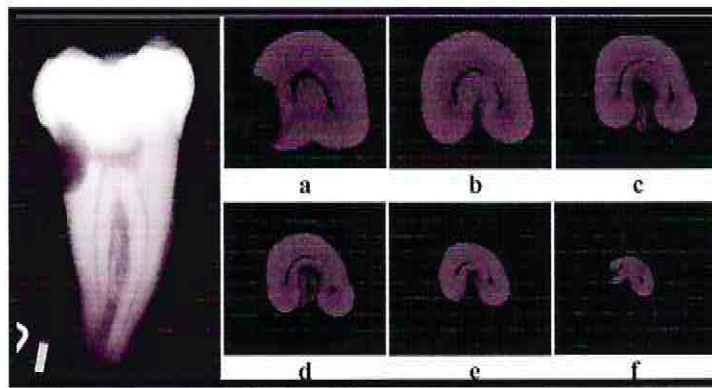


Figura 14:

Radiografía y cortes de microtomografía computarizada de un diente Tipo III (Fan y cols., 2004).

2.2.4.- Clasificación Tridimensional de Gao

Se propuso una clasificación según configuración tridimensional (Gao y cols., 2006), tras el análisis tomográfico de 98 segundos molares inferiores con sistema de conductos en C (Figura 15).

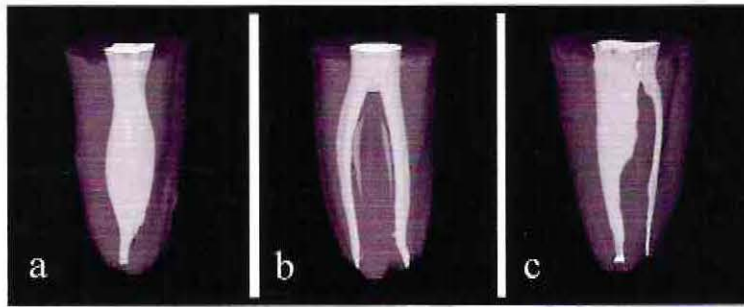


Figura 15:

Tipos de conductos en C según configuración 3D: (a) un conducto al salir al foramen apical; (b) conductos mesial y distal separados, y simétricos en todo su recorrido desde una vista vestibulolingual; (c) conductos mesial y distal separados, asimétricos por presencia de istmo en el conducto distal.

En la revisión bibliográfica de Jafarzadeh y Wu (2007) se encontró que la incidencia de conductos en C en segundos molares inferiores es mayor en la población asiática (10% al 31,5%).

El estudio de Sidow y cols., (2000) concluyó que en el 2,2% de los terceros molares en la población norteamericana tenían forma de C. Por otra parte, Alavi y cols., (2002) determinaron que la incidencia en terceros molares era del 11%.

La presencia del sistema de conductos en C dificultará la limpieza, conformación, obturación y restauración de estos dientes. Por lo tanto es fundamental detectar esta variación antes de comenzar el tratamiento endodóntico, con el fin de manejar estas dificultades. La primera herramienta para su diagnóstico es la radiografía tanto ortorradiol como con angulación horizontal hacia mesial o distal. Se debe prestar atención a la presencia de fusión entre raíces, o a la proximidad entre estas. También la presencia de un conducto distal muy amplio, un conducto mesial estrecho, o la presencia borrosa de un tercer conducto. También es útil la toma de radiografías durante el tratamiento (Jafarzadeh y Wu, 2007).

En la mayoría de los casos, el conducto en C será detectado una vez realizado el acceso radicular, por ejemplo por la anatomía del piso cameral, o la presencia de hemorragia o dolor cuando se han encontrado conductos separados. La cavidad de acceso para estos dientes varía considerablemente, dependiendo de la morfología específica del diente. Si se trata de un conducto en C tipo I o II de Melton, este debería evidenciarse tras la pulpectomía (Jafarzadeh y Wu, 2007).

Min y cols., (2006) realizaron un estudio mediante tomografía micro computarizada, analizando el piso de la cámara pulpar de 44 segundos molares inferiores extraídos con raíces en C. en la Figura 16 se observan algunos de las configuraciones encontradas.

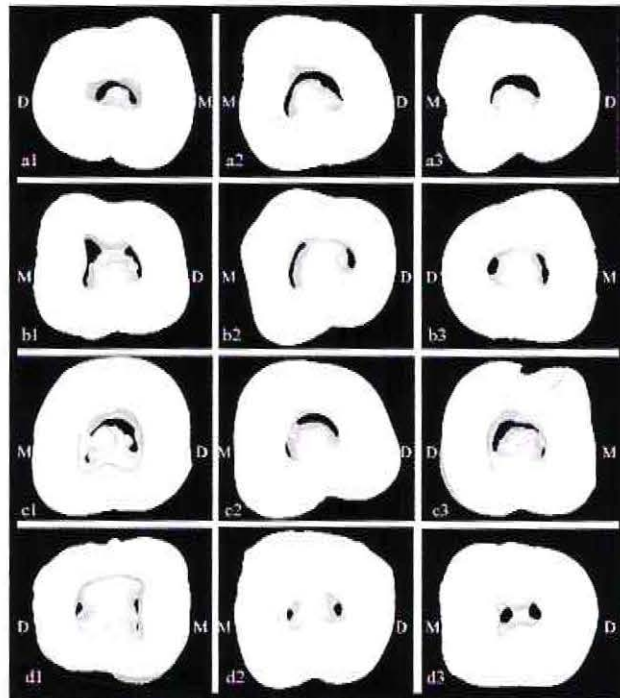


Figura 16:

Reconstrucción 3D de distintos tipos de piso cameral de conductos en C (Min y cols., 2006).

El grosor mínimo de la pared del conducto radicular en C es uno de los factores más críticos, ya que se relaciona con la resistencia a la fractura y a riesgos de perforación (Figura 17).

El clínico debe ser consciente sobre esta zona de peligro, para prevenir errores durante la limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos (Gao y cols., 2006).

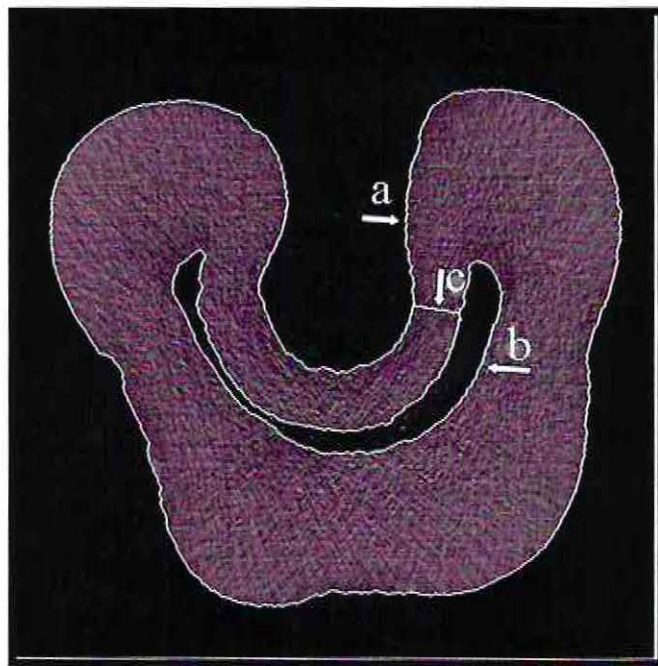


Figura17:

Corte MCT mostrando el grosor de las paredes del conducto. (a) superficie externa; (b) superficie interna del conducto; (c) grosor mínimo de pared (Gao y cols., 2006).

2.3.- EXÁMENES COMPLEMENTARIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA ANATOMÍA DENTARIA

Para visualizar la anatomía completa del sistema de conductos radiculares se han utilizado diferentes técnicas de imagenología diagnóstica.

Como se mencionaba anteriormente, Grecco-Machado utilizó la diafanización de los dientes, proceso de descalcificación en base a inmersión en ácido fosfórico, ácido clorhídrico, citrato de sodio y etanol. Luego, les inyectó tinta china con lo cual logró una visión tridimensional del sistema de conductos, sin requerir equipos muy especializados. La ventaja de este método es que permite la reproducción fiel de la forma original, configuración y anastomosis.

2.3.1.- Radiografía convencional

La radiografía es esencial para el exitoso diagnóstico de patologías odontogénicas o no, tratamiento de la cámara pulpar y canales radiculares en todas sus etapas: acceso, instrumentación biomecánica, obturación radicular y seguimiento para evaluar reparación apical. La imagen sirve en todas las etapas del tratamiento endodóntico (Scarfe y cols., 2009).

