



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS
ÁREA DE BIOQUÍMICA
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA ORAL**

**Análisis morfométrico y microbiológico de primeros premolares superiores
pre y post instrumentación endodóntica, mecanizada de tipo rotatoria y
manual e infectados con *Candida albicans* - estudio *in vitro***

Felipe Andrés Ibarra Gutiérrez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA**

TUTORA PRINCIPAL

Dra. Carla Lozano Moraga

ASESOR EXPERTO

Dr. Alfredo Sierra Cristancho

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2021/03
Santiago Chile
Septiembre 2024**



**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS
ÁREA DE BIOQUÍMICA
LABORATORIO DE BIOQUÍMICA Y BIOLOGÍA ORAL**

**Análisis morfométrico y microbiológico de primeros premolares superiores
pre y post instrumentación endodóntica, mecanizada de tipo rotatoria y
manual e infectados con *Candida albicans* - estudio *in vitro***

Felipe Andrés Ibarra Gutiérrez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA**

TUTORA PRINCIPAL

Dra. Carla Lozano Moraga

ASESOR EXPERTO

Dr. Alfredo Sierra Cristancho

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2021/03
Santiago Chile
Septiembre 2024**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a mi Familia, Julia, Rodrigo, Rosario y Germán; por ser mi motor principal en todo lo que hago en esta vida, por creer en mí y acompañarme en este trayecto académico desde su amor incondicional y fraterno. Apoyando mis decisiones, celebrando mis logros, escuchando y aconsejando en cada momento que lo necesité.

En segundo lugar a mi tutora principal, Dra. Carla Lozano, por ver en mí una semilla que gracias a su dedicación, cariño, empatía y profesionalismo incomparable logró forjar por largos cinco años al estudiante que soy hoy. Por animar y enseñarme que la investigación no va de la mano con la odontología, sino que es la odontología en sí misma. Gracias por considerar e invitarme a realizar este trabajo de investigación juntos, es por lejos la mejor decisión que pude haber tomado en esta carrera; Por su docencia y vocación que le entrega a cada uno de los estudiantes que tienen la dicha de conocerla y trabajar con usted.

Sin duda esta facultad necesita muchos más profesionales como la Dra. Lozano que no solo enseñan, sino que trabajan desde la emocionalidad con sus estudiantes, acompañándolos y viendo en todos la mejor versión de nosotros mismos.

A mi tutor asociado, el Dr. Alfredo Sierra, por su increíble disposición durante todo el proceso del presente trabajo y gigantesca sapiencia en el área de endodoncia e investigación. Gracias por las correcciones, aportes, ideas y sugerencias entregadas, y obviamente, por mostrarme que la endodoncia no es meramente clínica, sino que hay un mundo por descubrir e investigar aún.

A la Dra. María José Bordagaray, por su participación y disposición en la realización de la parte experimental del presente trabajo.

A mis Docentes Clínicos, Dra. Nicole Manzur, Dr. Pablo Milla y Dra. Isadora Florás, por todas las herramientas entregadas en la práctica clínica, los consejos de vida y

su enorme cariño que sin duda hicieron de mi pasar por la clínica odontológica un lugar ameno, seguro y de confianza. Por darme la autonomía de trabajar con mis pacientes y acompañarme en cada decisión y tratamiento que realicé. Por ser excelentes cirujanos dentistas, profesores, pero sin lugar a duda, personas que saben escuchar y conectar con sus alumnos y así formar los mejores odontólogos para el futuro.

A todos los pacientes que tuve el agrado de atender, por dejar su salud y calidad de vida en mis manos y conocimientos. Sin su compromiso, asistencia y cariño no podríamos haber logrado los tratamientos realizados. Por sus sonrisas y agradecimientos después de cada sesión que se convertían en el mejor regalo para avanzar en este largo proceso.

A mis amigos, por estar siempre conmigo y ser un pilar para sobrellevar esta vertiginosa carrera. Por sacarme una risa cuando las cosas no se veían fáciles, por las horas de estudios, cafecitos y vacaciones juntos. Agradezco a la vida haber podido coincidir con ustedes en este camino, los volvería a escoger una y mil veces si pudiese.

A todos los docentes con los que pude compartir en cada una de las cátedras o ayudantías en estos largos años, aportando desde lo académico y humano al futuro dentista en el que me convertiré.

A la Universidad de Buenos Aires, sus estudiantes y docentes; por darme una experiencia de vida y académica antes de terminar mi pregrado.

Y en último lugar, a la Universidad de Chile, por seguir siendo un centro de educación superior tradicional, reconocida por su altísima calidad académica, valor público y rol social; en el cual confié y decidí elegir para formarme como futuro profesional de la salud para nuestro País.

ÍNDICE

RESUMEN.....	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
1. Anatomía Endodóntica.....	3
2. Radiología en Endodoncia.....	7
2.1 Microtomografía Computarizada (Micro-TC).....	8
3. Terapia Endodóntica.....	10
3.1 Instrumentación Endodóntica.....	10
3.2 Técnicas de Preparación Mecánica en Endodoncia.....	10
4. Microbiología Endodóntica.....	11
4.1 Tipos de Infecciones Endodónticas.....	12
4.2 Candida albicans e Infecciones Endodónticas.....	13
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	15
3.1 HIPÓTESIS.....	15
3.2 OBJETIVO GENERAL.....	15
3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1 Obtención y Tamaño de la muestra.....	16
4.2 Evaluación Imagenológica Pre Instrumentación (Micro-TC).....	16
4.3 Diseño de cavidad de acceso endodóntica.....	17
4.4 Contaminación del conducto radicular.....	18
4.5 Control de la formación de biofilms intracanal.....	18
4.6 Control de la descontaminación externa.....	18
4.7 Control de contaminación y recuento de la levadura pre-instrumentación.....	19
4.8 Preparación Químico-Mecánica (PQM).....	19
4.9 Control de Tiempo de Preparación Químico-Mecánica.....	20
4.10 Determinación reducción de la levadura intracanal.....	21
4.11 Evaluación Imagenológica Post tratamiento (Micro-TC).....	21
4.12 Determinación de grosor dentinario remanente.....	21
4.13 Análisis Estadístico:.....	23
5. RESULTADOS.....	24
1. Tiempo de preparación del canal radicular entre la técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria y de tipo manual.....	24
2. Grosor dentinario pre y post instrumentación.....	25
3. Viabilidad de C. albicans pre y post instrumentación de tipo manual y mecanizada, determinación de reducción microbiana intracanal.....	28
6. DISCUSIÓN.....	31
7. CONCLUSIONES.....	41
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
9. ANEXOS.....	48

RESUMEN

Introducción: Para lograr el éxito clínico de los tratamientos en endodoncia, es fundamental el conocimiento de la anatomía endodóntica y conseguir una correcta preparación, configuración, desinfección y posterior obturación del sistema de canales radiculares. La imagenología es clave al momento de diagnosticar y planificar los tratamientos y, con el avance de la tecnología, se han propuesto nuevos sistemas de visualización y reconstrucción de imágenes tridimensionales, como lo es la microtomografía computarizada, proponiéndose como un instrumento con la capacidad de realizar análisis tanto cualitativo como cuantitativo de las muestras.

