



ESTUDIO MORFOLÓGICO DE LOS CONDUCTOS RADICULARES DE
SEGUNDOS MOLARES TEMPORALES MAXILARES EN NIÑOS CHILENOS
MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA DE HAZ CÓNICO

POR: CARLA SOTO SOTO

Tesis presentada a la Facultad de Odontología de la Universidad del
Desarrollo para optar al grado académico de Especialista en Odontopediatría

PROFESOR GUÍA

Sr. Roger Moraga

Diciembre 2023

CONCEPCIÓN

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Marco Teórico	3
1.1.1 Segundo molar temporal maxilar.....	3
1.1.1.1 Formación de la raíz	3
1.1.1.2 Morfología radicular	5
1.1.1.3 Configuración del conducto radicular.....	5
1.1.1.4 Reabsorción radicular	7
1.1.2 Funciones de los dientes temporales	8
1.1.3 Clasificación de la morfología y de los sistemas de canales radiculares.....	8
1.1.4 Clasificación de Vertucci	9
1.1.5 Examen tomografía computarizada de haz cónico.....	10
1.2 Descripción del problema.....	12
1.3 Pregunta de investigación.....	13

Capítulo II. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	14
2.1 Supuesto de investigación	14
2.2 Objetivo General	14
2.3 Objetivos Específicos.....	14
2.4 Diseño de investigación	15
2.5 Universo.....	15
2.6 Muestreo y muestra	16
2.7 Criterios de selección.....	16
2.8 Procedimiento, definición y operacionalización de las variables..	17
2.9 Etapa de Calibración.....	19
2.10 Análisis de los datos	19
Capítulo III: RESULTADOS	21
3.1 Número de raíces y conductos radiculares.....	21
3.2 Longitud radicular y del conducto radicular.....	22
3.3 Categorización de morfología de conductos radiculares:	23
Capítulo IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	26
Capítulo VI: CONCLUSIONES Y PROYECCIONES	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis hijos, mis padres, a Susito y en especial a mi compañero de vida Alejandro Neira, por el constante apoyo durante todo este periodo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco sinceramente a Alejandro Neira, Profesor Roger Moraga, Dr. Patricio Meléndez y al Servicio de Radiología de la Universidad Andrés Bello, por su invaluable apoyo y orientación en este trabajo de investigación. Su experiencia y dedicación han sido fundamentales para su éxito. Su contribución ha dejado una marca indeleble en este proyecto, y estoy agradecida por la oportunidad de aprender de su sabiduría y liderazgo.

RESUMEN

Los segundos molares temporales maxilares desempeñan funciones cruciales en el desarrollo bucal, como la oclusión, fonética y mantención de espacio para los dientes definitivos. Para su conservación, el tratamiento endodóntico en niños es de vital importancia. Sin embargo, la complejidad del procedimiento se acentúa por la variabilidad morfológica de las raíces y de los conductos radiculares de las raíces mesiovestibular (MV), distoventricular (DV) y palatina (P) en los molares temporales, información que no ha sido descrita en los molares secundarios temporales en niños chilenos. El objetivo del presente estudio fue describir las características morfológicas de los conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares en subpoblación de niños chilenos mediante el uso de una base de datos de Tomografía Computarizada de Haz Cónico. En el presente estudio retrospectivo, descriptivo y observacional, se obtuvieron 26 imágenes de segundos molares temporales maxilares, a partir de las cuales se determinó el número de raíces (N), número de conductos radiculares por molar (N), longitud de la raíz (mm) y del conducto radicular (mm) y la clasificación morfológica del sistema de conductos radiculares para cada raíz mediante la clasificación realizada por Vertucci. La investigación se encuentra aprobado por el comité de ética de la Universidad Andrés Bello. Nuestro estudio observó que los segundos molares temporales maxilares presentan con mayor frecuencia 3 raíces (96,2%) y 4

conductos radiculares (46,2%) por molar. Respecto a la morfología radicular, nuestra investigación demostró que la clasificación más frecuente en las tres raíces presente en la población de niños chilenos fue la tipo I (MV:53,8%; DV:73.1%; P:92,3%). Las clasificaciones correspondientes a dos y tres conductos radiculares por raíz se observaron en menor cantidad (Vertucci tipo IV: alrededor de 15%; Vertucci tipo VIII: 3,8%). Este conocimiento describe las características morfológicas de los sistemas de conductos radiculares de los segundos molares temporales maxilares de la población de niños chilenos, lo cual es fundamental para asegurar el éxito a largo plazo de los tratamientos endodónticos que promuevan la conservación del diente en la cavidad oral, disminuyendo las complicaciones como la perforación de las paredes radiculares o la fractura de instrumentos endodónticos.

INTRODUCCIÓN

Los segundos molares temporales maxilares cumplen funciones muy importantes en el desarrollo de una persona en crecimiento, ya que permiten la fonación y masticación, corresponden a un estímulo funcional para el desarrollo de los arcos dentarios, conservan el espacio para la erupción de los dientes definitivos e idealmente delimitan de forma fisiológica la vía de erupción de éstos (Bolette et al., 2016). Estas funciones pueden verse seriamente comprometidas en casos de pérdida prematura de los molares temporales, siendo uno de los principales problemas los cambios en la cronología y secuencia de erupción de los dientes permanentes, por lo tanto, la conservación de los dientes primarios en los niños es un concepto esencial y que comúnmente requiere un tratamiento endodóntico (Fumes et al., 2014). Los molares temporales en su geometría interna de la cavidad pulpar poseen conexiones en la zona de la furca y anastomosis horizontal que no se encuentran generalmente en los dientes permanentes (Yang et al., 2013) y que no son clínicamente apreciables con técnicas radiográficas debido a que la superposición de las estructuras mineralizadas hace imposible observar fielmente en sentido bucolingual/palatino (Ticona-Flores & Diéguez-Pérez, 2022). El tratamiento en dientes temporales es un procedimiento complejo, que requiere una técnica delicada y minuciosa determinada por la variabilidad de las características morfológicas de sus raíces

y sus conductos radiculares (Ahmed et al., 2020), lo que determina principalmente un resultado exitoso (Cleghorn et al., 2010).

La tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), es uno de los métodos no invasivos que proporciona al profesional la capacidad de observar un área en tres planos anatómicos diferentes, eliminando la superposición de estructuras anatómicas, por lo que se ha sugerido éste tipo de examen complementario para ayudar a identificar sistemas de conductos radiculares (Demirbuga et al., 2013). Tiene una dosis de radiación menor que la tomografía computarizada médica y mayor resolución que la técnica de radiografía convencional (Krishnamurthy et al., 2021).

Las características del segundo molar temporal parecen estar determinadas genéticamente por diferencias étnicas, orígenes, edad y sexo (de Pablo et al., 2010), siendo caracterizadas en diferentes poblaciones mediante el uso de TCHC, como la india, iraní, china y española entre otras (Pérez-Heredia et al., 2017). Dichos estudios han sido realizados principalmente en dientes permanentes, categorizando la variabilidad morfológica mediante diversas clasificaciones y configuraciones de conductos radiculares que se han propuesto y que están bien documentadas en la literatura (Krishnamurthy et al., 2021). Sin embargo, existe escasa literatura sobre la morfología del conducto radicular en molares temporales de la población infantil chilena.