- Preoperatoria: Con la radiografía previa se logra la visualización de tejido duro dentario y alveolar. Da información acerca de la morfología del diente incluyendo localización y número de canales, tamaño de cámara pulpar y grado de calcificación, estructura radicular, dirección y curvatura, fracturas, defectos iatrogénicos y extensión de caries dental. También presencia de lesión periapical y reabsorciones radiculares (Scarfe y cols., 2009).
- Intraoperatoria: Usualmente dos radiografías periapicales se toman en el transcurso del tratamiento endodóntico. La primera es de determinación de la longitud de trabajo para la instrumentación, posicionando una lima metálica al interior del conducto. La segunda es

una radiografía de pre obturación para corroborar el ajuste en longitud del cono maestro de obturación (Scarfe y cols., 2009).

- Postoperatoria: Una radiografía postoperatoria inmediata se toma después de la obturación del canal radicular para verificar el adecuado sellado y posición del material de obturación al interior del conducto. En casos de necesidad de evaluar reparación de lesiones periapicales se pueden tomar radiografías de seguimiento en los meses posteriores (Estévez Luaña, 2009).

Sin embargo las radiografías convencionales, presentan limitaciones importantes que radican en la visualización de los objetos de estudio sólo en dos planos del espacio, sin representar el volumen total tridimensional real. Con esto muchas veces se subestiman el tamaño de lesiones a nivel de periápice o radiculares, o incluso en radiografías de control después de meses si es que éstas no han sido tomadas con la angulación correcta, pueden sobreproyectarse sombras que fácilmente son confundidas con persistencia de lesiones apicales sugiriendo una falsa idea de no reparación ósea (Scarfe y cols., 2009).

La radiografía periapical utilizando la técnica del paralelismo es considerada el *gold standard* clínico para mediciones de largo dentario y estimar la reabsorción radicular. Sin embargo, toda técnica radiográfica en general es susceptible a errores de procedimientos, orientación y proyección. Si bien se producen mejores imágenes que con la técnica de la bisectriz, puede ser dificultosa la repetición bajo las mismas condiciones y más difícil aún asegurar que las imágenes sean iguales (Sherrad y cols., 2010).

Cambios en la angulación entre el diente y la película tienen un efecto significativo sobre las mediciones que se quieran realizar a partir de la imagen de radiografía periapical. Por la naturaleza bidimensional de la imagen radiográfica se superponen estructuras anatómicas que además dificultan la identificación de puntos de referencia para medición. Los problemas de orientación y superposición se superan con el empleo de tomografía computacional que produce imágenes multiplanares y en tres dimensiones (planos axial, coronal y sagital).

Luego, el emisor del haz, que tenía una orientación determinada, cambia su orientación para captar la siguiente imagen. Este espectro también es recogido por los detectores que se mueven de manera simultánea junto al emisor del rayo. La computadora va sumando cada una de las imágenes obtenidas mientras el dispositivo da una vuelta de 360°, hasta que se dispone de una imagen definitiva y fiable. Tanto el paciente como el haz de rayos X se mueven continuamente, es por ello que el rayo se emite en forma de espiral o helicoidal, como se aprecia en la Figura 18 (Bourgeois y cols., 2007).

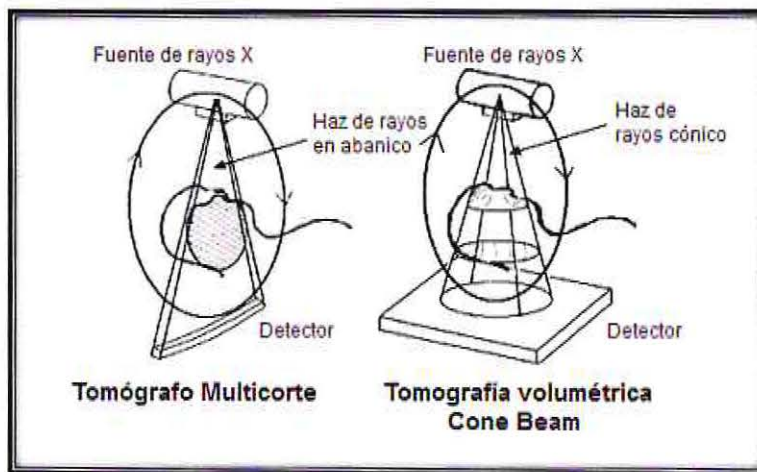


Figura 18:

Ilustración del haz de rayos en un tomógrafo convencional versus el tomógrafo Cone Beam.

(Gamba Garib y cols., 2007).

Algunas desventajas de esta tecnología incluyen: mayor tiempo de adquisición, preparación previa del paciente, tiempo necesario para la reconstrucción de la imagen tridimensional, no ser diseñada para el territorio oral y maxilofacial y alta dosis de radiación empleada (Bourgeois y cols., 2007; Kau C. H. y cols., 2009; Dawood y cols., 2009).

Comparando imágenes radiográficas tomadas bajo técnica del paralelismo y aquellas obtenidas por tomografía computacional, resulta más precisa y cercana a los valores reales de largo dentario la imagen obtenida por tomografía computacional obteniendo diferencias de hasta 0.3 milímetros. de variación con el valor real lo cual resulta no estadísticamente significativo, en contraste con hasta 2.59 milímetros. de diferencia registrados con radiografías periapicales (Sherrad y cols., 2010).

2.3.2.- Tomografía computarizada multicorte

Desde el surgimiento de las técnicas imagenológicas tridimensionales, éstas han tomado revuelo en los ámbitos de la Medicina y Odontología, dada la mayor precisión para observar estructuras normales y patológicas. Su uso en nuestro campo en primeras instancias fue aplicado a las Especialidades de Cirugía y Patología Maxilo Facial e Implantología, sin embargo hoy también se extiende a la Endodoncia y otras más por la representación más fidedigna de las estructuras que se desea estudiar.

La tomografía computada (TC) resuelve las limitaciones de la radiografía panorámica, entregando vistas multiplanares sin magnificación, pero sus desventajas incluyen disponibilidad limitada, alto costo y mayores dosis de radiación (Temilímetroserman y cols., 2011).

El tomógrafo computarizado, desarrollado por Sir Godfrey Hounsfield en 1967, utiliza un haz de rayos en forma de abanico que escanea un objeto, corte a corte, y posteriormente reúne todas las imágenes obtenidas para lograr una representación tridimensional. Los planos de referencia básicos usados en TC son axial u horizontal, coronal y sagital. El plano axial es una sección que corre en el cuerpo del objeto desde adelante hacia atrás, situando el cuerpo a estudiar en posición horizontal o supina, se denomina también “transaxial”o “transversal”. El plano coronal es una sección que corre en el cuerpo del objeto de anterior a posterior dividiendo a este en una parte anterior y otra posterior. El plano sagital divide a un cuerpo en parte derecha e izquierda.

El tomógrafo está compuesto por un tubo generador de rayos X y un detector que mide la intensidad del haz de rayos X emitido por el tubo y que pasa a través del cuerpo que se estudia.

2.3.3.- Tomografía Computarizada Cone Beam

La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT), introducida en 1998, es una tecnología cada vez más empleada por los odontólogos. Utiliza baja dosis de radiación en comparación con un tomógrafo convencional (Kim S. y cols., 2008; Anson C. y cols., 2009) y ha sido especialmente diseñada para la reconstrucción de imágenes tridimensionales maxilofaciales y dentales (Dawood y cols., 2009). Se desarrolló con el objetivo de proveer imágenes tridimensionales, superando las dificultades inherentes a las técnicas radiográficas convencionales y reduciendo la dosis de radiación entregada por un tomógrafo computacional multicorte (Kau C. H. y cols., 2009).

El CBCT para uso odontológico fue diseñado para contrarrestar las desventajas del tomógrafo lineal multicorte (Kau C. H. y cols., 2009). Utiliza un haz de rayos cónico que escanea la totalidad de la región de interés en una sola rotación. Una fuente cónica divergente de radiación ionizante se dirige a través del centro del campo de interés hacia un área detectora de rayos x en el lado opuesto. Ambos giran alrededor de un fulcro de rotación fijado en el centro de la región de interés, como se detalla en la Figura 18. Durante esta rotación se adquieren múltiples imágenes planas secuenciales de la proyección del campo visual, las cuales son procesadas por un software. Luego de la reconstrucción de la imagen, el volumen obtenido es presentado al operador en una pantalla con una reconstrucción volumétrica y en tres planos ortogonales (axial, transversal y sagital) en un formato DICOM (Digital Imaging Comilímetrosunications in Medicine). Las imágenes son dimensionalmente precisas (Bourgeois y cols., 2007).

Esta tecnología, además de reducir el tamaño y costo de los equipos, entrega una menor cantidad de radiación dispersa comparado con un equipo CT. Se ha reportado que el total de radiación entregada es de aproximadamente 20% que la de un tomógrafo convencional y equivale a la exposición que otorga una radiografía retroalveolar de boca completa. Por otro lado, al adquirir todas las imágenes en una sola rotación, el tiempo de escaneo utilizado es menor, entre los 10 y 70 segundos (Kau C. H. y cols., 2009).