En los últimos años, las técnicas de preparación del sistema de canales radiculares han evolucionado, proponiendo nuevos materiales, aleaciones y sistemas con el fin de proponer tratamientos más seguros y eficientes, pasando de técnicas manuales a sistemas mecanizados. Además, entendiendo que las infecciones endodónticas son polimicrobianas, la evidencia actual ha demostrado el rol protagónico de la levadura *C. albicans* como responsable del asentamiento de infecciones de tipo primaria. Actualmente, no existen estudios que evalúen el rendimiento de diferentes técnicas de instrumentación en endodoncia y su eficiencia con esta levadura.

Objetivo: Evaluar dos métodos de instrumentación de sistema de canales radiculares, mecanizada de tipo rotatoria y manual, en cuanto al tiempo de la técnica, el grosor dentinario remanente y la reducción microbiana en un modelo de infección *in vitro* con *C. albicans* en primeros premolares superiores.

Metodología: Se realizó un modelo de infección *in-vitro* con *C. albicans* en 20 primeros premolares superiores con 2 raíces y 2 canales (configuración Vertucci IV). Se separaron en dos grupos experimentales de 10 dientes cada uno, en los cuales se llevó a cabo la preparación químico-mecánica de los canales radiculares. El primer grupo se instrumentó con la técnica manual mediante limas *K-flexofile*® y el segundo grupo con el sistema mecanizado, *Protaper Gold*®. Para ambos grupos se determinaron los siguientes parámetros: el tiempo de instrumentación, la viabilidad

de *C. albicans* (UFC/mL) y el grosor dentinario pre y post instrumentación. Los datos fueron analizados mediante estadística paramétrica y no paramétrica.

Resultados: En cuanto al tiempo de instrumentación, la técnica mecanizada, *Protaper Gold*® es significativamente más rápida ($p < 0,05$), por lo que requiere menor tiempo que la técnica manual. Respecto de la viabilidad de *C. albicans*, ambos grupos logran disminuir significativamente la levadura, pero al comparar las técnicas post instrumentación, la técnica mecanizada logra una mayor reducción ($p < 0,05$) en comparación a la manual. Con relación al grosor dentinario remanente, no existieron diferencias significativas de una técnica por sobre la otra ($p > 0,05$).

Conclusiones: La selección de un sistema de instrumentación radica en diferentes aspectos. Para este estudio, el tiempo de preparación fue menor al utilizar la técnica mecanizada de tipo rotatoria, logrando eliminar de forma significativa *C. albicans* intracanal en comparación a la técnica manual. Aun cuando no existe diferencia en cuanto al desgaste producido por las técnicas, ambas logran la configuración del sistema de canales radiculares.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la endodoncia ha buscado avanzar en técnicas que ofrezcan una correcta preparación químico-mecánica de los canales radiculares, con el fin de obtener un éxito en los tratamientos realizados (Vertucci, 2005). Es así como se debe poseer un vasto conocimiento sobre la morfología interna de los dientes y el sistema de canales radiculares, este último, presenta variaciones anatómicas que deben ser analizadas previo al tratamiento endodóntico.

Para esto, la imagenología siempre ha estado de la mano con la endodoncia, permitiendo no solamente ser de ayuda al cirujano dentista para diagnosticar patologías pulpares, sino también para evaluar la anatomía interna y planificar los tratamientos según el caso clínico (Setzer y Lee, 2021). La imagen *gold* estándar en endodoncia es la radiografía periapical, pero en el último tiempo se han introducido nuevas tecnologías, como la microtomografía computarizada, que permite realizar estudios preclínicos, analizar la morfología interna de los dientes con alta resolución y probar en ellos nuevos tratamientos o técnicas antes de ser usados con pacientes (revisado en Sierra y cols., 2021).

Las técnicas de instrumentación en endodoncia pueden ser clasificadas en manuales o mecanizadas (revisado en Siddique y Nivedhitha, 2019), estas últimas se han propuesto con el fin de realizar tratamientos más eficientes y seguros para el operador en comparación a la técnica manual (revisado en Conceição y cols., 2020).

Las infecciones endodónticas tienen un origen polimicrobiano y en los últimos años se ha visto que no solo diferentes bacterias son responsables de ellas, sino también levaduras, como lo es *C. albicans*, un microorganismo comensal de la cavidad oral con la capacidad de transformarse a un microorganismo patógeno o patobionte (Mergoni, 2018); encontrándose no tan solo en infecciones de tipo persistente, sino que además en infecciones endodónticas primarias (Bernal-Treviño y cols., 2017). La evidencia actual es escasa en cuanto a cómo las diferentes técnicas de instrumentación endodóntica afectarían la viabilidad de esta levadura luego de una preparación químico-mecánica.

El presente trabajo busca evaluar dos técnicas de instrumentación en endodoncia, manual y mecanizada de tipo rotatoria en base a tres parámetros: tiempo de preparación, reducción microbiana intracanal y grosor dentinario remanente en un modelo de infección *in vitro* con *C. albicans* en primeros premolares superiores.

2. MARCO TEÓRICO

1. Anatomía Endodóntica

El conocimiento de la anatomía dental y de la morfología del sistema de canales radiculares (SCR) es esencial para lograr una correcta debridación, conformación y obturación del SCR durante el tratamiento endodóntico (Vertucci, 2005). Una comprensión insuficiente de la morfología tridimensional (3D) del SCR puede resultar en la incapacidad de identificar y tratar todos los canales radiculares, comprometiendo la eliminación total de la pulpa y su completa desinfección, lo que finalmente conduce al fracaso del tratamiento endodóntico (Cantatore, 2009).

La anatomía externa e interna de los dientes guardan estrecha relación entre sí, ejemplo de esto es el límite amelo cementario, considerado un hito consistente, reproducible y confiable en todos los dientes para el estudio de la anatomía endodóntica (Krasner y Rankow, 2004).

Para el análisis endodóntico, es necesario determinar la “cavidad pulpar”, que se define como el espacio del diente rodeado por la dentina que contiene la pulpa dental. La cavidad pulpar puede ser dividida y explicada en 2 componentes, por un lado, la cámara pulpar, en relación directa con la corona anatómica del diente y, SCR, en relación con las raíces dentarias. El SCR es un sistema complejo, que no solo se explica como un canal con relación a una raíz, sino que es una red intercomunicada de varios canales, con múltiples conformaciones y variaciones anatómicas (Bernal-Triviño y cols., 2017).

Una zona anatómica de interés para el éxito del tratamiento endodóntico corresponde a la anatomía del tercio apical radicular, en la cual podemos encontrar tres hitos tanto anatómicos como histológicos: la Constricción Apical (CA), la Unión Cemento Dentinaria (UCD) y el Foramen Apical (FA) (Hargreaves y Cohen, 2011).

La CA, se ha descrito como la zona del canal radicular con menor diámetro apical, y es usado por los clínicos como terminación apical para la terapia endodóntica. La UCD corresponde al punto histológico del canal radicular, donde el cemento

radicular se une con la dentina; además es donde termina el tejido pulpar y comienza el tejido periodontal. Su ubicación es variable y suele situarse a 1 mm desde el FA. Por último, el FA es el borde que diferencia la terminación del canal cementario y la superficie externa de la raíz (Hargreaves y Cohen , 2011).