CAPÍTULO I: PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Marco Teórico

1.1.1 Segundo molar temporal maxilar

1.1.1.1 Formación de la raíz

El desarrollo de las raíces comienza después de que la formación de la dentina y el esmalte han alcanzado lo que será la futura unión cementoadamantina (Hargreaves & Cohen, 2011). En la formación de la raíz, la vaina epitelial de Hertwig desempeña un papel fundamental como inductora y modeladora de la raíz del diente. En los dientes multirradiculares, la vaina emite dos o tres especies de lengüetas epiteliales u diafragmas en el cuello, dirigidas hacia el eje del diente, destinadas a formar, por fusión, el piso de la cámara pulpar, una vez delimitado el piso proliferan en forma individual en cada una de las raíces (Gómez de Ferrais et al., 2022). Durante la formación de la raíz, el foramen apical de cada una de ellas tiene una abertura amplia limitada por un diafragma epitelial. Las paredes dentinarias divergen en dirección apical, y la forma del conducto pulpar se asemeja a un tubo ancho y abierto. En esta fase, cada raíz contiene un conducto, y el número de conductos es el mismo que el de raíces (Figura 1-2). Aunque la vaina desaparece al establecerse la longitud de la raíz,

en el interior de las raíces sigue depositándose dentina. La diferenciación de una raíz en conductos separados, como en la raíz mesial de los molares mandibulares, ocurre gracias a un depósito continuado de dentina. La raíz no tiene una longitud completa hasta transcurridos de 1 a 4 años después de la erupción del diente en la cavidad oral. (Hargreaves & Cohen, 2011).

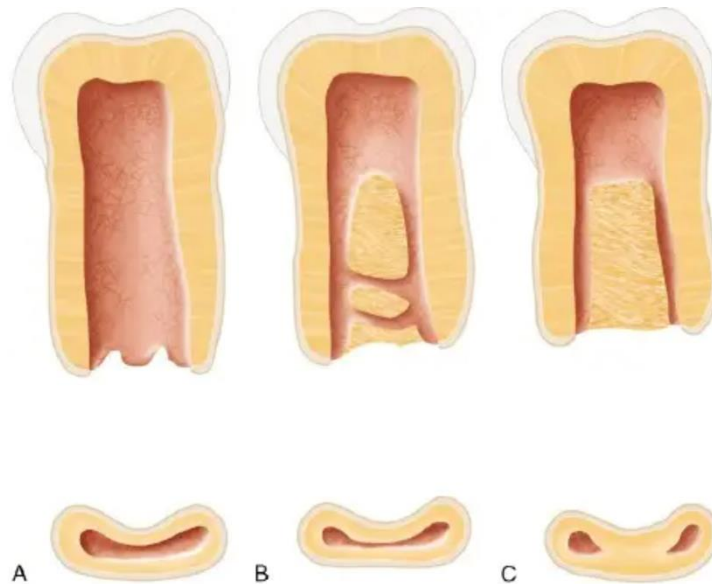


Figura 1-2. Sección transversal vestibulolingual de la raíz mesial de un molar temporal de la mandíbula. (A) Formación de la raíz en el momento en que ha terminado su crecimiento longitudinal y sólo tiene un conducto radicular; (B) Diferenciación de la raíz en dos conductos radicales separados a causa del depósito continuado de dentina (zonas sombreadas). Entre los dos conductos existen pequeñas aletas y ramificaciones de conexión; (C) Los conductos están divididos y ha comenzado la reabsorción radicular. Adaptado de Cohen Vías de la Pulpa (p.814), por S. Cohen, 2011, España, Elsevier.

1.1.1.2 Morfología radicular

El segundo molar temporal maxilar puede tener de dos a cuatro raíces, siendo la variante de tres raíces la más común. En comparación con la longitud y la anchura de la corona, las raíces de los molares temporales son largas y delgadas; asimismo, divergen para permitir la formación del germen dental permanente (Hargreaves & Cohen, 2011).

1.1.1.3 Configuración del conducto radicular

Hay una amplia gama de variaciones anatómicas en la dentición temporal, especialmente en los molares. Las configuraciones del conducto radicular cambian dinámicamente con la edad, debido a la deposición de islas de dentina que influyen en el número, tamaño y forma de canales dentro de las raíces primarias. Además, la reabsorción radicular fisiológica cambia la morfología del ápice de la raíz (Ahmed et al., 2019). Se considera que el sistema de conductos radiculares en los molares temporales es complejo, ya que los canales muestran varias anastomosis pequeñas que recorren toda la dentina radicular (Katge et al., 2022). Los sistemas de conductos radiculares de los segundos molares primarios maxilares no solo son complejos, sino que tienen una variedad de configuraciones que pueden contribuir a resultados clínicos desfavorables después del tratamiento endodóntico (Mohd et al., 2020). El segundo molar

temporal maxilar tiene de dos a cinco conductos que se corresponden con la forma externa de la raíz (Figura 1-1). Habitualmente, la raíz mesiovestibular (MV) se bifurca o bien contiene dos conductos distintos. Esto ocurre en el 85-95% de los segundos molares temporales maxilares. En estos dientes también puede ocurrir una fusión de las raíces palatina (P) y distovestibular (DV) (Hargreaves & Cohen, 2011).

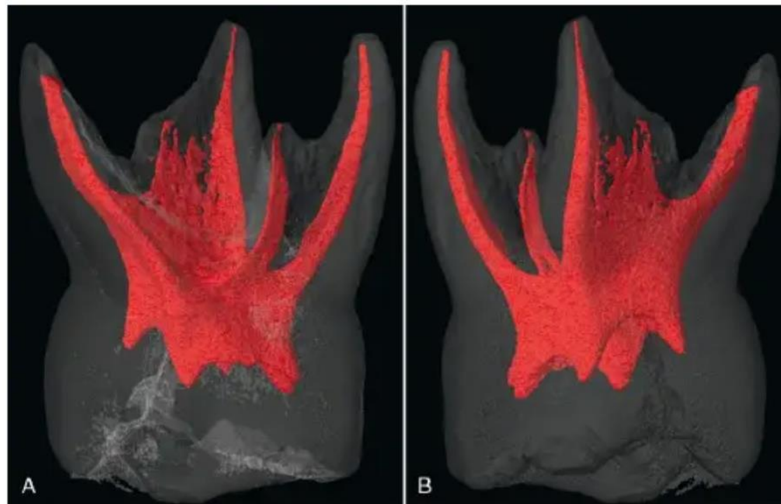


Figura 1-1. Imágenes tomográficas tridimensionales de un segundo molar temporal maxilar. (A) Vista mesial del molar temporal con cuatro conductos radiculares. Nótese las aletas de tejido pulpar entre conductos Distovestibulares y palatinos; (B) Mismo diente de la vista distal. Adaptado de Cohen Vías de la Pulpa (p.816), por S. Cohen, 2011, España, Elsevier.