Según Kau C. H. y cols., (2009) en una revisión sobre los equipos CBCT existentes a la fecha del estudio, existen 4 subcategorías de CBCT basadas en necesidades clínicas, cuya

principal diferencia es el tamaño de ventana de la adquisición o campo de visión (FOV, field of view):

- Dentoalveolar: FOV < 8 cm.
- Maxilo-mandibular: FOV 8-15 cm.
- Esqueletal: FOV 15-21 cm.
- Cabeza y cuello: FOV > 21 cm.

La capacidad de controlar y modificar el FOV es excepcionalmente importante en términos de limitar la dosis de radiación a la que se expone el paciente (Dawood y cols., 2009).

Se conoce como dosis efectiva a la mínima cantidad de radiación necesaria para obtener una imagen de calidad. Este valor, multiplicado por un factor según la cantidad de tejido en el FOV y basado en su sensibilidad a la absorción de rayos X, permite conocer la dosis absorbida por el paciente. La dosis efectiva es medida en mili Sieverts (mSv) y en micro Sieverts (μ Sv). Las dosis absorbidas por el tejido u órgano son sumadas para determinar la dosis efectiva. Los tejidos u órganos usados para calcular las dosis efectivas son especificados por la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP) (Kau C. H. y cols., 2009). Es importante hacer notar que mientras la radiación que sale de la fuente de rayos X es medida en Gray, el efecto biológico del haz, que varía con la edad y género del paciente y con la sensibilidad de los tejidos expuestos, es medido por la "dosis efectiva" en Sieverts. Según Dawood y cols., (2009) las dosis efectivas que entregan los equipos CBCT fluctúan en un rango de 13 a 82 μ Sv, lo que se compara favorablemente con las dosis de un CT que van en rangos de 474 a 1.116 μ Sv. Para poner estas mediciones en perspectiva, la radiografía panorámica digital entrega dosis entre los 3 a 24 μ Sv (Dawood y cols., 2009). Los protocolos sobre la técnica indican que las dosis aceptables se encuentran bajo los 50 μ Sv. (Pauwels R. y cols., 2010).

Existen numerosos factores que pueden afectar la dosis de radiación producida por CBCT, entre ellos: los parámetros de imagería (Kv p, mAs), el haz pulsado y/o el haz continuo, cantidad, tipo y forma de la filtración del haz, el número de imágenes adquiridas, el grado de rotación y la limitación del campo visual (FOV). Se entiende entonces que mientras más pequeño

sea el FOV para cada sistema, la dosis de radiación será más baja. Igual disminuirá en la medida que menos órganos o tejidos estén involucrados en la trayectoria del haz de rayos X (Kau C. H. y cols., 2009).

En consideración a lo anteriormente expuesto, se deben hacer todos los esfuerzos posibles por reducir la cantidad de radiación a la que el paciente es expuesto. En este sentido se recomienda utilizar el FOV más pequeño, el tamaño de voxel más pequeño, el mínimo valor de mA y el menor tiempo de exposición posible que permitan la obtención de una imagen adecuada para el diagnóstico. Por otro lado debe considerarse que las glándulas salivales y tiroides son órganos radiosensibles que pueden ser innecesariamente expuestos a radiación directa o dispersa, como resultado del empleo de un FOV grande o escaneos de alta resolución (Kau C. H. y cols., 2009).

La Academia Europea de Radiología Dental y Maxilofacial desarrolló una serie de principios básicos sobre el empleo del Cone Beam (Horner, K. y cols., 2009), afirmando que no es una técnica que se solicite como examen preliminar. Estas orientaciones indican que el estudio Cone Beam no debe llevarse a cabo a menos que se haya realizado una anamnesis y examen clínico previos, cuando la pregunta para la cual se requiere de una imagen no puede ser respondida adecuadamente por la radiografía convencional y sólo cuando está justificado para cada paciente, demostrando que los beneficios superan los riesgos. Además establece que el odontólogo debe proporcionar suficiente información clínica que colabore con la adecuada interpretación de los datos entregados por el Cone Beam y que, en caso de ser necesario evaluar tejidos blandos, la imagen adecuada debe ser la TC multicorte o la Resonancia Magnética.

La mayor ventaja de la imagen tomográfica es que muestra en las tres dimensiones del espacio los detalles anatómicos dentarios que la imagen radiográfica intraoral, panorámica y cefalométrica no muestran. Permite la proyección de la información con lo cual se puede manejar en los planos ya mencionados: axial, sagital y coronal. Además, al ser imágenes digitales permiten ser archivadas en un computador y así poder replicarlas, manipularlas, etc.

Por la naturaleza isotrópica del elemento que se reconstruye volumétricamente representada en “voxels”, la imagen puede ser seccionada en varios cortes a través de software digitales que permiten una imagen multiplanar (Scarfe y cols., 2009). Se pueden magnificar

estructuras más pequeñas, modificar calidad de imagen, permitiendo también mediciones sobre la pantalla libres de distorsión. Las imágenes permiten una alta resolución de las estructuras dentarias y sus interrelaciones, como por ejemplo cercanía de ápices dentarios al canal mandibular, seno maxilar, etc. (Estévez Luaña, 2009).

El uso de esta tecnología es aplicable a las distintas etapas del tratamiento endodóntico (Cotton y cols., 2007; Scarfe, 2011; Ball y cols. 2013):

- Análisis preoperatorio de la morfología del sistema de conductos radiculares (canales accesorios, istmos, curvaturas).
- Diagnóstico de patologías de origen no endodóntico (extensión y compromiso de estructuras vecinas).
- Evaluación de defectos óseos periapicales.
- Análisis intra o postoperatorio de complicaciones derivadas del tratamiento endodóntico (sobre obturaciones, separación de instrumentos, identificación de conductos calcificados, localización de perforaciones)
- Medición de la longitud del relleno radicular.
- Diagnóstico y manejo del traumatismo dentoalveolar, especialmente fracturas radiculares, luxaciones o desplazamientos dentarios y fractura alveolar.
- Análisis de reabsorciones radiculares internas, externas y cervicales.
- Planificación de procedimientos quirúrgicos.
- Planificación de tratamientos de anomalías dentarias como dens invaginatus.

3.- TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.1.- OBJETIVOS

3.1.1.- General

Identificar la prevalencia de conductos en C de segundos molares inferiores permanentes y la configuración anatómica de su sección transversal mediante imágenes de tomografía computacional Cone Beam obtenidas de pacientes chilenos atendidos en la Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso) durante los años 2013 y 2014.

3.1.2.- Específicos

- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a nivel de la entrada al sistema de conductos radiculares.
- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a nivel del tercio medio radicular.
- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a 4 milímetros del ápice radicular.
- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a 3 milímetros del ápice radicular.
- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a 2 milímetros del ápice radicular.
- Identificar la prevalencia de cada una de las configuraciones de la sección transversal del conducto en C según la clasificación de Fan (2004) modificada a 1 milímetro del ápice radicular.

3.2.- MATERIALES Y MÉTODO

3.2.1.- Sujetos de estudio

Segundos molares inferiores permanentes humanos observados en imágenes de tomografía computarizada Cone Beam, examen realizado a individuos en la Unidad de Imagenología Oral y Maxilofacial de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso) entre los años 2013 y 2014.

3.2.2.- Diseño del estudio

La presente investigación corresponde a un estudio de tipo descriptivo observacional de corte transversal, que busca determinar la prevalencia de variables planteadas en los ítems siguientes. Para este tipo de estudios, por lo general no se formula hipótesis de trabajo previa.

3.2.3.- Población y muestra

De una población total de 7.884 exámenes de tomografía computarizada Cone Beam al momento de la selección de la muestra, obtenidos durante los años 2013-2014 y disponibles en la Unidad de Imagenología Oral y Maxilofacial de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso), se ha calculado un mínimo tamaño muestral de **381 imágenes** según la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N p(1-p)}{(N-1)\left(\frac{LE^2}{4}\right) + p(1-p)}$$

En donde:

- N = tamaño de la población.
- p = proporción de la variable bajo estudio (debe conocerse de estudios previos o medirla en un estudio piloto o en el caso que no tenga ninguna de esas posibilidades estímla como 0.5 con lo cual estará maximizando el tamaño de su muestra).
- LE = límite de error (0.05 a 0.01 para estudios con pacientes).

Por cada imagen de scanner se estudió el segundo molar inferior permanente que esté dentro de los criterios de inclusión del estudio.

Los exámenes imagenológicos a estudiar fueron seleccionados según un muestreo aleatorio simple.

3.2.4.- Criterios de inclusión/exclusión para la selección de los elementos de la muestra

Se consideraron como probables sujetos de estudio aquellos segundos molares inferiores permanentes que presentaron las siguientes características:

- Segundos molares inferiores permanentes observados en imágenes de scanner de pacientes ya sean hombres o mujeres.
- Segundos molares inferiores permanentes sanos o con caries hasta nivel de piso cameral que no comprometan la integridad radicular.
- Segundos molares inferiores permanentes con o sin lesión apical siempre que no implique destrucción radicular.
- Segundos molares inferiores permanentes con desarrollo radicular completo.
- Segundos molares inferiores permanentes con cierre apical completo.