En la Figura 1 se esquematiza la morfología del tercio apical radicular, con la identificación de la CA (zona de diámetro apical menor) y el FA (zona de diámetro apical mayor).

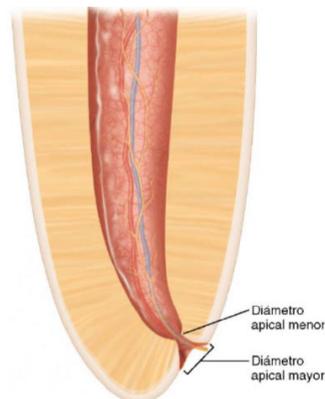


Figura 1: Morfología del ápice radicular. Tomado de Hargreaves y Cohen (2011).

Bajo la idea de poder estudiar la morfología interna de los SCR y la comunicación con otros profesionales, es que han sido creadas diferentes clasificaciones en cuanto a la configuración y disposición de ellos, destacándose la clasificación de Weine (Tabla N°1; Figura 2) y Vertucci (Tabla N°2; Figura 3), las cuales son utilizadas hasta el día de hoy.

Tabla N°1: Clasificación de Weine, la cual refiere cuatro diferentes tipos de configuraciones (Karobari y cols., 2021):

Tipo de configuración	Descripción
Tipo I	Un solo canal desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.
Tipo II	Dos canales separados emergen desde la cámara pulpar, pero se unen en uno solo, justo antes de llegar al ápice.
Tipo III	Dos canales separados que van desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.
Tipo IV	Un solo canal que parte en la cámara pulpar y luego se divide en 2 canales cerca del ápice radicular.

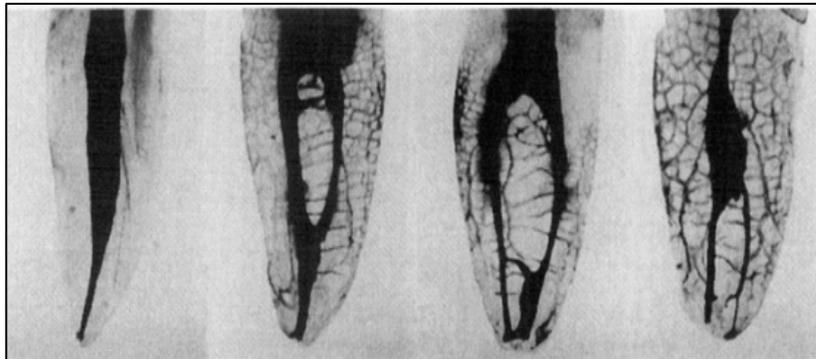


Figura 2: Clasificación de Weine. Tomado de Miyashita y cols. (1997).

Tabla N°2: Clasificación de Vertucci, la cual refiere ocho diferentes tipos de configuraciones (Karobari y cols., 2021):

Tipo de configuración	Descripción
Tipo I	Un solo canal desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.
Tipo II	Dos canales separados emergen desde la cámara pulpar, pero se unen para formar un canal hasta el ápice.
Tipo III	Un canal emerge desde la cámara pulpar y se divide en dos canales más pequeños que luego se fusionan de nuevo para llegar como un solo canal hasta el ápice radicular.
Tipo IV	Dos canales separados y distintos van desde la cámara pulpar hasta el ápice radicular.
Tipo V	Un solo canal emerge de la cámara pulpar que se divide en dos canales con <u>forámenes</u> apicales distintos.
Tipo VI	Dos canales separados que se unen al centro de la raíz para formar un solo canal que luego se vuelve a dividir y se <u>extienden</u> hasta el ápice radicular.
Tipo VII	El canal comienza como uno solo hasta el tercio medio de la raíz y luego se divide en dos canales separados que se vuelven a unir en uno, para finalmente volver a dividirse en dos y llegar al ápice radicular.
Tipo VIII	Desde la cámara pulpar se extienden tres canales separados que se extienden hasta el ápice radicular.

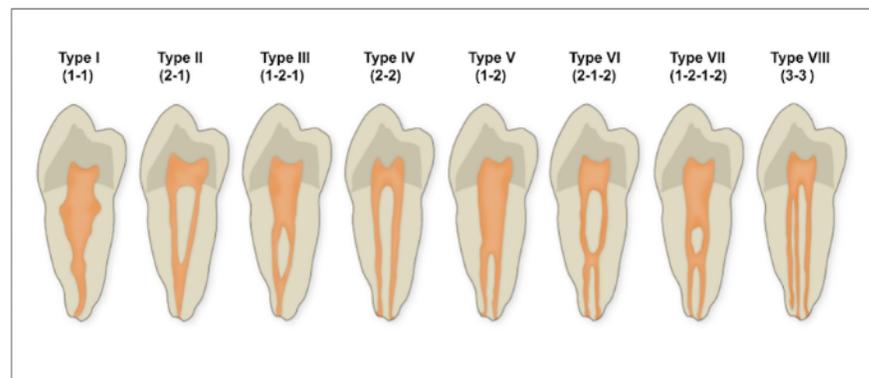


Figura 3: Representación diagramática de las configuraciones de canales según Vertucci. Tomada de Sierra y cols. (2021).

Según la Anatomía dentaria, los premolares corresponden al grupo de dientes denominados “bicúspides”, tanto maxilares como mandibulares.

En cuanto a la anatomía endodóntica de los primeros premolares superiores, Ahmad y Alenezi (2016) realizaron una revisión de la literatura para evaluar la morfología de la raíz y canal radicular de los dientes mencionados anteriormente. En cuanto a la raíz dentaria, se analizaron 26 estudios, determinando que la mayoría posee 2 raíces (56,6%), seguido de 1 raíz (41,7%) y 3 raíces (1,7%). Por otro lado, en relación a los canales radiculares, el estudio analizó 41 estudios, con un total de 10.013 dientes. Se determinó que el 86,6% poseen 2 canales, seguido de un 11,2% con 1 canal y solo 2,2% con 3 canales. Considerando los sistemas de clasificación, el tipo IV de Vertucci fue el más prevalente (64,8%), seguido del tipo II y I (13,5% y 11,4%, respectivamente). Solo un 0,3% demostraron una configuración diferente a las del sistema de clasificación.

Algo importante a mencionar es que, si bien existen estudios morfológicos de primeros premolares superiores en diferentes etnias, actualmente la literatura proporciona escasas investigaciones realizadas en población chilena, por lo que los datos encontrados sólo representan una estimación en base a las frecuencias encontradas en los diferentes estudios y no una aproximación real de nuestro país.

Es por esto que, tanto el conocimiento de la anatomía endodóntica como la morfología del SCR, son esenciales para conseguir el éxito clínico endodóntico. Un desconocimiento de la misma no solo dificulta la identificación, acceso e instrumentación de los canales radiculares, sino también compromete el pronóstico del diente y el éxito de la terapia endodóntica (Sierra y cols., 2021).