1.1.1.4 Reabsorción radicular

El diente temporal tiene la peculiaridad de que la reabsorción de la raíz empieza poco después de haberse formado en toda su longitud. En esta fase, la forma y la configuración de los conductos radiculares se corresponden con la forma y la configuración de la anatomía externa de la pieza (Hargreaves & Cohen, 2011). Existe, en primer lugar, una marcada disminución del aporte sanguíneo, lo que origina una progresiva atrofia pulpar. Con posterioridad, los monocitos de la sangre circulante dan origen a las células resorptivas, denominadas odontoclastos y osteoclastos. Los fibroblastos pulpaes comienzan a actuar como fibroclastos y a eliminar progresivamente la matriz extracelular del tejido pulpar y de las fibras del ligamento periodontal. Los osteoclastos y en parte los osteocitos son los responsables de la destrucción del hueso alveolar. La formación de dentina secundaria y la reabsorción radicular fisiológica pueden reconfigurar el sistema de conductos radiculares con el tiempo (Ahmed et al., 2016). Como causas de este proceso se han señalado la presión del diente permanente sucesor que moviliza la respuesta osteoclástica induciendo reabsorción radicular y las fuerzas masticatorias aumentadas debido al mayor desarrollo muscular, propio de la cara en crecimiento (Escobar, 2004).

1.1.2 Funciones de los dientes temporales

Además de las funciones propias de la masticación como auxiliar en la fonación, la dentición primaria sirve para mantener espacio y para guiar la erupción correcta de las piezas permanentes. En su presencia se producen las maduraciones neuromotoras de la función masticatoria, estableciéndose las relaciones básicas de las unidades esqueléticas del tercio medio e inferior de la cara (Escobar, 2004).

1.1.3 Clasificación de la morfología y de los sistemas de canales radiculares

La morfología de las raíces y los sistemas de canales es variable y compleja. En los tratamientos de conductos radiculares moribundos, la falta de conocimiento sobre la morfología de las raíces y los conductos a menudo se asocia con una falla en la localización, instrumentación, irrigación y llenado de los conductos adecuadamente (Vertucci, 2005). Para lograr los mejores resultados, es necesario diagnosticar muy bien la afección. Por lo tanto, el conocimiento completo de la morfología del conducto radicular con una comprensión integral de la complejidad del sistema de conductos radiculares es particularmente importante en la práctica clínica para alcanzar los objetivos de tratamiento deseados. Además, un conocimiento sólido de la clasificación de la morfología del conducto radicular es importante para la documentación y la facilidad de

comunicación entre los profesionales. Existen muchos sistemas de clasificación de la morfología del sistema de conductos con sus propias ventajas distintivas (Karojari et al., 2021).

1.1.4 Clasificación de Vertucci

Es el sistema de clasificación más ampliamente establecido y utilizado (Ahmed et al., 2017) y clasifica las configuraciones del conducto radicular en ocho tipos (Figura 1-3), aumentando en complejidad, del tipo I al tipo VIII (Mohd et al., 2020).

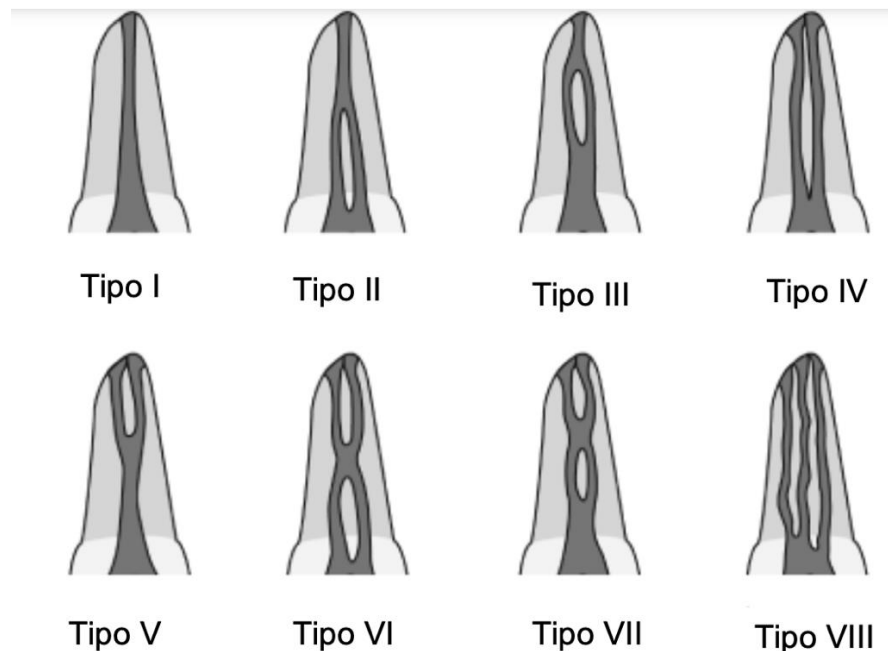


Figura 1-3. Esquemización de la clasificación de la morfología de los conductos radiculares según Vertucci. Tipo I: Un canal singular presente desde la cámara pulpar al ápice; Tipo II: Dos conductos radiculares separados dejan la cámara

pulpar pero se juntan para formar un conducto hacia el ápice; Tipo III: Un conducto singular emerge desde la cámara pulpar, se divide en dos conductos en la raíz y finalmente convergen en un solo conducto; Tipo IV: Dos conductos separados se presentan desde la cámara pulpar hasta el ápice; Tipo V: Un conducto emerge desde la cámara pulpar, pero se divide en dos conductos para llegar de manera diferenciada al ápice; Tipo VI: Dos conductos separados emergen desde la cámara pulpar, pero se unen en la mitad y se dividen nuevamente en dos conductos separados con dos forámenes apicales separados; Tipo VII: Un conducto emerge desde la cámara pulpar, pero se unen en la mitad y se dividen nuevamente en dos conductos separados con dos forámenes apicales separados; Tipo VIII: Tres conductos diferentes emergen desde la cámara pulpar y recorren independientemente la raíz hacia el ápice. Adaptado de "Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures". Vertucci, 2005.

1.1.5 Examen tomografía computarizada de haz cónico

La tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) se utilizó por primera vez en radiología dental y maxilofacial a finales de la década de 1990. Desde entonces, se ha establecido con éxito como la técnica estándar de imágenes radiográficas tridimensionales, con una amplia variedad de aplicaciones en este campo (Schulze et al., 2020).

La TCHC utiliza un escáner de imágenes diseñado para obtener imágenes de la cabeza y el cuello y puede producir exploraciones en 3D del esqueleto maxilofacial. La máquina utilizada en la TCHC es similar en tamaño a la que se utiliza para la radiografía panorámica. En lugar de una matriz lineal de detectores, las máquinas de tomografía computarizada de haz cónico utilizan un sensor plano 2D. Los rayos X se emiten como un gran cono que cubre el área

de la cabeza que se examina. Dado que el haz cónico irradia un área de gran volumen en lugar de una rebanada delgada, la máquina no necesita girar con tanta frecuencia como la TC; gira una vez, proporcionando toda la información necesaria para reconstruir la región de interés. Esta técnica permite a los dentistas obtener imágenes reconstruidas en 2D en todos los planos y reconstrucciones en 3D con una exposición mínima a la radiación X. La tecnología CBCT dental está diseñada específicamente para producir imágenes de alta calidad de los dientes, las mandíbulas y la cara mediante la captura tomográfica. imágenes desde diferentes ángulos. Un tubo de rayos X y un sensor 2D giran alrededor de la cabeza del paciente de 180 grados a 360 grados para recopilar datos de imágenes. Estas imágenes luego se reconstruyen en imágenes tomográficas con la ayuda de una computadora. (Bromberg, et al., 2023).