- Segundos molares inferiores permanentes sin fractura radicular.
- Segundos molares inferiores permanentes no tratados endodónticamente, ni con preparación de conducto protésico.
- Segundos molares inferiores permanentes que no presenten signos evidentes de reabsorción radicular externa ni interna.

Se excluyeron como posibles sujetos de estudio aquellos dientes que presentaron alguna de las características indeseables para el estudio.

3.2.5.- Variables principales y sus escalas de medición (Tabla I)

Variable	Escala medición	Tipo de variable	Unidad de medida
Número de conductos en C	Razón	Cuantitativa discreta	Conductos
Configuración transversal del conducto (Según Clasificación de Fan, 2004 modificada)	Nominal	Cualitativa policotómica	Tipo I, II, III, IV y V

Tabla I:

Variables y escala de medición.

3.2.6.- Definiciones operacionales de las variables con su forma de medición

3.2.6.1.- Número de conductos en C

- Definición conceptual: Número de conductos en C observados en imágenes multiplanares de segundos molares inferiores permanentes, obtenidas de tomografía computacional Cone Beam.
- Definición operacional: Registro de la presencia de conducto en C observados en segundos molares inferiores permanentes, a partir del análisis de las imágenes de Scanner que conforman la muestra. Observaciones en los distintos planos del espacio: sagital, coronal y transversal.
- Medición de la variable: Numérica de razón (0, 1, 2, 3 o más).

3.2.6.2.- Configuración Transversal del conducto en C

- Definición conceptual: Variación anatómica interna del sistema de conductos en raíces de segundos molares inferiores permanentes.
- Definición operacional: Según configuración transversal que presenta el sistema de conductos en segundos molares inferiores permanentes estudiados, observable en cortes transversales a distintos niveles de la raíz, los que serán identificados con el tipo correspondiente a la Clasificación de Fan (2004) modificada.
- Medición de la variable: Cualitativa nominal (Tipo I, II, III, IV y V según Clasificación de Fan, 2004, modificada).

3.2.7.- Instrumentos de recolección de la información

Las imágenes de tomografía computarizada Cone Beam fueron digitalizadas y luego procesadas en el Software computacional One Volume Viewer versión 2.0.0 de ©J. Morita MFG Corp. compatible con equipos Sony Vaio, con el cual es posible la reconstrucción de imágenes multiplanares en tres dimensiones de los segundos molares inferiores permanentes estudiados, así como también la exploración de los cortes de las imágenes obtenidas en los planos axial, sagital y coronal para identificar aspectos anatómicos de estudio. Se pudieron realizar cortes de diversos grosores según el requerimiento del operador con el fin de poder analizar los distintos segmentos.

Los datos obtenidos para cada variable de estudio fueron tabulados en planillas de Microsoft Excel® versión 2007, posteriormente, la información recolectada fue sometida a análisis estadístico en el software IBM® SPSS® versión 19.

3.2.8.- Estandarización de la medición de variables e insumos

Se utilizaron como sujetos de estudio segundos molares inferiores permanentes humanos observados a partir de imágenes de tomografía computarizada Cone Beam, las cuales se encontraban disponibles en la Unidad de Imagenología Oral y Maxilo Facial de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso). Estos exámenes fueron realizados en pacientes usuarios de la institución señalada entre los años 2013 y 2014, como parte de un estudio de terceros molares.

Los exámenes se adquirieron utilizando el tomógrafo computarizado dental Veraviewepocs 3D de ©J. Morita MFG Corp. con 80 kV, 5 mA, 9.4 segundos de exposición y una ventana de 40x40 milímetros, siguiendo el protocolo establecido por el equipo.

3.2.9.- Análisis y clasificación de los cuerpos de prueba

Todas las mediciones y análisis fueron realizadas por un único operador (investigador), por lo cual se reduce probabilidad de errores en el procedimiento de recolección y se obvia la necesidad de calibración de un equipo de investigadores mediante Test de Kappa o similar. Sin embargo, aumenta el factor de subjetividad al ser un solo individuo a cargo del proceso investigativo.

Cada imagen fue analizada en los cortes frontal, transversal y sagital, identificando las características necesarias para ser considerado conducto en C y posteriormente, los casos positivos, fueron evaluados de acuerdo a su configuración transversal según los criterios de Fan (2004).

Las características necesarias para considerar que un conducto posee una configuración tipo C según Fan (2004) son:

- Raíces fusionadas.
- Ranura Longitudinal en la superficie vestibular o lingual de la raíz.
- Al menos 1 sección transversal del conducto con configuración C1, C2 o C3.

La configuración transversal del conducto en C fue categorizada en secciones radiculares en distintos niveles (modificado del estudio de Fan, 2004):

- Coronal: 1 milímetro bajo la entrada al sistema de conductos radiculares.
- Medio: tercio medio de la longitud radicular.
- A+4: 4 milímetros por sobre ápice radicular observado en imagen Cone Beam.
- A+3: 3 milímetros por sobre ápice radicular observado en imagen Cone Beam.
- A+2: 2 milímetros por sobre ápice radicular observado en imagen Cone Beam.
- A+1: 1 milímetro por sobre ápice radicular observado en imagen Cone Beam.

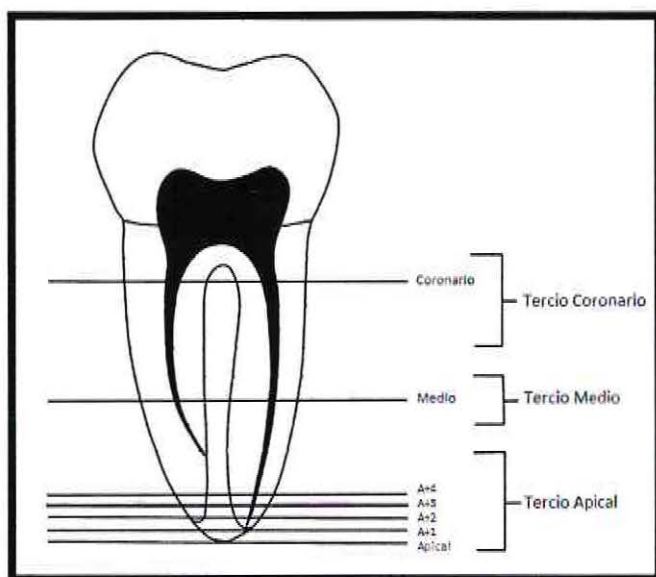


Figura 19:

Representación esquemática de los distintos niveles analizados para la evaluación de la configuración de la sección transversal del conducto en C (Modificado del estudio de Fan y cols., 2004).

La clasificación de la sección transversal del conducto en C propuesta por Fan el año 2004, y que fue utilizada de manera simplificada en este estudio, contempla:

- Categoría 1 (C1): La forma es una C sin separación o división.
- Categoría 2 (C2): La forma del conducto resulta en una forma de C discontinua (punto y coma).
- Categoría 3 (C3): Dos o tres conductos separados.
- Categoría 4 (C4): Solamente un conducto es redondeado u oval en su sección transversal.
- Categoría 5 (C5): La luz del conducto no puede ser observada (usualmente solo puede ser observada en el ápice).

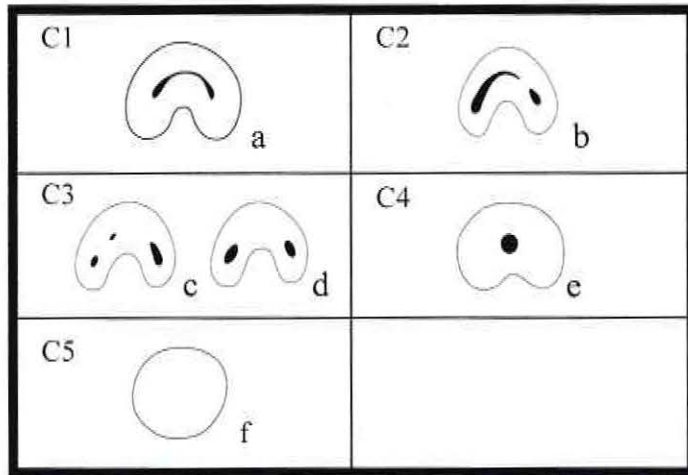


Figura 20:

Representación de las distintas configuraciones transversales posibles de encontrar en un conducto en C (Fan y cols., 2004)

3.2.10.- Análisis de los resultados

Según se describió en párrafos anteriores, los datos obtenidos fueron tabulados en planillas de Microsoft Excel® versión 2007. Se realizó un análisis estadístico simple, descriptivo, cuantitativo de los datos obtenidos, según las variables especificadas, utilizando el programa IBM® SPSS® versión 19.0

Se realizó el análisis descriptivo descrito para calcular una serie de medidas de tendencia central (media, mediana, moda). Para evaluar en qué medida los datos se agrupan o dispersan en torno a este valor central, se calcularon valores estadísticos de distribución (varianza, desviación típica, desviación estándar, coeficiente de variación).