2. Radiología en Endodoncia

Para el diagnóstico, como planificación y seguimiento del tratamiento endodóntico es vital el uso de imagenología (Plotino y cols., 2006; Setzer y Lee, 2021).

En el ámbito clínico, el *gold standard* es la radiografía periapical, la cual es la más utilizada dentro de los tratamientos de endodoncia. Sin embargo, presenta

limitaciones ya sea por su información bidimensional o por distorsiones geométricas o ruidos anatómicos. La representación bidimensional de un diente, el cual es un elemento tridimensional, solo proporciona evidencia sugerente y no representa un juicio final a un problema clínico (Setzer y Lee, 2021).

Respecto a lo anterior, clínicamente se ha introducido el uso de imagenología en tres dimensiones, como la tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) o “*cone beam*”, el cual permite una representación tridimensional de las estructuras máxilo-faciales.

Los datos entregados a través de la TCHC se reconstruyen en base a vóxeles (elemento de volumen), píxeles cúbicos que tienen igual dimensión tanto en longitud, anchura y profundidad. Los tamaños de vóxel son muy pequeños y se encuentran entre 0,1 y 0,6 mm. Dentro de la aplicación en endodoncia, es necesario contar con el menor tamaño de vóxel para obtener la mayor resolución de la imagen. El tamaño de vóxel mínimo absoluto, como requisito para la resolución espacial en radiografía endodóntica debe ser de 0,2 mm (Hargreaves y Cohen, 2011).

Otro parámetro dentro de la TCHC es el Campo de visión (CV), el cual es variable según la región anatómica a estudiar. Un CV bajo, de 40 x 40 mm, resulta adecuado para los procedimientos endodónticos (Hargreaves y Cohen, 2011).

La TCHC es útil como ayuda clínica directa al cirujano dentista para el diagnóstico de enfermedades endodónticas como no odontogénicas; permite además identificar la anatomía de los canales radiculares, detectar canales perdidos y planificar tratamientos quirúrgicos o de difícil manejo (Setzer y Lee, 2021).

2.1 Microtomografía Computarizada (Micro-TC)

Ahora bien, como herramienta de investigación preclínica para la evaluación de la anatomía interna y externa de los dientes se ha introducido en los últimos años, la Microtomografía Computarizada (Micro-TC). Esta tecnología ha sido considerada el *gold* estándar, puesto que representa una técnica rápida, no invasiva, reproducible y de alta resolución, que permite lograr una caracterización

tridimensional tanto cuantitativa como cualitativa de la morfología dentaria (revisado en Sierra y cols., 2021).

En general, la Micro-TC entrega una imagen tridimensional compuesta de proyecciones bidimensionales. Implica la obtención de imágenes mediante la proyección de rayos X desde varios ángulos de visión alrededor de un eje a través de un objeto, que luego tras aplicar un algoritmo de reconstrucción tomográfica, se logra un conjunto de imágenes delgadas de cortes transaxiales continuas a través del objeto a examinar. La Micro-TC se utiliza como un término general que engloba tres niveles en cuanto a su resolución espacial: Mini, Micro y Nano-TC (revisado en Ghavami y cols., 2021).

La Micro-TC es una técnica de gran uso preclínico, pero que presenta una limitante importante debido a que no es posible utilizarla en un contexto clínico de forma directa en un paciente, como sí lo hacen las técnicas radiográficas convencionales. Aun así, presenta diferentes ventajas, ya que permite evaluar la anatomía externa de los dientes, como también la configuración interna de estos. Además, permite evidenciar los resultados preliminares de diferentes procedimientos endodónticos antes de realizarlos en la práctica clínica (Grande y cols., 2012), ya sea por ejemplo, evaluando el uso de diferentes instrumentos o sistemas de instrumentación, como también de obturación del SCR.

Dentro de la evidencia actual, se ha utilizado Micro-TC en publicaciones como las de Sierra-Cristancho y cols. (2022), en la cual describen el grosor de dentina radicular de premolares mandibulares con canales radiculares en forma de "C". Gracias a esta evidencia se han podido identificar zonas de poco grosor dentinario que podrían significar zonas potenciales de peligro durante la instrumentación del SCR. Esto demuestra el alto rendimiento y detalle que entrega la Micro-TC para la evaluación de la anatomía endodóntica, no tan solo desde las características cualitativas de ésta, como el número de canales, raíces, canales accesorios, istmos, etc., sino que también permite cuantificar en base a la capacidad de medir grosores y diámetros de los tejidos dentarios.

Otros estudios interesantes en donde utilizan Micro-TC, es el de Cerqueira y cols. (2021), en donde se evalúan los efectos en la geometría del canal radicular, como el grosor dentinario remanente, al realizar y usar diferentes protocolos de instrumentación pre y post preparación del canal. Esto demostró la gran capacidad de reconstrucción tridimensional de la técnica, como también la caracterización cuantitativa de la anatomía frente a diferentes procedimientos de preparación mecánica del canal radicular.

3. Terapia Endodóntica

La Terapia Endodóntica representa un tratamiento de vital importancia para la mantención de las piezas dentarias, cuyo objetivo se enfoca en la configuración, limpieza y desinfección de todo el SCR para su posterior obturación tridimensional con un material de relleno inerte (Vertucci, 2005).

3.1 Instrumentación Endodóntica

Una parte primordial del abordaje en endodoncia corresponde a la preparación mecánica de los canales radiculares, cuyo objetivo principal es ampliar el canal radicular, con el fin de reducir la masa infecciosa y permitir el acceso de los agentes desinfectantes en los túbulos infectados (Sakko y cols., 2016).

3.2 Técnicas de Preparación Mecánica en Endodoncia

Los instrumentos para la preparación mecánica del SCR, los podemos clasificar como manuales o mecanizados (revisado en Siddique y Nivedhitha, 2019).

Dentro de las técnicas con instrumental manual, encontramos instrumentación corono-apicales, apico-coronales y corono-apico-mediales, donde destacan instrumentos de acero inoxidable.

Por otro lado, las técnicas mecanizadas utilizan instrumentos en base a aleaciones de níquel titanio (NiTi) representando el *gold* estándar de estas técnicas. Con su introducción en la preparación mecánica se ha demostrado un enfoque más rápido, seguro y reduciendo el tiempo de instrumentación, con un menor riesgo de errores

de procedimiento en comparación con la instrumentación manual (revisado en Conceição y cols., 2020).

Rara vez se logra una preparación completa del SCR, debido a la complejidad anatómica que se presentan en los diferentes dientes (Revisado en Stavileci y cols., 2015). Además, las diferencias anatómicas encontradas entre el canal radicular y el instrumento para conformación del canal pueden impedir que los instrumentos utilizados actúen de manera eficiente en todas las paredes del canal, dejando superficies no instrumentadas dentro del canal (Stavileci y cols., 2015). Estas superficies o áreas no instrumentadas mantendrían en su interior poblaciones microbianas, por lo cual la preparación mecánica debe acompañarse de agentes químicos para asegurar el éxito de la terapia endodóntica.

Dentro de la literatura, estudios como el de Rôças y cols. (2013), donde se buscó evaluar la reducción del recuento bacteriano en los canales radiculares infectados después de la instrumentación rotatoria o manual de NiTi, arrojaron que no hay diferencias significativas en la reducción bacteriana luego de la instrumentación con ambos métodos.