Se ha descubierto que las imágenes tomográficas computadas de haz cónico son útiles para proporcionar detalles anatómicos precisos en 3 dimensiones para el diagnóstico y la planificación del tratamiento antes de la terapia de endodoncia. La TCHC adquiere imágenes de alta resolución de los tejidos duros de la región maxilofacial con una adquisición de imágenes más rápida y sencilla. Al proporcionar una representación tridimensional de los tejidos maxilofaciales de una manera rentable y dosis eficiente, se puede obtener una mejor evaluación

preoperatoria para el diagnóstico y tratamiento, aumentando así el resultado de la terapia y evitando futuras complicaciones (Silva et al., 2014).

1.2 Descripción del problema

Los dientes primarios tienen una importancia fundamental en la estética, oclusión, fonética y bienestar psicoemocional del niño, manteniendo un espacio adecuado para los sucesores permanentes y estimulando al mismo tiempo el desarrollo de las mandíbulas; por lo tanto, deben mantenerse en buen estado. (Monte-Santo et al., 2018). Este desarrollo puede verse truncado por patologías pulpares infecciosas de origen bacteriano o traumático. En un intento por prevenir la pérdida prematura, la pulpectomía permite aumentar la permanencia de los dientes temporales en los maxilares (Ticona-Flores & Diéguez-Pérez, 2022) y para realizar con éxito este tipo de tratamiento en un diente temporal, se requiere un conocimiento profundo de la morfología interna y externa de cada uno de los dientes primarios (Cleghorn et al., 2010). La complejidad de los sistemas de conductos radiculares incide en la eliminación del tejido pulpar y favorece la retención de residuos orgánicos, microorganismos y toxinas. Esto podría comprometer el éxito del tratamiento (Ticona-Flores & Diéguez-Pérez, 2022). Se han realizado una gran cantidad de estudios en dientes permanentes sobre diversas configuraciones/clasificaciones de conductos radiculares propuestas y bien documentadas en la literatura (Krishnamurthy et al., 2021). Sin

embargo, existe escasa literatura sobre estudios que utilizan TCHC para determinar la morfología del sistema de conductos radiculares en los molares temporales en niños chilenos.

1.3 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las características morfológicas de los conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares en niños chilenos medidos mediante el uso de Tomografía Computarizada de Haz-Cónico?

Capítulo II. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

2.1 Supuesto de investigación

Las características morfológicas de los conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares medidos a través del uso de Tomografía Computarizada de Haz-Cónico presentan variaciones en niños chilenos.

2.2 Objetivo General

Describir las características morfológicas de los conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares en subpoblación de niños chilenos mediante el uso de una base de datos de Tomografía Computarizada de Haz Cónico.

2.3 Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de raíces y conductos radiculares de los segundos molares temporales maxilares seleccionados de niños chilenos.

- Establecer las medidas de longitud de las raíces/conductos radiculares de los segundos molares temporales maxilares seleccionados de niños chilenos.
- Categorizar la morfología de los sistemas de conductos radiculares mediante la clasificación de Vertucci de los segundos molares temporales maxilares seleccionados de niños chilenos.

2.4 Diseño de investigación

El presente diseño de estudio fue retrospectivo, descriptivo y observacional, donde se realizó un análisis de imágenes de TCHC con el fin de estudiar morfológicamente los conductos radiculares de segundos molares temporales maxilares.

2.5 Universo

Segundos molares temporales maxilares de niños chilenos

2.6 Muestreo y muestra

Se utilizó la base de datos del servicio de radiología oral y maxilofacial de la Universidad Andrés Bello, la cual contiene un universo de 1852 archivos imagenológicos de TCHC desde el año 2014 al 2021. Las imágenes de TCHC fueron adquiridas de un equipo marca GENDEX (modelo GXCB500, 2012, Gendex Dental Systems e Imaging Sciences International, Estados Unidos). Los parámetros de exposición para cada muestra fueron de 120 kV, 5 mA, con un tiempo de exposición que oscila entre los 12,6 s y 23 s y con un vóxel de entre 0,125 mm a 0,2 mm. La toma de las imágenes de TCHC fueron realizadas de acuerdo con los parámetros descritos por el fabricante.

Se realizó un muestreo por conveniencia en que se tomaron todas aquellas imágenes de TCHC de segundos molares temporales maxilares que cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión de un total de 1852 archivos imagenológicos de TCHC desde el año 2014 al 2021.

2.7 Criterios de selección

Los criterios de inclusión utilizados fueron segundos molares temporales maxilares de niños de edad entre 3 a 7 años, con formación radicular completa y sin reabsorción radicular (sin pérdida de tejido duro dental resultante del

proceso fisiológico de actividad celular clástica). Los criterios de exclusión fueron segundos molares temporales maxilares con historia de tratamiento pulpar (pulpotomía o pulpectomía), con lesión de caries avanzada o con patología pulpar (reabsorción radicular externa e interna o con obliteración del conducto radicular. Toda la información personal fue anonimizada, con excepción de la edad y el sexo.

2.8 Procedimiento, definición y operacionalización de las variables

Las imágenes de TCHC fueron reconstruidas con el software para la lectura de archivos DICOM, iCatVision (2008, Imaging Sciences International LLC, Estados Unidos) compatible con el equipo. Se permitió realizar cambios a niveles de contraste y magnificación para mejorar la visibilidad de las estructuras anatómicas.

Todos los dientes se analizaron utilizando los 3 planos anatómicos (sagital, axial y coronal), y se registraron las siguientes cinco características:

i) El número de raíces (N) y ii) número de conductos radiculares por molar (N) que se determinaron mediante la exploración apico-coronal del eje axial, corresponden a variables cuantitativas discretas. También se midió la iii) longitud de la raíz y del iv) conducto radicular, que en las raíces MV y DV se determinaron

mediante la exploración del plano sagital y en la raíz P mediante el plano coronal, correspondiente a variables cuantitativas continuas. Para ello, se estableció una línea que va desde el comienzo del cono de la raíz (línea horizontal que va desde el límite amelo cementario (LAC) a LAC) hasta el ápex de la raíz (mm). La medición del conducto radicular fue desde el mismo comienzo hasta el foramen apical (mm). Para la v) clasificación morfológica del sistema de conductos radiculares se utilizó la clasificación realizada por Vertucci (2005), correspondiente a variable cualitativa ordinal. Esta clasificación se realiza evaluando la morfología del sistema del conducto radicular en ocho tipos; Tipo I: Un canal singular presente desde la cámara pulpar al ápice; Tipo II: Dos conductos radiculares separados dejan la cámara pulpar pero se juntan para formar un conducto hacia el ápice; Tipo III: Un conducto singular emerge desde la cámara pulpar, se divide en dos conductos en la raíz y finalmente convergen en un solo conducto; Tipo IV: Dos conductos separados se presentan desde la cámara pulpar hasta el ápice; Tipo V: Un conducto emerge desde la cámara pulpar, pero se divide en dos conductos para llegar de manera diferenciada al ápice; Tipo VI: Dos conductos separados emergen desde la cámara pulpar, pero se unen en la mitad y se dividen nuevamente en dos conductos separados con dos forámenes apicales separados; Tipo VII: Un conducto emerge desde la cámara pulpar, pero se unen en la mitad y se dividen nuevamente en dos conductos separados con dos forámenes apicales separados; Tipo VIII: Tres

conductos diferentes emergen desde la cámara pulpar y recorren independientemente la raíz hacia el ápice.