Los datos fueron representados en tablas de frecuencia, en donde se refleja el porcentaje del total que representa cada variable estudiada. Además, se realizaron gráficos y tablas que representan de forma ilustrada los resultados obtenidos.

3.2.11.- Plan de trabajo y cronograma

3.2.11.1.- Procedimientos administrativos a seguir en la recopilación de datos

- Todas las imágenes Cone Beam forman parte de la base de datos de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso), institución que ha establecido un convenio de cooperación e investigación con la Universidad de Valparaíso, por lo que no fue requerido el consentimiento informado de los pacientes.
- La identidad del paciente se mantuvo oculta por principios éticos.
- Las imágenes fueron analizadas en una sola oportunidad.
- En una tabla Excel fueron registrados por cada examen de imagen:
 - Género y edad del paciente.
 - Diente estudiado.
 - Categoría encontrada de acuerdo a la clasificación de Fan (2004) modificada en cada nivel de interés del conducto radicular.

3.2.11.2.- Cronograma y Fases del estudio

La fase experimental del estudio se ejecutó durante el mes de diciembre de 2014. Una vez obtenidas las conclusiones, fue presentado ante comisión evaluadora como proyecto de tesis.

3.2.12.- Recursos necesarios

3.2.12.1.- Recursos disponibles

- Exámenes imagenológicos de Scanner (TC) completos (Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval, Valparaíso).
- Computador personal Sony Vaio.
- Lugar físico para selección de exámenes y para aplicaciones iniciales del Software (Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial de la Central Odontológica de la Primera Zona Naval, Valparaíso).
- Programa Microsoft Excel® versión 2007.

- Agenda, hojas de oficio para apuntes y lápices.

3.2.12.2.- Recursos a financiar

- 1 disco duro externo de 1 Terabyte para copia de software, respaldos y archivos.
- Dinero para transporte de investigador hacia Central Odontológica de la Primera Zona Naval (Valparaíso) o reuniones con tutores.

4.- RESULTADOS

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 489 imágenes Cone Beam de pacientes atendidos en la Central Odontológica de la Primera Zona Naval de Valparaíso. Estos exámenes fueron solicitados con el fin de evaluar terceros molares inferiores incluido, semi-incluidos o espacios edentúlos para colocación posterior de un implante, por lo que se incluía en la adquisición de la imagen el segundo molar inferior permanente, objeto principal de esta evaluación.

Del total de tomografías analizadas 47.65% (233) correspondieron a individuos de sexo femenino y 52.35% (256), a sexo masculino, siendo la edad promedio de la muestra 21.09 años.

4.1.- PREVALENCIA DE CONDUCTO EN C

En este estudio, del total de 489 segundos molares inferiores permanentes analizados, 74 (15.1%) tenían un sistema de conductos radiculares con configuración en C (Tabla II).

Prevalencia de Conducto en C		
Si	74	15.1%
No	415	84.9%
Total	489	100.00%

Tabla II:

Prevalencia de Conducto en C

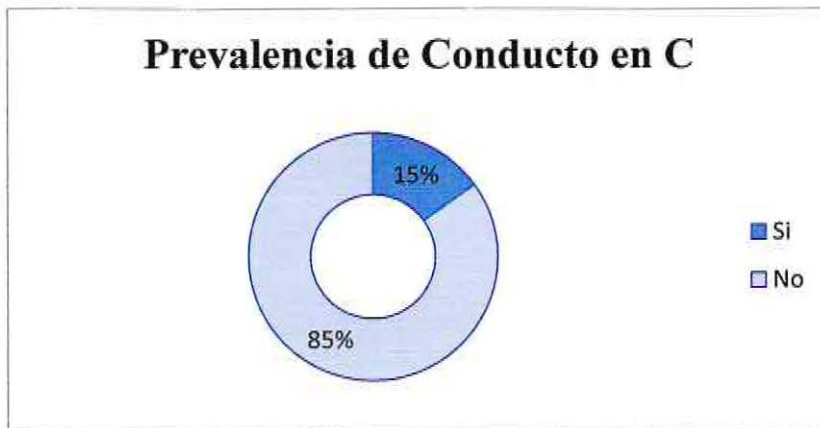


Figura 21:

Gráfico de distribución de casos para presencia o ausencia de Conducto en C

4.2.- CONFIGURACIÓN SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CONDUCTO EN C

4.2.1.- Tercio Coronal

En este estudio se encontró que las configuraciones más comunes de la sección transversal del conducto en C a 1 milímetro bajo la entrada del conducto (tercio coronal) son las tipo C1, C3 y C2, en porcentajes de 55.4%, 36.5% y 8.1% respectivamente (Tabla III). Un gran número de conductos adoptan una forma de C ininterrumpida a este nivel, pudiéndose observar también con elevada frecuencia 2 ó 3 conductos separados.

No estuvieron presentes las configuraciones C4 y C5.

Configuración Conducto en C Coronal		
Tipo	N	%
C1	41	55.4%
C2	6	8.1%
C3	27	36.5%
C4	0	0.0 %
C5	0	0.0 %
Total	74	100.0 %

Tabla III:

Prevalencia de configuración sección transversal en tercio coronal.

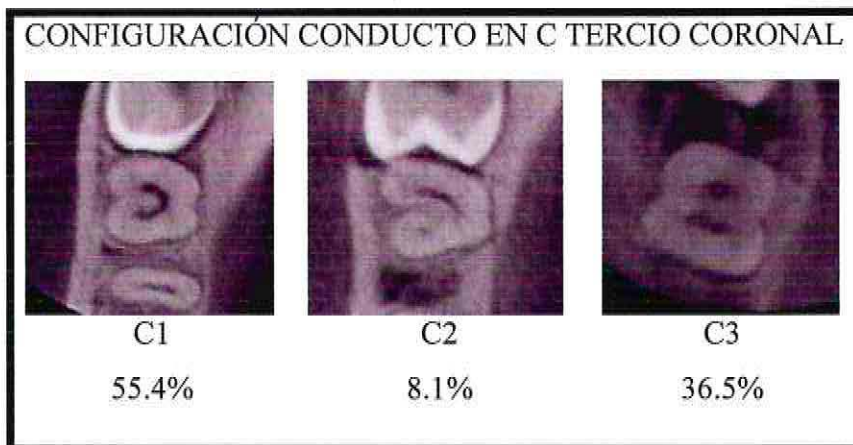


Figura 22:

Secciones transversales de Conducto en C en tercio coronal.

4.2.2.- Tercio Medio

En este estudio se encontró que las configuraciones más identificadas de la sección transversal en el tercio medio del conducto en C son las tipo C3 (51.4%), seguido por las tipo C1 (27.0%) y C2 (17.6%). La configuración C4 (4.0%) fue la menos observada (Tabla IV). A este nivel pudo observarse en mayor cantidad 2 ó 3 conductos separados, seguido de una configuración en forma de C ininterrumpida.

No se encontró la configuración tipo C5

Configuración Conducto en C Medio		
Tipo	N	%
C1	20	27.0%
C2	13	17.6%
C3	38	51.4%
C4	3	4.0%
C5	0	0.0%
Total	74	100.00 %

Tabla IV:

Prevalencia de configuración sección transversal en tercio medio.

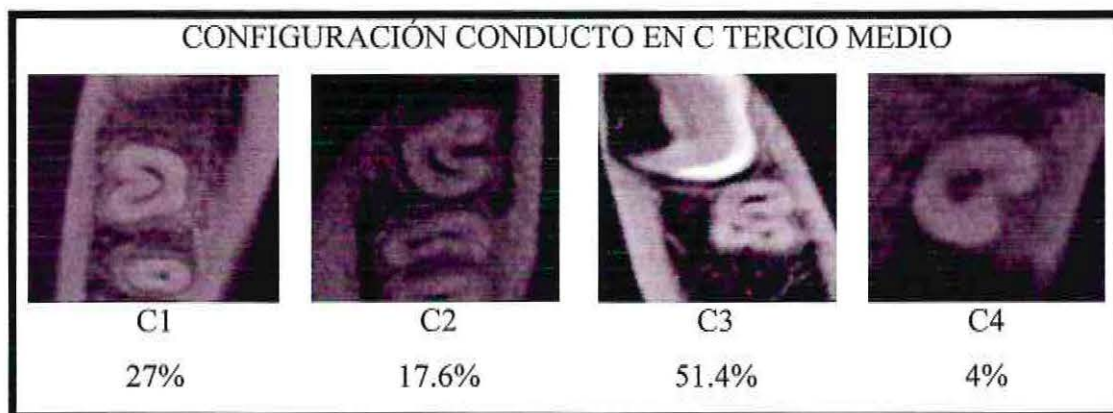


Figura 23:

Secciones transversales de Conducto en C en tercio medio.