Es por esto que la evidencia actual no proporciona datos claros en cuanto a la reducción microbiana intracanal de cualquiera de los sistemas de instrumentación mencionados anteriormente.

4. Microbiología Endodóntica

La infección microbiana al SCR puede ser debido a lesiones de caries, traumas que exponen el tejido pulpar o iatrogenias producidas por los mismos cirujanos dentistas, lo cual finaliza en la necrosis de la pulpa dental y estimula la actividad de osteoclastos en la zona periapical, produciendo lesiones osteolíticas en esta zona (Sakko y cols., 2016).

Dentro de las características a considerar sobre los microorganismos que participan en las infecciones endodónticas, se encuentran los factores de virulencia, los cuales incluyen toxinas, enzimas hidrolíticas, proteínas de superficie, capacidad de formar biopelículas o *biofilms*, capacidad sinergista con otros microorganismos que

finalmente permiten tolerar o evadir la respuesta inmune del hospedero, la liberación de mediadores como lipopolisacáridos y síntesis de enzimas dañinas a los tejidos del hospedero, lo cual permite la supervivencia microbiana dentro del SCR (revisado en Sakko y cols., 2016).

La infección endodóntica no está causada por solo una especie microbiana, sino que por una comunidad polimicrobiana, por lo cual su comportamiento como biopelículas es uno de los objetivos de la terapia endodóntica, buscando reducir de forma significativa los microorganismos existentes en ella, modificando las condiciones del SCR hacia las menos favorables para el crecimiento microbiano.

4.1 Tipos de Infecciones Endodónticas

Dentro de las posibilidades de clasificar las infecciones endodónticas, éstas pueden explicarse mediante su localización anatómica, infecciones intra o extrarradiculares y, por otra parte, según el momento en que los microorganismos logran invadir el SCR, aquí encontramos las infecciones endodónticas primarias, secundarias y persistentes (Berman y Hargreaves, 2021).

Las infecciones endodónticas primarias, son aquellas causadas por microorganismos que inicialmente invaden y colonizan el tejido pulpar en estado necrótico. Las infecciones endodónticas secundarias, son causadas por microorganismos que no estaban presentes en la infección primaria, pero son introducidos en el canal luego de una intervención profesional. Por último, las infecciones endodónticas persistentes, son aquellas donde los microorganismos logran resistir los procedimientos endodónticos y son capaces de soportar periodos de privación de nutrientes dentro del SCR (Berman y Hargreaves, 2021).

Dentro de los microorganismos con mayor frecuencia encontrados en las infecciones endodónticas destacan diferentes tipos de bacterias, que van desde aerobios como anaerobios facultativos, representado por bacterias pertenecientes al género *Streptococcus*, *Prevotella* y *Actinomyces*, hasta las especies más resistentes capaces de sobrevivir en ambientes con escasez de nutrientes, siendo

la especie bacteriana *Enterococcus faecalis* la más prevalente y estudiada (Revisado en Dioguardi y cols., 2019).

4.2 *Candida albicans* e Infecciones Endodónticas

Las especies del género *Candida* corresponden a levaduras y se encuentran formando parte de la microbiota oral como un microorganismo comensal, pero que pueden progresar a una forma patógena. Esta transformación desde un comensal inocuo para el organismo hacia un microorganismo patógeno o patobionte es complejo y comprende tanto factores del hospedero como también de la virulencia de estas especies (Mergoni, 2018).

Dentro de las especies del género *Candida* encontradas en la cavidad oral, *C. albicans* es la más predominante, pero también se han aislado otras especies como *C. glabrata*, *C. guilliermondii*, *C. parapsilosis*, *C. krusei*, *C. inconspicua*, *C. dubliniensis* y *C. tropicalis* (revisado en Mergoni, 2018).

C. albicans presenta varias características de interés, como la capacidad de adaptarse a diversas condiciones ambientales, adherirse a diferentes superficies, incluyendo materiales de relleno de la dentina como raíz dentaria; además, puede producir enzimas hidrolíticas (degradan proteínas de la matriz dentinaria), sufrir transición morfológica, conocida como “switch fenotípico”, pasando desde una forma levaduriforme u oval a formar hifas y pseudohifas, las cuales son esenciales para la formación de biopelículas y por sobre todo, evadir y modular el sistema inmune del hospedero (revisado en Mergoni, 2018).

Al estar *C. albicans* de forma comensal en la cavidad oral, una vez que los dientes son afectados por lesiones de caries, los tejidos dentarios pueden progresar a un estado necrótico, que incluye a la pulpa dental. Es por esto que, se ha encontrado a *C. albicans* formando parte de las infecciones endodónticas primarias, como un microorganismo patógeno (Bernal-Treviño y cols., 2017). *C. albicans* presenta una habilidad única de poder penetrar en profundidad los túbulos dentinarios expuestos en lesiones de caries, es por esto que se le considera una levadura dentinofílica (revisado en Dioguardi y cols., 2019).

Estudios como el de Bernal-Triviño y cols. (2017), describieron un alto porcentaje de levaduras tanto en infecciones endodónticas primarias como persistentes, alcanzando un 36%, en donde *C. albicans* fue la especie encontrada con mayor frecuencia. Esto nos permite especular que *C. albicans* podría ser un microorganismo clave en el asentamiento de las infecciones endodónticas, y por tanto se releva la importancia de comprender que las infecciones endodónticas son polimicrobianas y no solo participan bacterias en ellas.

Hasta ahora, la evidencia no provee estudios suficientes en cuanto a la reducción del recuento microbiano de *C. albicans* intracanal post tratamiento endodóntico mecánico o químico mecánico.

En vista de los antecedentes expuestos anteriormente, la evidencia no presenta estudios en población chilena que evalúen de forma cuantitativa el remanente dentinario y el tiempo luego de realizar diferentes técnicas de instrumentación del SCR en primeros premolares superiores. Además, la poca evidencia en cuanto al rol de *C. albicans* y su importancia en las infecciones endodónticas, proponen un nuevo enfoque de investigaciones incluyendo a hongos como parte de la microbiota presente en infecciones endodónticas. Los sistemas de imagenología más recientes, como lo es la Micro-TC y sus ventajas en cuanto a la capacidad de evaluación morfométrica de procedimientos endodónticos de manera preclínica, incentivan su uso y evaluación antes de realizarlos de forma clínica. Es por esto que se propone la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son las diferencias en cuanto a tiempo, reducción microbiana y grosor dentinario remanente que existen entre una técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria (*Protaper Gold®*) y manual (*K-flexo file®*) en un modelo de infección *in vitro* de primeros premolares superiores infectados con *C. albicans*?

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS

El método de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria (*Protaper Gold®*) es una técnica más rápida, presenta una mayor reducción microbiana y mayor grosor dentinario remanente respecto al método de instrumentación de tipo manual (*K-flexo file®*) en un modelo de infección *in vitro* con *C. albicans* en primeros premolares superiores.