2.9 Etapa de Calibración

Se calculó el Coeficiente de Kappa y el Coeficiente de Correlación Intraclase (ICC por sus siglas en inglés) para medir la concordancia intraclase de las variables cualitativas y cuantitativas respectivamente. Un total de 10 segundos molares temporales maxilares se utilizaron para esta etapa, utilizando un $\alpha=0.05$ y $\beta=0.20$ de acuerdo con lo recomendado por (Bujang & Baharum, 2017) y (Bujang, 2017). Con respecto al cálculo del coeficiente de Kappa se utilizaron las medidas de: Clasificación morfológica (I-VIII). Para la construcción del coeficiente de correlación intraclase se utilizaron las medidas de: longitud de raíz (mm), longitud de canal (mm).

2.10 Análisis de los datos

Se realizó un análisis basado en tablas de contingencia y frecuencias para las variables de número de raíces, número de conductos radiculares y clasificación morfológica del sistema de conductos radiculares. Para las variables de la

longitud de la raíz y del conducto radicular se realizó el cálculo del promedio y desviación estándar y se graficó mediante un diagrama de caja y bigotes.

Capítulo III: RESULTADOS

De un total de 1852 archivos imagenológicos de TCHC, se obtuvieron un total de 30 imágenes de segundos molares temporales maxilares. De éstas, 4 molares presentaron reabsorción radicular, obteniendo 26 imágenes que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Las imágenes utilizadas correspondieron a niños con una media de $5,75 \pm 1,13$ años, compuestos por 11 (78,6%) niños y 3 (21,4%) niñas, comprendiendo 14 segundos molares temporales superiores derechos (22,2%) y 12 segundos molares temporales superiores izquierdos (19%).

La confiabilidad intraevaluador de las mediciones de la longitud de raíz y canal obtenidas fueron de moderada a excelente (rango ICC 0.41 – 0.88). Con respecto a la confiabilidad de las medidas de clasificación morfológica conforme el coeficiente de Kappa, se obtuvo una moderada confiabilidad. (rango Índice Kappa 0.50- 0.57).

3.1 Número de raíces y conductos radiculares

De los veinte y seis segundos molares temporales superiores, 25 presentaron 3 raíces (96,1%) y sólo 1 presentó 4 raíces (3,9%). Con respecto a la cantidad de conductos radiculares por raíz, se presentaron entre 3 y 7 conductos por raíz. La

presencia de 3 conductos fue de un 38,5%, 4 conductos de un 46,2%, 5 conductos de un 11,5% y de 7 conductos fue de 3,8% (Tabla 3-1).

Tabla 3-1. Frecuencia de número de raíces y de conductos radiculares en segundos molares temporales maxilares

NÚMERO DE RAÍCES	Segundo molar temporal (n=26)	
	n	%
3	25	96,2
4	1	3,8
TOTAL	26	100

NÚMERO DE CONDUCTOS RADICULARES	Segundo molar temporal (n=26)	
	n	%
3	10	38,5
4	12	46,2
5	3	11,5
6	0	0
7	1	3,8
TOTAL	26	100

3.2 Longitud radicular y del conducto radicular

La raíz MV presentó una longitud de $(9,29 \pm 1,34\text{mm})$. La raíz DV fue la más corta con $8,1 \pm 1,2\text{mm}$ y finalmente la raíz P presentó la longitud media mayor con $9,29 \pm 1,34\text{mm}$. En lo que respecta a la longitud media del conducto radicular, en la raíz MV presentó $8,76 \pm 1,48\text{mm}$. El conducto de la raíz DV

presentó una longitud media de $7,72 \pm 1,13\text{mm}$ y el conducto de la raíz P presentó $8,81 \pm 1,48\text{mm}$ de longitud (Figura 3-1).

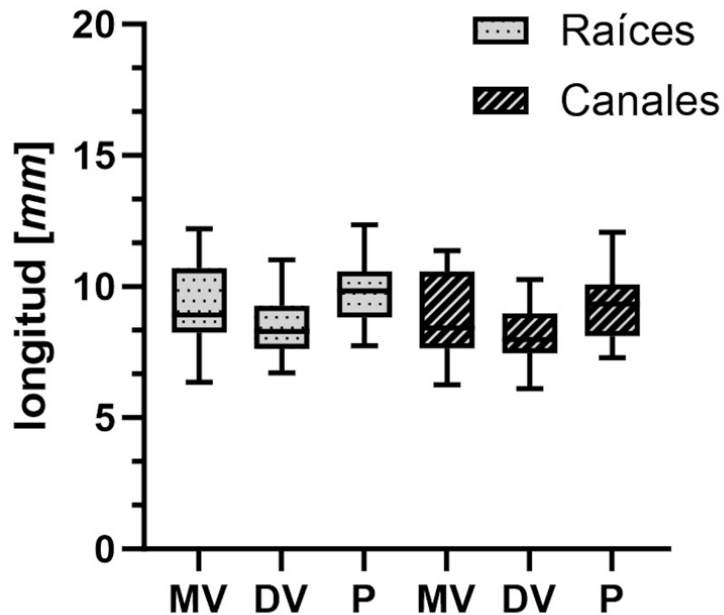


Figura 3-1. Longitud de las raíces y conductos radiculares de los segundos molares temporales maxilares MV: Raíz o canal mesiovestibular, DV: Raíz o canal distovestivular, P: Raíz o canal palatino.

3.3 Categorización de morfología de conductos radiculares:

La morfología del sistema de conductos radiculares de los segundos molares temporales superiores, mostró una amplia gama de variaciones anatómicas en la población chilena. Según el criterio de Vertucci, en la raíz mesiovestibular (MV)

la configuración más común fue la tipo I (53,8%), seguido del tipo II (19,2%), la tipo IV (15,4%) y las menos frecuentes fueron la tipo V (7,7%) y la tipo VIII (3,8%). Las configuraciones III, VI y VII no fueron observadas en este tipo de raíz (Figura 3-2). En cuanto a la raíz distovestibular (DV), la configuración más frecuente observada fue la tipo I (73%), las menos frecuentes correspondieron a la tipo III y VIII con el 3,8% cada una respectivamente y las configuraciones II, VI y VII no fueron observadas en este tipo de raíz. Con respecto a la raíz palatina (P), se observaron sólo dos tipos de configuraciones, la tipo I (92,3%) y la tipo V (7,7%). En la única raíz palatina accesoria del segundo molar temporal superior se observó la configuración tipo I (Tabla 3-2).

Tabla 3-2. Frecuencia de configuración del sistema de conductos radiculares según Vertucci (2005), en los segundos molares temporales maxilares.