4.2.3.- Tercio apical a 4 milímetros sobre el ápice

En este estudio se encontró que las configuraciones más identificadas de la sección transversal del conducto en C a 4 milímetros del ápice son las tipo C3 (37.8%), seguido por las tipo C1 (28.4%) y C4 (25.7%). La configuración C2 (8.1%) fue la menos observada (Tabla V). A este nivel pudo observarse en mayor cantidad 2 ó 3 conductos separados, seguido de una configuración en forma de C ininterrumpida o un conducto único.

No se encontró la configuración tipo C5

Configuración Conducto en C A+4		
Tipo	N	%
C1	21	28.4%
C2	6	8.1%
C3	28	37.8%
C4	19	25.7%
C5	0	0.0%
Total	74	100.00 %

Tabla V:

Prevalencia de configuración sección transversal a 4 milímetros del ápice radicular.



Figura 24:

Secciones transversales de Conducto en C a 4 milímetros del ápice radicular.

4.2.4.- Tercio apical a 3 milímetros sobre el ápice

En este estudio se encontró que las configuraciones más identificadas de la sección transversal del conducto en C a 3 milímetros del ápice son las tipo C4 (59.5%), seguido por las tipo C1 (18.9%) y C3 (18.9%) sin diferencia entre ellas. La configuración C2 (2.7%) fue la

menos observada. A este nivel pudo observarse en mayor cantidad un conducto único, de forma oval o redonda (Tabla VI).

No se encontró la configuración tipo C5

Configuración Conducto en C A+3		
Tipo	N	%
C1	14	18.9%
C2	2	2.7%
C3	14	18.9%
C4	44	59.5%
C5	0	0.00%
Total	74	100.0%

Tabla VI:

Prevalencia de configuración sección transversal a 3 milímetros del ápice radicular.



Figura 25:

Secciones transversales de Conducto en C a 3 milímetros del ápice radicular.

4.2.5.- Tercio apical a 2 milímetros sobre el ápice

En este estudio se encontró que las configuraciones más identificadas de la sección transversal del conducto en C a 2 milímetros del ápice son las tipo C4 (70.3%), seguido por las tipo C3 (12.2%) y C1 (10.8%). La configuración C2 (2.7%) fue la menos observada. A este nivel pudo observarse en mayor cantidad un conducto único, de forma oval o redonda (Tabla VII).

En un 4.0% de los casos analizados no se apreció conducto alguno.

Configuración Conducto en C A+2		
Tipo	N	%
C1	8	10.8%
C2	2	2.7%
C3	9	12.2 %
C4	52	70.3%
C5	3	4.0%
Total	74	100.0%

Tabla VII:

Prevalencia de configuración sección transversal a 2 milímetros del ápice radicular.

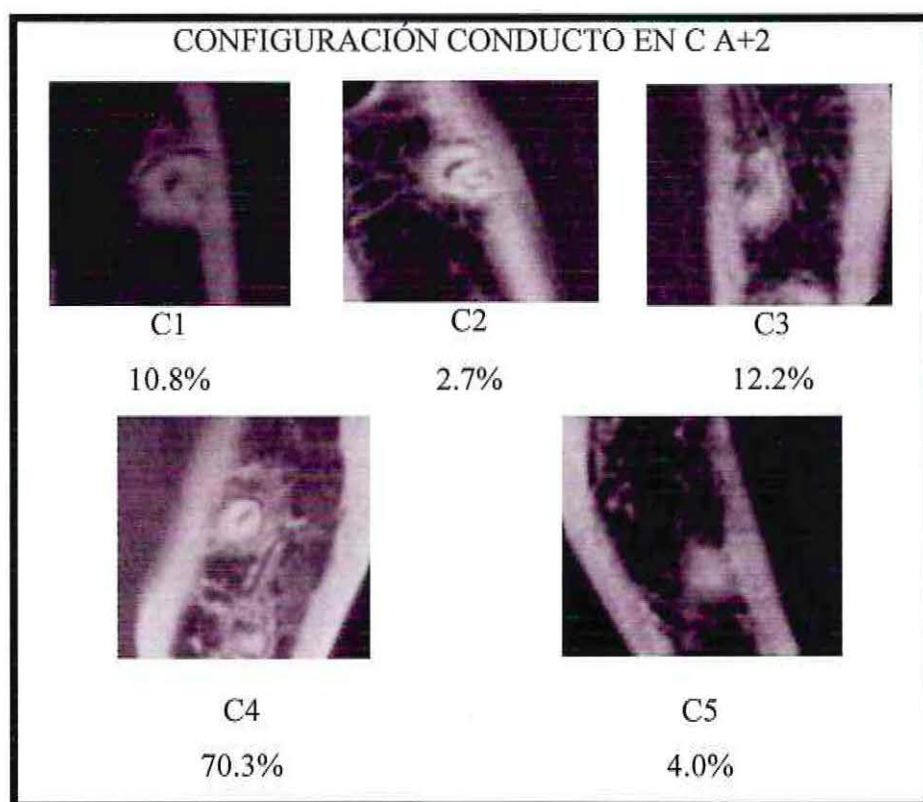


Figura 26:

Secciones transversales de Conducto en C a 2 milímetros del ápice radicular.

4.2.6.- Tercio apical a 1 milímetro sobre el ápice

En este estudio se encontró que las configuraciones más identificadas de la sección transversal del conducto en C a 1 milímetros del ápice son las tipo C4 (74.3%). Las configuración C3 (4.0%) fue la menos observada. A este nivel pudo observarse en mayor cantidad un conducto único, de forma oval o redonda.

En un 20.3% de los casos analizados no se apreció conducto alguno y la configuración C2 no fue observada (Tabla VIII).

Configuración Conducto en C A+1		
Tipo	N	%
C1	1	1.4%
C2	0	0.0%
C3	3	4.0%
C4	55	74.3%
C5	15	20.3%
Total	74	100.0%

Tabla VIII:

Prevalencia de configuración sección transversal a 1 milímetro del ápice radicular.

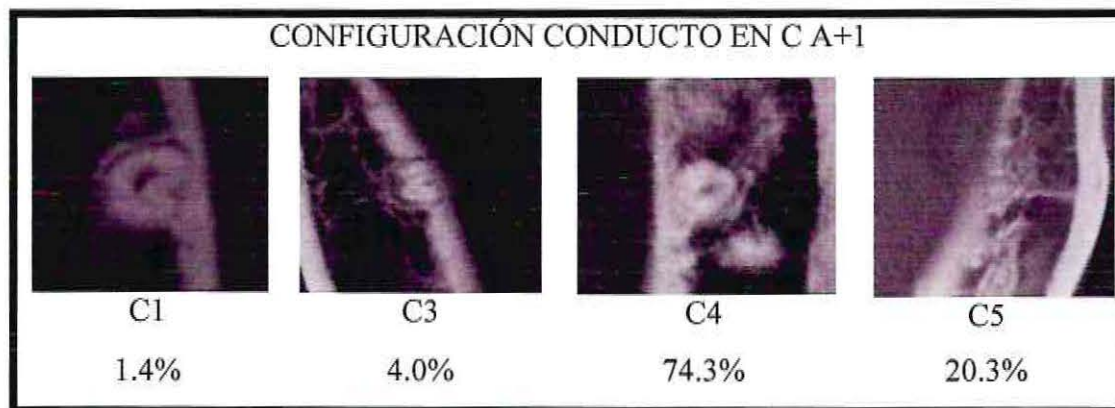


Figura 27:

Secciones transversales de Conducto en C a 1 milímetro del ápice radicular.

5.- DISCUSIÓN

La configuración del conducto radicular en forma de C aparece cuando se fusionan las raíces mesial y distal en sus caras vestibular o lingual. Estas fusiones son irregulares, permaneciendo las dos raíces unidas por una cinta interradicular. Fan reconoce además otras dos características de un diente que posee una configuración de conducto en C: una ranura longitudinal en la superficie lingual o bucal de la raíz y al menos una sección transversal del conducto perteneciente a las configuraciones C1, C2 o C3 de su clasificación.

Una vez identificada, la configuración en forma de C proporciona un desafío en lo que concierne al desbridamiento y obturación de conducto radicular, sobre todo porque no se sabe si esta variación anatómica está sobre el piso de la cámara pulpar o continúa hacia el tercio apical de la raíz. Claramente, la anatomía del conducto radicular no siempre puede predecirse, pudiendo ser la fuente del fracaso de la terapia endodóntica.

La tomografía volumétrica Cone Beam ha demostrado ser una herramienta de gran valor para el reconocimiento de la anatomía interna radicular. En el año 2007 Cotton y col. reportaron sus beneficios en el uso odontológico, destacando su precisión, alta resolución, menor tiempo del examen y dosis al compararlo con la tomografía convencional, indicando además su gran valor como herramienta de apoyo para el ejercicio de la endodoncia. Si bien la dosis de radiación es mayor cuando se compara con una radiografía periapical, Ball y col. el año 2013 señalaron que la indicación del Cone Beam se justifica plenamente en casos de gran dificultad o complicaciones intraoperatorias, como son anatomía compleja, calcificaciones distróficas, reabsorciones radiculares, perforaciones o fracturas radiculares, basándose además en lo indicado por la Asociación Americana de Endodoncia (AAE) y la Academia Americana de Radiología Oral y Maxilofacial (AAOMR) durante el año 2011.