3.2 OBJETIVO GENERAL

Evaluar dos métodos de instrumentación de sistema de canales radiculares, mecanizada rotatoria (*Protaper Gold®*) y manual (*K-flexo file®*), en cuanto al tiempo de la técnica, el grosor dentinario remanente y la reducción microbiana en un modelo de infección *in vitro* con *C. albicans* en primeros premolares superiores.

3.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Evaluar el tiempo de preparación del canal radicular entre la técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria (*Protaper Gold®*) y de tipo manual (*K-flexo file®*).
- 2.- Cuantificar el grosor dentinario del canal radicular pre y post instrumentación con técnica mecanizada de tipo rotatoria (*Protaper Gold®*) y de tipo manual (*K-flexo file®*).
- 3.- Determinar la reducción microbiana de la levadura *C. albicans* intracanal post instrumentación mecanizada de tipo rotatoria (*Protaper Gold®*) y de tipo manual (*K-flexo file®*).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Obtención y Tamaño de la muestra

Se utilizaron primeros premolares superiores birradiculares sin curvatura radicular, los cuales se obtuvieron a partir de donantes con indicación de exodoncias por razones ortodóncicas (previa firma de Consentimiento Informado, Anexo 1), en una clínica dental privada en la ciudad de Santiago, acto que fue ejecutado por un Cirujano-dentista con especialidad en endodoncia. Este estudio se enmarcó en el Proyecto PRI-ODO 2021/03 titulado “Análisis microbiológico e inmunológico de la extrusión dentaria durante la instrumentación biomecánica endodóntica de dientes infectados *in vitro* con *Enterococcus faecalis* o *Candida albicans*”, el cual fue aprobado por el Comité de Ética de la Investigación del Servicio de Salud Metropolitano Norte (el 20/12/2021, Anexo 2) y por el Comité de Bioseguridad de la Administración Conjunta Campus Dra. Eloisa Díaz, Universidad de Chile. Además, se aceptó la prórroga de 12 meses (el 17/01/2023, Anexo 3) y enmienda para el trabajo con *Candida albicans* (el 16/01/2023, Anexo 4). *Nota:* El Co-tutor del presente trabajo de investigación contaba con la imagenología mediante Micro-TC de 100 premolares superiores. El estudio consideró un tamaño de muestra de 20 dientes en total que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: dientes sanos sin lesiones de caries ni restauraciones, con configuración de sistema de canales radiculares tipo IV de Vertucci, de similar calibre, bifurcación de los canales en tercio cervical o medio y sin dilaceraciones radiculares marcadas. Esto se determinó luego del análisis cuantitativo como se menciona en el punto 4.2 de la metodología de los 100 dientes mencionados previamente.

4.2 Evaluación Imagenológica Pre-Instrumentación (Micro-TC)

Cada espécimen fue sometido a un análisis pre-instrumentación por microtomografía computarizada (SkyScan 1176; Buker micro-CT, ubicado en FOUCH). Este equipo fue operado a 50 kV y a 800 mA (filtro de aluminio de 1 mm), lo cual se llevó a cabo en un escáner por rotación de 180° alrededor del eje vertical de cada muestra (Guerreiro y cols., 2019). Las imágenes adquiridas se

reconstruyeron en un conjunto de datos 3D utilizando el software NRecon v.1.6.9 (Bruker, Kontich, Bélgica). Se ajustó un modelo 3D para visualizar las estructuras internas (opacas) y externas (transparentes). Mediante el software CTAn v.1.12 (Bruker, Kontich, Bélgica) se realizó el análisis cuantitativo de la muestra, se determinó según imagen 2D el calibre del canal radicular en amplio, medio o fino; grosor de las paredes dentinarias (mm), el diámetro apical, y longitud de trabajo de la instrumentación SCR de cada uno de los especímenes. Esta información cuantitativa facilitó lograr un buen balance entre los grupos experimentales y una homogeneización de la muestra (De-Deus y cols., 2020). Gracias a las características estudiadas, el análisis del calibre de los canales radiculares permitió determinar la lima maestra a utilizar para ambos grupos del estudio (Almeida y cols., 2019) usando la tabla de limas maestras según calibre apical de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile (Anexo 5).

4.3 Diseño de cavidad de acceso endodóntica

Por motivos de bioseguridad, los dientes fueron esterilizados mediante autoclave previo a la realización de las cavidades de acceso. Para ello se utilizó una piedra redonda diamantada N°10 en turbina de alta velocidad con refrigeración para el diseño y desgaste en esmalte y, fresa redonda de carbide N°10 de baja velocidad EndoZ (Dentsply Maillefer) y fresas Gates Glidden en micromotor conectado a contra ángulo para los desgastes, terminación de la cavidad de acceso en tejido dentinario y preparación del tercio cervical del canal radicular. Una vez lograda la comunicación, la irrigación fue realizada con 0,9% de solución salina y la extirpación de restos pulpares se realizó con extractores pulpares según el diámetro del canal e irrigación. La forma de la cavidad de acceso fue de forma elíptica, con extensión vestibulo-palatino entre las vertientes internas de ambas cúspides sin llegar a comprometer el vértice de cada una, respetando así la forma de la cavidad pulpar y la ley del límite amelo cementario (Krasner y Rankow, 2004).

4.4 Contaminación del canal radicular

Los especímenes fueron transferidos a un matraz que contenía 150 mL de medio Sabouraud-Dextrosa (SD, BD) y en conjunto se esterilizaron en autoclave a 121°C por 15 minutos y a una presión de 1,2 atm. A continuación, un cultivo fresco de un aislado clínico oral de *Candida albicans* proveniente de saliva de sujeto con caries activa (ICDAS código 6), a una concentración de 1×10^7 UFC/mL, se utilizó para inocular el medio con las muestras (20 dientes). Los dos grupos a estudiar (Grupo Instrumentación Manual y Grupo Instrumentación Rotatoria) fueron incubados a una temperatura de 37°C durante un periodo de 30 días bajo una suave agitación, tratando de replicar las condiciones de microaerofilia de la cavidad oral y, semanalmente el medio fue reemplazado por medio fresco (Üreyen Kaya y cols., 2019).

4.5 Control de la formación de *biofilms* intracanal

Un espécimen de cada uno de los grupos (Instrumentación Manual e Instrumentación Rotatoria) se utilizó para la confirmación de la colonización de la levadura y la correspondiente formación del *biofilms* en el canal radicular mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM; JSM-5800LV; JEOL, Tokio, Japón, ubicado en FOUCH). Por lo que, luego de los 30 días de incubación, se seleccionó un diente de forma aleatoria de cada grupo, se desinfectaron externamente con H₂O₂ al 30% y NaOCl al 5% y posteriormente fueron cortados de manera vertical mediante un disco diamantado (revisado en Üreyen Kaya y cols., 2019) y las imágenes se analizaron de manera descriptiva.

4.6 Control de la descontaminación externa

Para la descontaminación de la superficie externa de las raíces dentarias, se aplicó un protocolo usando 5% de NaOCl durante un minuto, seguido de 5% de tiosulfato de sodio por un minuto, el cual neutralizó el NaOCl y finalmente 30% H₂O₂ durante un minuto. Las tres sustancias químicas fueron aplicadas mediante el uso de gasas estériles embebidas en los mismos y se frotó de forma activa en todas las

superficies externas radiculares. Con la ayuda de conos de papel endodónticos #30, se tomaron muestras de control de esterilidad sobre la superficie externa de cada raíz y se colocaron en placas de petri con medio SD para confirmar el no desarrollo de colonias de la levadura (Alves y cols., 2018).