CLASIFICACIÓN DE VERTUCCI	Segundo molar temporal superior (n=26)							
	Raíz MV		Raíz DV		Raíz P		Raíz P Accesoria	
	n	%	n	%	n	%	n	%
I	14	53,8	19	73,1	24	92,3	1	100
II	5	19,2	0	0	0	0	0	0
III	0	0	1	3,8	0	0	0	0
IV	4	15,4	3	11,5	0	0	0	0
V	2	7,7	2	7,7	2	7,7	0	0
VIII	1	3,8	1	3,8	0	0	0	0
TOTAL	26	100	26	100	26	100	1	100

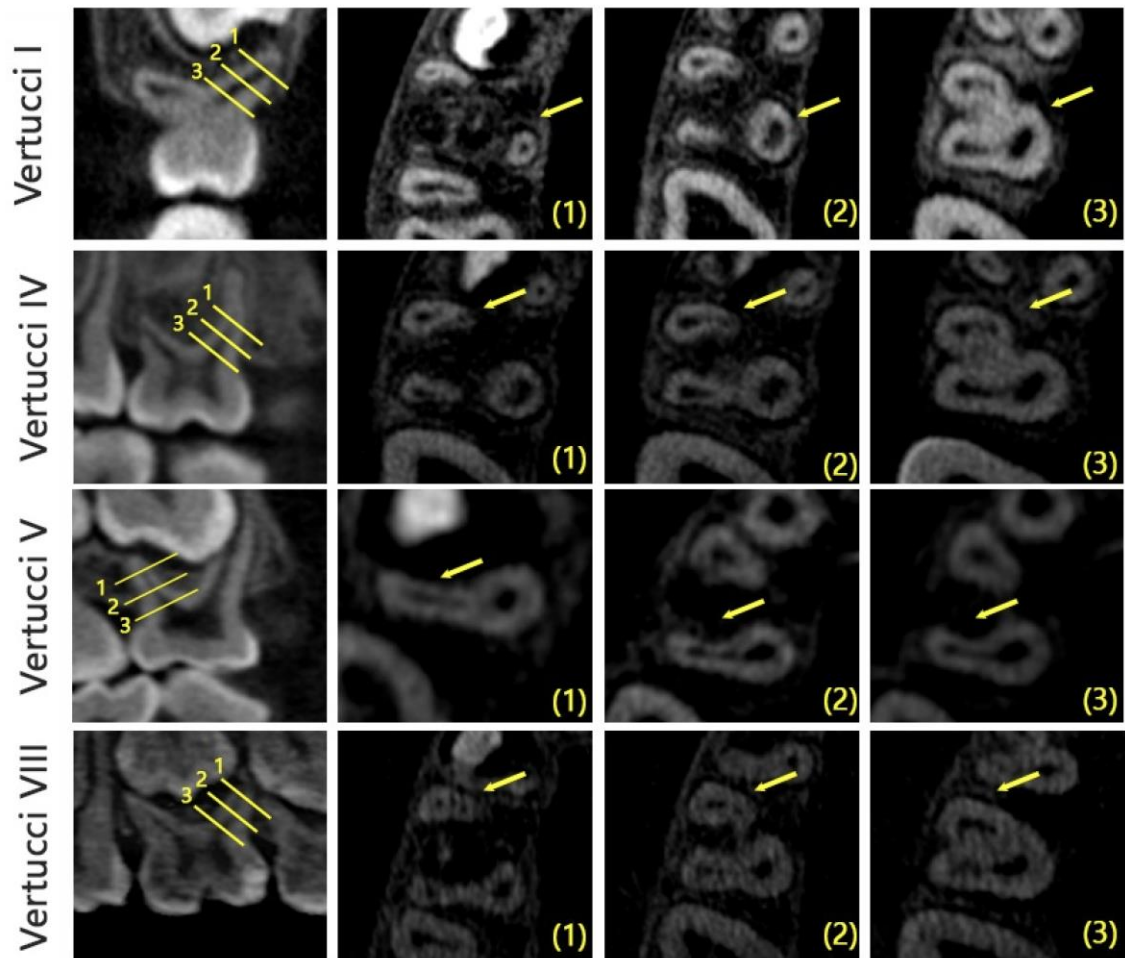


Figura 3-2. Imágenes de TCHC de segundos molares temporales maxilares derechos según configuraciones del sistema de conductos radiculares según Vertucci (2005) en tercios radiculares (1) tercio apical; (2) tercio medio; (3) tercio coronal. Vertucci I: vista coronal de una raíz palatina, en la que se observa 1 conducto en los 3 tercios radiculares indicados mediante flecha amarilla. Vertucci IV: vista sagital de una raíz MV, en la que se observan 2 conductos en los 3 tercios radiculares indicados mediante flecha amarilla. Vertucci V: vista sagital de una raíz DV, en la que se observa un conducto en el primer tercio radicular (3) y dos conductos en tercio medio (2) y apical (1) indicados mediante flecha amarilla. Vertucci VIII: vista sagital de una raíz MV en la que se observan tres conductos radiculares en los 3 tercios indicados mediante flecha amarilla.

Capítulo IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El presente estudio logró describir las características morfológicas de los conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares en subpoblación de niños chilenos mediante el uso de una base de datos de Tomografía Computarizada de Haz Cónico. Este conocimiento es fundamental para asegurar el éxito a largo plazo de los tratamientos endodónticos que promuevan la conservación del diente en la cavidad oral, previniendo complicaciones como la perforación de las paredes radiculares o la fractura de instrumentos endodónticos, aspectos cruciales para la realización de procedimientos de mayor precisión y seguridad. La configuración morfológica de los conductos radiculares del segundo molar temporal maxilar según Vertucci (2005) que se presentó con mayor frecuencia en las 3 raíces (MV, DV y P) fue la tipo I, correspondiente a un 53.8% en la raíz MV, un 73% en la raíz DV y un 92.3% en la raíz P. Resultados similares se encontraron en el estudio realizado por Katge et al. (2018), en que se evaluó la configuración radicular del segundo molar temporal superior en niños indúes menores de 10 años, a través de la técnica de clareamiento y en que la configuración tipo I fue también la más frecuente en las tres raíces. Los autores describen que dicha categorización se observó en la raíz MV en un 93,3% de los casos, y en las raíces DV y P se encontró en el 100%. En otro estudio realizado por Mohd et al. (2020), en que se evaluaron los mismos parámetros, pero a través de tomografía microcomputarizada en segundos molares temporales superiores con 3 raíces

separadas en niños con atención de rutina odontológica en un hospital de Australia, la configuración tipo I también fue la más frecuente, pero solo en las raíces DV y P con un 77,3% y 100% respectivamente. Por consiguiente, esta información añade que en un alto porcentaje de la población infantil chilena, es esperable encontrar una configuración de un solo canal sin bifurcaciones. Sin embargo, en el mismo estudio realizado por Mohd et al. (2020), se observó que la raíz MV poseía una categorización más frecuente del tipo V, en que la raíz presenta un conducto que se bifurca en el tercio medio, para llegar en dos conductos separados al foramen apical, observándose en un 36,4% de los sujetos evaluados. Dicha observación, en donde existen dos canales para la raíz MV, si bien no fue la más frecuente, también fue observada en nuestro estudio con un alto porcentaje mediante la categorización tipo IV, con un 15,4%, y la tipo V con un 7,7%. De ésta manera, durante la realización de procedimientos endodónticos sobre la raíz MV, se debe tener en consideración que la configuración de dos conductos radiculares podría estar presente entre 20-30%. Por otro lado, es importante destacar que las configuraciones morfológicas de raíces radiculares con tres conductos o tipo VIII, se observaron en un porcentaje muy bajo, 3,8% y únicamente en las raíces MV y DV. Es importante destacar que la población de nuestro estudio presenta mayor variabilidad en la configuración de la morfología de los conductos radiculares para cada raíz comparado con los estudios descritos previamente. Lo anterior se observa principalmente en la raíz MV, que presentó la mayor variabilidad al ser

comparada con las raíces DV y P . En el caso de la raíz palatina fue la que presentó menor variabilidad entre las distintas poblaciones y además entre las raíces del presente estudio.