Por otro lado, en el estudio de Guillaume y col. del año 2006, se concluye que la tomografía computarizada de alta resolución parece ser una herramienta interesante en el estudio de los conductos radiculares al compararlo con otros métodos. Dentro de las técnicas clásicas se

incluye la inyección de un material opaco (tinta o gutapercha) seguido de la diafanización del tejido. La diafanización del tejido duro es una técnica que vuelve a los objetos transparentes. En el caso de los dientes, implica descalcificación en ácidos seguido de una inmersión en aceite con un alto índice de refracción, tal como salicilato de metilo, por lo que la técnica destruye la muestra. La microscopía electrónica de barrido también se ha propuesto como mecanismo para estudiar la morfología de los canales radiculares, pero también destruye la muestra. La tomografía es una técnica no destructiva y ofrece imágenes virtuales que se pueden manejar y seccionar según la necesidad del estudio. Estos resultados son apoyados por Matherne y col. (2008) quienes concluyeron la veracidad de la tomografía Cone Beam en la identificación de la anatomía del sistema de conductos radiculares por sobre técnicas de radiografía intraoral digital in Vitro (100% versus 79%).

En este estudio, el 15.1% de los segundos molares inferiores permanentes evaluados tenían un sistema de conductos radiculares con configuración en C.

La literatura reporta distintas tendencias en cuanto a la configuración y número de raíces y conductos radiculares. Esta variación en los resultados parece estar determinada genéticamente, lo que se ve reflejado en las diferencias étnicas.

Los estudios sobre los segundos molares mandibulares han demostrado una alta incidencia de conductos en forma de C (10% - 31.5%) en individuos de Japón, China, Hong Kong, Líbano y las poblaciones de Tailandia. Estos estudios indican que los canales en forma de C son más frecuentes en los asiáticos, sobre todo en aquellos del lejano oriente.

Jafarzadeh y Wu el año 2007 realizaron una revisión bibliográfica en la que, entre otros puntos, analizaron la prevalencia de conductos en C reportada por distintos autores para primeros y segundos premolares y para primeros, segundos y terceros molares, tanto superiores como inferiores. Los resultados para el segundo molar inferior permanente se resumen en la Tabla IX.

Investigadores	País	Metodología	Tamaño Muestral	Número conductos en C	Porcentaje
<i>Pineda y Kuttler (1972)</i>	N/E	Radiografía	300	0	0%
<i>Cooke y Cox (1979)</i>	N/E	N/E	N/E	N/E	8%
<i>Vertucci (1984)</i>	N/E	Inyección de tinta	100	0	0%
<i>Yang y cols. (1988)</i>	China	Aclaramiento	581	81	13.9%
<i>Weine y cols. (1988)</i>	N/E	In Vitro	75	2	2.7%
<i>Sutalo y cols. (1998)</i>	N/E	Inyección de tinta	112	14	12.5%
<i>Weine (1998)</i>	Mixto	N/E	811	62	7.6%
<i>Haddad y cols. (1999)</i>	Líbano	Radiografía y clínica	94	18	19.1%
<i>Gulabivala y cols. (2001)</i>	Birmania	Tinción y aclaramiento	134	30	22.4%
<i>Lambrianidis y cols. (2001)</i>	N/E	Radiografía	480	22	5%
<i>Gulabivala y cols. (2002)</i>	Tailandia	Inyección de tinta	60	6	10%
<i>Al-Fouzan (2002)</i>	Arabia Saudita	N/E	151	16	10.6%
<i>Seo y Park (2004)</i>	Corea	Clínica	272	89	32.7%
<i>Seo y Park (2004)</i>	Corea	In Vitro	96	30	31.3%
<i>Cimilli y cols. (2005)</i>	N/E	T/C	491	40	8%
<i>Jin y cols. (2006)</i>	Corea	T/C	220	98	44.5%

Tabla IX:

Prevalencia de Conducto en C en diversos estudios.

Jin y cols. el año 2006, al analizar 220 segundos molares inferiores permanentes de individuos coreanos mediante tomografía Cone Beam, encontraron que en el 44.5% de los casos se observaba una configuración tipo C para el conducto radicular. Estos resultados corroboran y enfatizan lo mencionado anteriormente, es decir, la alta prevalencia de esta característica en la población asiática.

Según Nie (2013) los conductos en forma de C se pueden encontrar especialmente en individuos de China, existiendo una muy alta incidencia (44.5%) en comparación con la de los

individuos de otro origen racial (1.04%). Puede esperarse que de la totalidad de conductos en C encontrados, al menos 7 de 9 casos (77.8%) sea en individuos chinos.

En un estudio más actual, Sinanoglu y Helvacioğlu-Yigit el año 2014 analizaron 339 segundos molares inferiores permanentes mediante Cone Beam, siguiendo los criterios descritos por Fan. Dentro de sus resultados se encontraron que 29 dientes con raíces fusionadas (8.6%) presentaban una configuración con forma de C.

En relación a su anatomía interna, este estudio revela que la configuración de tipo C ininterrumpida (C1) es la que se encuentra un mayor número de veces en la entrada al sistema de conductos radiculares (55.4%), para luego dar paso a 2 ó 3 conductos separados (C3) a nivel del tercio medio radicular (51.4%). El tercio apical, evaluado en 4 niveles diferentes, demostró la mayor variabilidad en la presencia de las distintas configuraciones: a 4 milímetros del ápice es posible observar que sigue siendo mayoría la tipo C3 (37.8%), mientras que a 3, a 2 y a 1 milímetros del ápice es la configuración C4 la observada con mayor frecuencia (59.5, 70.3 y 74.3% respectivamente). Se observó además, que este conducto único se curvaba hacia distal dentro de los últimos 2 milímetros apicales (Figura 28).



Figura 28:

Configuración de Conducto en C en un corte sagital.

Los resultados anteriores evidencian que la configuración del conducto en C experimenta una serie de variaciones en su trayecto a lo largo de la raíz. Tal como sugiere Melton en su estudio, no es posible predecir la configuración del conducto en forma de C a lo largo de la raíz basándose en lo observado a nivel de la entrada del conducto.

Fan en su estudio de 54 segundos molares inferiores en población China del año 2004, encontró que a nivel de la entrada al conducto radicular había un mayor número de configuraciones C1 (88.89%), es decir predominaba la forma de C ininterrumpida, seguido de C2 (7.41%) y C3 (3.70%). Tales resultados concuerdan con las mayorías encontradas a este nivel en este estudio. Para el tercio medio, igualmente la configuración C3 fue la dominante, mientras que a medida que avanzaba el trayecto hacia apical fue posible encontrar mayoría de C3 y C4, siendo esta última la más observada dentro del último milímetro antes del ápice radicular.

Chai el año 2004 realizó un estudio con tinción en 20 segundos molares inferiores extraídos, analizando la configuración de la sección transversal del conducto en C en múltiples cortes a intervalos de 1 milímetro. Se evaluaron luego bajo microscopio las formas de C ininterrumpida, semicolon o C incompleta, otras formas de C incompleta (equivalente a la clasificación C3 de Fan) y forma no C. Además analizaron el espesor mínimo de las paredes lingual y vestibular de estos molares de raíces fusionadas y con hendidura radicular en la superficie lingual. Encontraron que las configuraciones semicolon y C ininterrumpida fueron las más numerosas, pero ninguno de los especímenes mostró una configuración en C a lo largo de todo el trayecto del conducto radicular. En este estudio, las paredes linguales eran normalmente más delgadas que las paredes vestibulares en coronal, medio y tercio apical radicular, especialmente en mesial. El valor más bajo medido fue de 0.26 milímetros. Los valores más pequeños de espesor se observaron generalmente en el tercio apical de la raíz. En conclusión, los especialistas deben ser conscientes de las ubicaciones de estas zonas de peligro, así como también de las variaciones en la configuración de estos tipos de conductos a lo largo del trayecto radicular, para evitar la perforación en el surco lingual durante el desbridamiento, conformación y obturación.

El reconocimiento inicial se produce luego del acceso endodóntico y la extracción del tejido de la cámara pulpar. La instrumentación debe ser cuidadosa, apoyándose en suficiente irrigación con hipoclorito de sodio. Algunos estudios analizan el empleo de instrumental rotatorio de Níquel-Titanio (Potaper), señalando la capacidad de mantener la centricidad del conducto, pero mencionan como desventaja el no lograr preparar un gran número de superficies dentinarias (Yin y cols. 2010). Solomonov y cols. El año 2012 evidenciaron la superioridad del instrumento SAF por sobre Protaper para la preparación de estos conductos. Considerando la complejidad anatómica que ofrecen estos dientes, Cheung y Cheung señalaron que un instrumento superior al número 30 y de taper mayor a 0.06 constituye un riesgo de perforación, sobre todo a nivel apical. Es por esto que surge el ultrasonido como lo más eficaz y seguro al momento de conseguir una adecuada preparación quimiomecánica (Jafarzadeh y Wu, 2007).