4.7 Control de contaminación y recuento de la levadura pre-instrumentación

Se llevó a cabo según Cabreira y cols. (2019). Brevemente, los canales fueron irrigados con 0,9% solución salina para luego introducir en el canal vestibular puntas de papel estériles #20 hasta 1 mm de distancia del ápice dentario durante un minuto, esto fue realizado tres veces. Estas puntas de papel se llevaron a un tubo con NaCl al 0,9%, homogeneizados y luego, alícuotas de diluciones (10^{-4} y 10^{-5} v/v) de este homogeneizado se sembraron en medio Sabouraud-Dextrosa suplementado con agar al 1,5% (SD-agar) en duplicado e incubadas a 37°C durante 48 h en condiciones aeróbicas para permitir el desarrollo de colonias de *C. albicans*. Esto nos permitió determinar el recuento de Unidades Formadoras de Colonias por mL (UFC/mL) de la levadura previo a la instrumentación endodóntica (Lozano y cols., 2017).

4.8 Preparación Químico-Mecánica (PQM)

Para la preparación mecánica manual del canal radicular se llevó a cabo el protocolo de instrumentación endodóntica “corono-apico-medial” de la Universidad de Chile, usando limas “*K-flexofile*® (Dentsply-sirona)” y en el cual se realizó:

1. Preparación del tercio cervical mediante el “*preflare/flare*”; esta etapa se llevó a cabo como parte final de la cavidad de acceso.
2. Preparación tercio apical mediante la técnica telescópica modificada. La longitud de trabajo fue determinada por el análisis imagenológico del calibre del canal radicular de los especímenes pre-instrumentación, descrito en el punto 4.2., instrumentando hasta lima maestra *K-flexofile* #30, según tabla de lima maestra según calibre apical ocupada en la Facultad de odontología de la Universidad de Chile, anexo 5.

3. Unión de las preparaciones del tercio apical y cervical mediante “*stepback*” o retroceso.

Para la preparación mecanizada rotatoria del canal radicular se realizó según las indicaciones descritas por los fabricantes del sistema rotatorio continuo “*ProTaper Gold*®” (Dentsply-Sirona), la cual fue ejecutada por un solo operador utilizando el motor endodóntico Reciproc (VDW) programado según el tipo de instrumento, controlando la velocidad, entre 250 a 300 rpm y torque, entre 1,50 y 5,10 N·cm, según lima a utilizar (Bürklein y Schäfer, 2012). En base al análisis imagenológico previo a la instrumentación y el calibre de los canales radiculares obtenidos de los especímenes según punto 4.2, se eligió instrumentar de forma secuencial hasta la lima F3 del kit de limas *ProTaper Gold*®

Tanto para la preparación manual como mecanizada se utilizó entre cada lima una solución salina al 0,9% mediante una jeringa de irrigación con aguja de ranura lateral Navitip 30G (Ultradent, Indaiatuba, SP).

En ambos grupos experimentales, la preparación químico-mecánica fue realizada por una cirujana dentista, con especialidad en endodoncia (Dra. María José Bordagaray), quien fue ciega durante toda la realización del estudio.

4.9 Control de Tiempo de Preparación Químico-Mecánica

Se utilizó un cronómetro digital para determinar el tiempo empleado:

1. Instrumentación manual: desde la primera lima utilizada en la primera fase de la PQM, preparación del tercio apical; hasta la última lima utilizada en la segunda fase de la PQM “*stepback*” o retroceso, tras la unión del tercio medio con el tercio cervical del canal. El tamaño de la muestra para este grupo fue de 9 dientes y 18 canales instrumentados.
2. Instrumentación mecanizada: desde la primera lima utilizada en la vía de deslizamiento o “*Glide path*” hasta la última lima mecanizada de finalización del

sistema “*ProTaper Gold*®”. El tamaño de la muestra de este grupo fue de 9 dientes y 18 canales instrumentados.

4.10 Determinación reducción de la levadura intracanal

Ya realizada las instrumentaciones tanto manual como mecanizada de tipo rotatoria en canales radiculares infectados con *C. albicans*, se introdujeron puntas de papel estériles endodónticas #30 en el canal radicular vestibular hasta la longitud de trabajo determinada previamente en el análisis imagenológico, permaneciendo al interior durante 1 minuto. Luego, las puntas fueron transferidas a tubos con 1 mL de NaCl al 0,9% y alícuotas de diluciones (sin diluir y 10^{-1} v/v) de este homogeneizado se sembraron en medio SD-agar por duplicado e incubaron a 37°C durante 48 horas en condiciones aeróbicas para permitir el desarrollo de colonias de la levadura y, de esta manera determinar las UFC/mL post tratamiento (Lozano y cols., 2017).

4.11 Evaluación Imagenológica Post tratamiento (Micro-TC)

Luego de la instrumentación de ambos grupos, mecanizada de tipo rotatoria y manual, los dientes fueron llevados a un análisis bajo microtomografía computarizada (SkyScan 1176; Buker micro-CT) utilizando los mismos parámetros descritos para la evaluación imagenológica pretratamiento. Mediante el software CTAn v.1.12 (Bruker, Kontich, Bélgica) se analizaron la anatomía interna y el grosor dentinario remanente post tratamiento según ambos métodos de instrumentación endodóntica.

4.12 Determinación de grosor dentinario remanente

Como se describe en el estudio de Sierra y cols. (2022), se realizaron cinco planos de análisis perpendicular al eje longitudinal del canal radicular, como se muestra en la Figura 4, donde el plano 1 corresponde al límite amelo-cementario; plano 2, corresponde al plano entre el límite amelo-cementario y mitad de la raíz; plano 3, el plano a la mitad de la longitud de la raíz; plano 4, al plano entre mitad de la raíz y -1 mm del ápice y plano 5, el plano de análisis a -1 mm del ápice o longitud de trabajo.

La cuantificación de tejido dentinario remanente se determinó mediante el perímetro exterior de cada canal radicular a la superficie externa de cada una de las caras, vestibular, palatina, mesial y distal de las raíces según corresponda, como se muestra en la Figura 5.



Figura 4: Planos de medición de grosor dentinario.

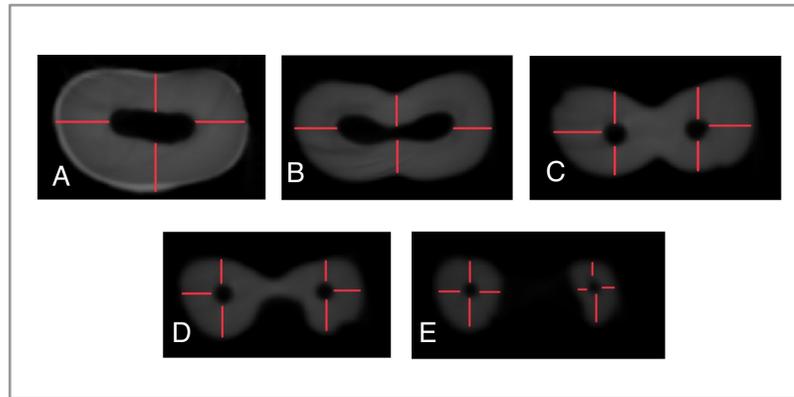


Figura 5: Determinación de grosor dentinario por planos. A: Límite amelo - cementario; B: Plano entre límite amelo - cementario y mitad de la raíz; C: mitad de la raíz; D: plano entre mitad de la raíz y -1 mm del ápice y E: plano a -1 mm del ápice ó longitud de trabajo.