Los segundos molares primarios superiores generalmente presentan tres raíces separadas divergentes (P, MV y DV), que están ensanchadas para acomodar el diente sucesor permanente en desarrollo (Fumes et al., 2014). En nuestro estudio el 96,1% de los molares temporales maxilares observados presentaron 3 raíces y sólo un molar presentó 4 raíces (3,9%). Mohd et al. (2020), en su investigación obtuvo que el 100% de los 44 segundos molares temporales superiores evaluados con raíces separadas presentaron 3 raíces. En el estudio realizado por Rahmati et al. (2023), en que se evaluaron 18 imágenes de segundos molares temporales maxilares mediante CBCT de pacientes de la Escuela de Odontología de la Universidad de Hamadan, Irán, el 88,9% de los molares presentaron 3 raíces y el 11,1% 4 raíces. Por lo que se debe considerar la posibilidad de encontrar una cuarta raíz en este tipo de molar, que en caso de no ser tratada, podría generar complicaciones en el tratamiento endodóntico. En cuanto a la cantidad de conductos radiculares en los segundos molares temporales maxilares, en el presente estudio se observó con mayor frecuencia la presencia de 4 conductos radiculares en un 46,2%. También se presentó en alta frecuencia la presencia de 3 conductos radiculares en un 38,5%, seguido de la presencia de 5 conductos radiculares en un 11,5% y finalmente solo 1

molar presentó 7 conductos (3,8%). Porcentajes similares se obtuvieron en lo que respecta a la presencia de 4 conductos radiculares en el estudio realizado por Ozcan et al. 2015, en que se observó en un 45%, sin embargo, la mayor frecuencia se observó en la presencia de 3 conductos radiculares (55%). A diferencia de Rahmati et al. 2023, que presentó 3, 4 y 5 conductos por raíz con una frecuencia del 16,7%, 55,5% y 27,8% respectivamente.

Con respecto a la longitud de las raíces del segundo molar temporal superior, en nuestro estudio se obtuvo una tenencia a que la raíz P del segundo molar temporal superior presente una longitud mayor ($9,29\pm 1,34\text{mm}$) que las obtenidas en las raíces MV ($9,22\pm 1,42\text{mm}$) y DV ($8,1\pm 1,2\text{mm}$). Esta misma relación fue observada en otros estudios, como es el caso del estudio realizado por Katge et al. (2018), en que se analizaron 30 segundos molares temporales superiores mediante TCHC, en que la raíz P tuvo una longitud de 9,76mm, la raíz MV 9,71mm y la raíz DV 9,22mm. En el estudio retrospectivo realizado por Ozcan et al. (2015) en el que se utilizaron 100 imágenes de CTBT de segundos molares temporales superiores de niños que acudieron al servicio de radiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Erciyes, Turquía, la raíz P también presentó la mayor longitud con 8,3mm, seguida de la raíz MV con 7,2mm y finalmente la de menor longitud fue la DV con 6,9mm, observando una longitud media global menor que las longitudes observadas en nuestro estudio. Si bien, el orden descendente (de mayor a menor) de la longitud de las raíces

son concordantes con nuestros resultados, la diferencia entre sus magnitudes podría ser explicada por una diferencia metodológica respecto a los puntos de referencia utilizados en las mediciones. Las magnitudes del largo de las raíces de nuestro estudio son similares a las realizadas por Katge et al. (2018), ya que en este último se utilizó la misma referencia desde el LAC hasta el ápex de la raíz para su cuantificación. Las demás investigaciones descritas no detallan los puntos de referencia anatómicos utilizados con los que fueron tomadas las mediciones, lo que, sumado a la diferencia en la población estudiada, podrían explicar las diferencias en la magnitud global de los resultados entre los distintos estudios. Otros estudios, como el realizado por Ticona-Flores y Diéguez-Pérez (2022), en que se tomaron mediciones in vitro de molares temporales extraídos en diferentes consultorios públicos y privados de la ciudad de Madrid, obtuvieron una secuencia diferente, en donde la mayor longitud fue observada en la raíz MV con 8,61mm, seguido de la raíz P con 8,43mm y finalmente la raíz DV con 7,90mm. Estos datos son concordantes con lo realizado por Fumes et al. (2014), quien analizó diez segundos molares temporales superiores extraídos con aceptación de reabsorción fisiológica hasta 1/3 de la raíz y observó que la raíz más larga fue MV con 8,5mm, luego la raíz P con 7,4mm y la más corta fue la DV con 6,5mm. Dicha diferencia podría explicarse principalmente por los distintos tipos de poblaciones estudiadas, factor clave a ser considerado durante los procedimientos endodónticos, como la pulpectomía, lo que permitirá realizar una precisa instrumentación de los conductos y una obturación de los mismos

con mayor seguridad. Adicionalmente, este conocimiento aporta un entendimiento estructural más detallado de los segundos molares superiores para ser usado en contextos clínicos que, en oportunidades carecen de un acceso oportuno a imágenes radiológicas de alta resolución.

Consecuentemente, los resultados observados en las longitudes de los canales radiculares poseen el mismo comportamiento de la longitud de las raíces. Nuestro estudio observó que la raíz P presentó la mayor longitud con 8,81mm, seguida del conducto radicular de la raíz MV con 8,76mm y finalmente el conducto radicular DV con 7,72mm. En el estudio realizado por Ozcan et al. (2015), los resultados son consistentes con respecto a los observados en nuestro estudio, en donde se determinó que el conducto radicular más largo fue el P con 6,5mm, seguido del MV con 6,1mm y el más corto fue el conducto radicular DV con 5,9mm. De igual forma que en el caso de las longitudes radiculares, en el estudio realizado por Ticona-Flores y Diéguez-Pérez (2022), existe una diferencia en el orden secuencial de los conductos en donde el conducto MV presentó una medida de 7,25mm, seguido de la raíz P con 7,20mm y finalmente el conducto radicular más corto corresponde al DV con 6,75mm. Fumes et al. (2014), observó de igual manera que el conducto radicular de mayor longitud fue MV con 6,3mm, seguido del conducto radicular P con 5,7mm y finalmente el conducto radicular DV con 5,9mm. Al igual que en caso de la longitud de las raíces, los estudios no detallan la forma en que se tomaron las

mediciones, por lo que podría haber diferencias en los puntos de referencia utilizados.

Dentro de las limitaciones de este estudio, se presentó el pequeño tamaño de la muestra, esto en base a la baja cantidad de niños dentro del rango etario que adquieren este tipo de examen. Por otra parte, el alto índice de reabsorción radicular en los segundos molares temporales maxilares observados en las imágenes de TCHC, esto debido al corto rango etario en que se pueden observar las raíces completas antes de que éstas comiencen el proceso de reabsorción fisiológico.

En vista de que una gran parte los segundos molares temporales maxilares presentaron reabsorción radicular, se sugiere para próximos estudios generar rangos etarios más acotados y en edades más tempranas. Por otra parte, debido a la compleja morfología de los conductos radiculares en molares temporales, se recomienda realizar futuras investigaciones en primeros molares temporales maxilares y en los primeros y segundos molares temporales mandibulares.