La obturación de los canales en forma de C puede requerir una técnica modificada. Según el estudio Jafarzadeh y Wu, pareciera ser lo más recomendado el empleo de gutapercha termoplastificada y compactada mediante condensación vertical, empleando 2 ó 3 pluggers para lograr distribuir el material en la zona del istmo.

6.- CONCLUSIONES

- La presencia del conducto con configuración tipo C se reconoce en el 15.1% de los segundos molares inferiores permanentes.
- La configuración mayormente encontrada a la entrada del conducto fue la tipo C1 (55.4%), es decir, forma de C ininterrumpida.
- La configuración mayormente encontrada a nivel del tercio medio del conducto radicular fue la tipo C3 (51.4%), es decir, identificación de 2 ó 3 conductos separados.
- La configuración mayormente encontrada a 4 milímetros del ápice radicular fue C3 (37.8%)
- La configuración mayormente encontrada a 3 milímetros del ápice radicular fue C4 (59.5%), es decir, se observó un único conducto oval o redondeado.
- La configuración mayormente encontrada a 2 milímetros del ápice radicular fue C4 (70.3%).
- La configuración mayormente encontrada a 1 milímetro del ápice radicular fue C4 (74.3%).
- La configuración anatómica del conducto es compleja y experimenta variaciones en el trayecto desde los orificios de entrada hasta el ápice radicular.
- En los casos en que la configuración termina en conducto único es posible observar su salida ligeramente curva hacia distal sin llegar hasta el extremo apical radicular.

7.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alavi, A. M., Opananon, A., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2002). Root and canal morphology of Thai maxillary molars. *International Endodontic Journal*, 35(5), 478-485.
2. Ball, R. L., Barbizam, J. V., & Cohenca, N. (2013). Intraoperative endodontic applications of cone-beam computed tomography. *Journal of endodontics*, 39(4), 548-557.
3. Bourgeois, M., Sikorski, P., & Taylor, S. (2007). Cone beam volumetric tomography. *Oral Health*, 97(6), 14.
4. Chai, W. L., & Thong, Y. L. (2004). Cross-sectional morphology and minimum canal wall widths in C-shaped roots of mandibular molars. *Journal of endodontics*, 30(7), 509-512.
5. Chau, A., & Fung, K. (2009). Comparison of radiation dose for implant imaging using conventional spiral tomography, computed tomography, and cone-beam computed tomography. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 107(4), 559-565.
6. Cheung, L. H., & Cheung, G. S. (2008). Evaluation of a rotary instrumentation method for C-shaped canals with micro-computed tomography. *Journal of endodontics*, 34(10), 1233-1238.
7. Cotton, T. P., Geisler, T. M., Holden, D. T., Schwartz, S. A., & Schindler, W. G. (2007). Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *Journal of endodontics*, 33(9), 1121-1132.
8. Dawood, A., Patel, S., & Brown, J. (2009). Cone beam CT in dental practice. *British dental journal*, 207(1), 23-28.
9. Estévez Luaña y cols. (2009). *Tomografía computarizada en endodoncia: usos e indicaciones*. *Endodoncia 2009*; 27 (Nº2): 80-85.
10. Fan, B., Cheung, G. S., Fan, M., Gutmann, J. L., & Fan, W. (2004). C-shaped canal system in mandibular second molars: Part II—Radiographic features. *Journal of endodontics*, 30(12), 904-908.
11. Fan, B., Min, Y., Lu, G., Yang, J., Cheung, G. S., & Gutmann, J. L. (2009). Negotiation of C-shaped canal systems in mandibular second molars. *Journal of endodontics*, 35(7), 1003-1008.
12. Fan, W., Fan, B., Gutmann, J. L., & Cheung, G. S. (2007). Identification of C-shaped canal in mandibular second molars. Part I: radiographic and anatomical features revealed by intraradicular contrast medium. *Journal of endodontics*, 33(7), 806-810.
13. Gao, Y., Fan, B., Cheung, G. S., Gutmann, J. L., & Fan, M. (2006). C-shaped canal system in mandibular second molars part IV: 3-D morphological analysis and transverse measurement. *Journal of endodontics*, 32(11), 1062-1065.

14. Greco-Machado y cols. (2009). *Morfología de los conductos radiculares de premolares superiores e inferiores*. *Endodoncia* 2009; 27 (N°1): 13-18.
15. Guillaume, B., Lacoste, J. P., Gaborit, N., Brossard, G., Cruard, A., Baslé, M. F., & Chappard, D. (2006). Microcomputed tomography used in the analysis of the morphology of root canals in extracted wisdom teeth. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 44(3), 240-244.
16. Horner, K., Islam, M., Flygare, L., Tsiklakis, K., & Whaites, E. (2014). Basic principles for use of dental cone beam computed tomography: consensus guidelines of the European Academy of Dental and Maxillofacial Radiology.
17. Jafarzadeh, H., & Wu, Y. N. (2007). The C-shaped root canal configuration: a review. *Journal of endodontics*, 33(5), 517-523.
18. Jafarzadeh, H., Javidi, M., & Zarei, M. (2006). Endodontic retreatment of a maxillary second molar with three separate buccal roots. *Australian Endodontic Journal*, 32(3), 129-132.
19. Jin, G. C., Lee, S. J., & Roh, B. D. (2006). Anatomical study of C-shaped canals in mandibular second molars by analysis of computed tomography. *Journal of endodontics*, 32(1), 10-13.
20. Kau, C. H., Božič, M., English, J., Lee, R., Bussa, H., & Ellis, R. K. (2009). Cone-beam computed tomography of the maxillofacial region—an update. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery*, 5(4), 366-380.
21. Kim, S., Yoshizumi, T. T., Toncheva, G., Yoo, S., & Yin, F. F. (2008). Comparison of radiation doses between cone beam CT and multi detector CT: TLD measurements. *Radiation protection dosimetry*, 132(3), 339-345.
22. Matherne, R. P., Angelopoulos, C., Kulild, J. C., & Tira, D. (2008). Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro. *Journal of endodontics*, 34(1), 87-89.
23. Min, Y., Fan, B., Cheung, G. S., Gutmann, J. L., & Fan, M. (2006). C-shaped canal system in mandibular second molars Part III: The morphology of the pulp chamber floor. *Journal of endodontics*, 32(12), 1155-1159.
24. Nie, Y. K., Bakar, W. Z. W., & Alam, M. K. (2013). C-shaped root canal. *Dental research journal*, 10(1), 132.
25. Patel, S., Dawood, A., Ford, T. P., & Whaites, E. (2007). The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International endodontic journal*, 40(10), 818-830.
26. Pauwels, R. y cols. (2012). Effective dose range for dental cone beam computed tomography scanners. *European journal of radiology*, 81(2), 267-271.
27. Scarfe, W. C. (2011). Use of cone-beam computed tomography in endodontics Joint Position Statement of the American Association of Endodontists and the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 111, 234-237.

28. Sherrard, J. F., Rossouw, P. E., Benson, B. W., Carrillo, R., & Buschang, P. H. (2010). Accuracy and reliability of tooth and root lengths measured on cone-beam computed tomographs. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 137(4), S100-S108.
29. Sidow, S. J., West, L. A., Liewehr, F. R., & Loushine, R. J. (2000). Root canal morphology of human maxillary and mandibular third molars. *Journal of endodontics*, 26(11), 675-678.
30. Soares, I. y Goldberg, F. "Endodoncia: técnica y fundamentos", 2º Edición, Buenos Aires, Editorial Médica Panamericana, 2012. Capítulo 6, pp 93-106.
31. Solomonov, M., Paqué, F., Fan, B., Eilat, Y., & Berman, L. H. (2012). The challenge of C-shaped canal systems: a comparative study of the self-adjusting file and ProTaper. *Journal of endodontics*, 38(2), 209-214.
32. Temilímetroserman, A., Hertelé, S., Teughels, W., Dekeyser, C., Jacobs, R., & Quirynen, M. (2011). Are panoramic images reliable in planning sinus augmentation procedures?. *Clinical oral implants research*, 22(2), 189-194.
33. Vertucci, F. y cols. "Morfología del diente y preparación de la cavidad de acceso" en: Cohen, S. y Hargreaves, K., "Vías de la pulpa", 9º Edición, España. Editorial Elsevier, 2008, pp 152-238.
34. Villas-Boas y cols. (2011). Micro-Computed Tomography Study of the Internal Anatomy of Mesial Root Canals of Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*, 37(12), 1682-1686.
35. Yin, X., Cheung, G. S. P., Zhang, C., Masuda, Y. M., Kimura, Y., & Matsumoto, K. (2010). Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. *Journal of endodontics*, 36(4), 708-712.