Capítulo VI: CONCLUSIONES Y PROYECCIONES

Los conductos radiculares de los segundos molares temporales maxilares en niños chilenos presentan principalmente características morfológicas con un solo conducto singular hasta el ápex para las raíces mesiovestibular, distovestibular y palatina. Dicha información contribuye a procedimientos endodónticos más precisos y seguros. Futuras investigaciones podrían describir estas características morfológicas en primeros molares temporales maxilares y en primeros y segundos molares temporales mandibulares.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmed, H. M. A., Musale, P. K., El Shahawy, O. I., & Dummer, P. M. H. (2020). Application of a new system for classifying tooth, root and canal morphology in the primary dentition. *International Endodontic Journal*, 53(1), 27–35. <https://doi.org/10.1111/iej.13199>
- Ahmed, H. M., Khamis, M. F., & Gutmann, J. L. (2016). Seven root canals in a deciduous maxillary molar detected by the dental operating microscope and micro-computed tomography. *Scanning*, 38(6), 554–557. <https://doi.org/10.1002/sca.21299>
- Banerjee, A., Chitnis, U. B., Jadhav, S. L., Bhawalkar, J. S., & Chaudhury, S. (2009). Hypothesis testing, type I and type II errors. *Industrial Psychiatry Journal*, 18(2), 127–131. <https://doi.org/10.4103/0972-6748.62274>
- Bolette, A., Truong, S., Guéders, A., & Geerts, S. (2016). [The importance of pulp therapy in deciduous teeth]. *Revue Medicale De Liege*, 71(12), 567–572.
- Bromberg N, Brizuela M. Dental Cone Beam Computed Tomography. [Updated 2023 Apr 19]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK592390/>.
- Bujang, M. A. (2017). A simplified guide to determination of sample size requirements for estimating the value of intraclass correlation coefficient: A review. *Archives of Orofacial Sciences*, 12, 1–11.
- Bujang, M. A., & Baharum, N. (2017). Guidelines of the minimum sample size requirements for Cohen's Kappa. *Epidemiology Biostatistics and Public Health*, 14, e12267-1. <https://doi.org/10.2427/12267>
- Cc, S., M, C., D, Y., & Ma, S. (2021). Sample size, power and effect size revisited: Simplified and practical approaches in pre-clinical, clinical and laboratory studies. *Biochemia Medica*, 31(1). <https://doi.org/10.11613/BM.2021.010502>

- Cleghorn, B. M., Boorberg, N. B., & Christie, W. H. (2010). Primary human teeth and their root canal systems. *Endodontic Topics*, 23(1), 6–33. <https://doi.org/10.1111/etp.12000>
- de Pablo, O. V., Estevez, R., Péix Sánchez, M., Heilborn, C., & Cohenca, N. (2010). Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: A systematic review. *Journal of Endodontics*, 36(12), 1919–1931. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.055>
- Demirbuga, S., Sekerci, A. E., Dinçer, A. N., Cayabatmaz, M., & Zorba, Y. O. (2013). Use of cone-beam computed tomography to evaluate root and canal morphology of mandibular first and second molars in Turkish individuals. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 18(4), e737–e744. <https://doi.org/10.4317/medoral.18473>
- Dhillon, J. K., Ghosh, S., & Mathur, V. P. (2022). Root canal morphology of primary molars - A cone beam computed tomography (CBCT) study. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 33(1), 14–17. https://doi.org/10.4103/ijdr.IJDR_748_20
- Escobar, F. (2004). *Odontología Pediátrica*. (2ªed.) Amolca
- Fumes, A. C., Sousa-Neto, M. D., Leoni, G. B., Versiani, M. A., da Silva, L. a. B., da Silva, R. a. B., & Consolaro, A. (2014). Root canal morphology of primary molars: A micro-computed tomography study. *European Archives of Paediatric Dentistry: Official Journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 15(5), 317–326. <https://doi.org/10.1007/s40368-014-0117-0>
- Hargreaves, K. y Cohen, S. (2011). *Cohen vías de la pulpa*. (10ª ed.). Elsevier
- Karobari, M. I., Parveen, A., Mirza, M. B., Makandar, S. D., Nik Abdul Ghani, N. R., Noorani, T. Y., & Marya, A. (2021). Root and Root Canal Morphology Classification Systems. *International journal of dentistry*, 2021, 6682189. <https://doi.org/10.1155/2021/6682189>

- Katge, F., & Dixit, U. B. (2022). A cone-beam computed tomographic study of root and root canal morphology of primary maxillary and mandibular second molars in Indian Children: An in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 40(2), 171–179.
- Katge, F., & Wakpanjar, M. M. (2018). Root canal morphology of primary molars by clearing technique: An in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 36(2), 151–157. https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD_237_16
- Krishnamurthy, N. H., Jose, S., Thimmegowda, U., & Bhat, P. K. (2021). Evaluation of Anatomical Variations in Root and Canal Morphology of Primary Maxillary Second Molars: A Cone-beam Computed Tomography Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 14(5), 628–632. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2030>
- Mohd Ariffin, S., Dalzell, O., Hardiman, R., Manton, D. J., Parashos, P., & Rajan, S. (2020). Root canal morphology of primary maxillary second molars: a micro-computed tomography analysis. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(4), 519–525. <https://doi.org/10.1007/s40368-020-00515-z>
- Pérez-Heredia, M., Ferrer-Luque, C. M., Bravo, M., Castelo-Baz, P., Ruíz-Piñón, M., & Baca, P. (2017). Cone-beam Computed Tomographic Study of Root Anatomy and Canal Configuration of Molars in a Spanish Population. *Journal of endodontics*, 43(9), 1511–1516. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.03.026>
- Rahmati, A., Khoshbin, E., Shokri, A., & Yalfani, H. (2023). Cone-beam computed tomography assessment of the root canal morphology of primary molars. *BMC oral health*, 23(1), 692. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03414-z>
- Schulze, R. K. W., & Drage, N. A. (2020). Cone-beam computed tomography and its applications in dental and maxillofacial radiology. *Clinical radiology*, 75(9), 647–657. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2020.04.006>.

- Silva, E. J., Nejaim, Y., Silva, A. I., Haiter-Neto, F., Zaia, A. A., & Cohenca, N. (2014). Evaluation of root canal configuration of maxillary molars in a Brazilian population using cone-beam computed tomographic imaging: an in vivo study. *Journal of endodontics*, 40(2), 173–176. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.002>
- Ticona-Flores, J., & Diéguez-Pérez, M. (2022). Cone-Beam Computed Tomography (CBTC) Applied to the Study of Root Morphological Characteristics of Deciduous Teeth: An In Vitro Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9162. <https://doi.org/10.3390/ijerph19159162>
- Vertucci, F. J. (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics*, 10(1), 3–29. <https://doi.org/10.1111/j.1601-1546.2005.00129.x>
- Yang, R., Yang, C., Liu, Y., Hu, Y., & Zou, J. (2013). Evaluate root and canal morphology of primary mandibular second molars in Chinese individuals by using cone-beam computed tomography. *Journal of the Formosan Medical Association = Taiwan Yi Zhi*, 112(7), 390–395. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2012.10.008>
- Monte-Santo, A. S., Viana, S. V. C., Moreira, K. M. S., Imparato, J. C. P., Mendes, F. M., & Bonini, G. A. V. C. (2018). Prevalence of early loss of primary molar and its impact in schoolchildren's quality of life. *International journal of paediatric dentistry*, 28(6), 595–601. <https://doi.org/10.1111/ipd.12416>