4.13 Análisis Estadístico:

Las variables a estudiar en este trabajo fueron las siguientes: determinar el tiempo de instrumentación manual versus mecanizada de tipo rotatoria, grosor dentinario pre y post instrumentación y reducción de la levadura *Candida albicans* intracanal pre y post instrumentación. Las dos primeras variables se expresaron como promedios y desviación estándar debido a que presentaron distribución normal (según test de Shapiro-Wilk) y fueron analizadas mediante test estadístico paramétrico t-test o ANOVA de una vía. En el caso de la variable microbiológica, la cual presentó distribución no normal, se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon y los resultados se expresaron en mediana y rangos. Las observaciones y análisis de la estructura del *biofilms* intracanal de *C. albicans* fueron realizadas de forma descriptiva.

Para todos estos análisis, se consideró una diferencia significativa cuando el valor de p fue-menor o igual a 0,05. Se utilizó el software Graphpad Prism 6.0.

5. RESULTADOS

1. Tiempo de preparación del canal radicular entre la técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria y de tipo manual.

La Tabla N°3 presenta el tiempo empleado en la preparación químico-mecánica para cada uno de los dientes de ambos grupos experimentales, así como el tiempo promedio por grupo para cada técnica. Se puede observar que en la instrumentación mecanizada muestra tiempos inferiores respecto a la técnica manual. Además, el análisis de los tiempos promedio para ambos tipos de instrumentación están representados en la Figura 6. El *Test T* de *Student* demostró que existen diferencias estadísticamente significativas en cuanto al tiempo de PQM con la técnica mecanizada en comparación con la manual ($p < 0,05$).

Tabla N°3: Tiempo de la preparación químico-mecánica (PQM). Valores por diente y promedio de ambos grupos: instrumentación endodóntica manual y mecanizada de tipo rotatoria.

	Tiempo de PQM (min)		Valor de p
	Instrumentación manual	Instrumentación mecanizada	
Diente 1	20:48	8:32	0,0003[#]
Diente 2	9:57	6:27	
Diente 3	14:04	7:08	
Diente 4	14:49	6:01	
Diente 5	10:33	4:53	
Diente 6	8:16	4:02	
Diente 7	10:15	5:30	
Diente 8	8:35	3:48	
Diente 9	15:05	6:25	
Promedio \pm DE*	12:29 \pm 0,16	5:51 \pm 0,06	

(*): Desviación estándar. ([#]): *Test T* de *student*, $p < 0,05$.

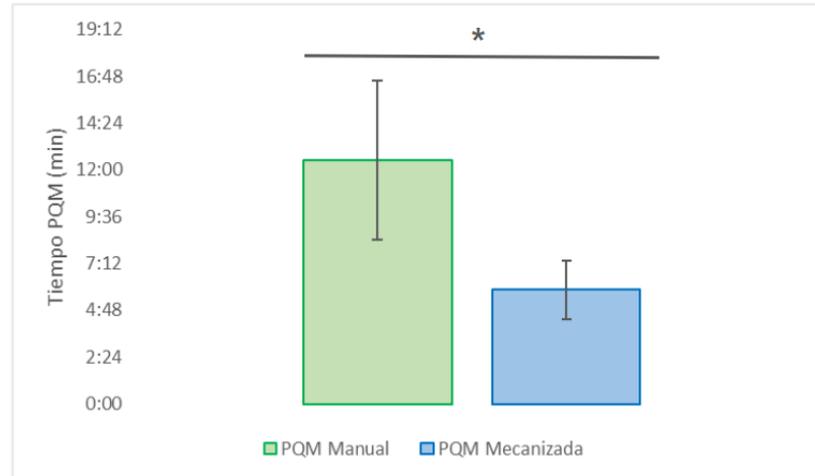


Figura 6: Tiempo promedio de cada tipo de instrumentación, manual y mecanizada de tipo rotatoria.

2. Grosor dentinario pre y post instrumentación.

Nota: En la metodología del presente trabajo de investigación, en el punto 4.12, respecto a la determinación del grosor dentinario remanente, se explica que se realizó la medición en cinco planos. Sin embargo, al realizar el análisis de los cortes se observó que el segundo punto de evaluación, plano entre el límite amelocementario y mitad de la raíz no se comportaba como una muestra homogénea para poder ser comparada en este estudio, ya que algunos dientes ya se encontraban sus canales bifurcados a esta altura y otros no. Por lo tanto, se decidió eliminar este punto de medición y así tener una muestra lo más representativa posible, quedando solo cuatro planos de medición.

La Tabla N°4 presenta el promedio y desviación estándar para el grosor dentinario previo y post instrumentación mediante la técnica manual en cada uno de los planos analizados. Se puede observar que todos los valores obtenidos en la medición post instrumentación son menores en comparación que en los valores previos. El *Test T* de *Student* demostró que existen diferencias estadísticamente significativas al comparar el grosor dentinario pre y post instrumentación para todas las caras de todos los planos estudiados ($p < 0,05$).

Tabla N°4: Grosor dentinario pre y post instrumentación de los canales con técnica manual.

Grosor dentinario (mm)								
Planos/ Caras	Vestibular		Palatino		Mesial		Distal	
Pre - Post (Promedio \pm DE [#])								
CEJ	2,348 \pm 0,223*	2,217 \pm 0,304*	2,564 \pm 0,238*	1,937 \pm 0,211*	1,740 \pm 0,114*	1,385 \pm 0,117*	2,032 \pm 0,216*	1,594 \pm 0,320*
Middle Canal V	1,267 \pm 0,229*	1,144 \pm 0,262*	-	-	1,537 \pm 0,204*	1,376 \pm 0,184*	1,5 \pm 0,264*	1,279 \pm 0,205*
Middle Canal P	-	-	1,518 \pm 0,146*	1,362 \pm 0,174*	1,337 \pm 0,188*	1,114 \pm 0,123*	1,392 \pm 0,146*	1,179 \pm 0,104*
Middle - AP Canal V	0,921 \pm 0,221*	0,743 \pm 0,223*	-	-	1,174 \pm 0,266*	0,991 \pm 0,260*	1,197 \pm 0,259*	1,036 \pm 0,285*
Middle - AP Canal P	-	-	1,225 \pm 0,123*	1,012 \pm 0,130*	1,183 \pm 0,214*	0,971 \pm 0,232*	1,147 \pm 0,170*	0,945 \pm 0,204*
-1 mm Apical Canal V	0,503 \pm 0,116*	0,379 \pm 0,113*	0,699 \pm 0,23*	0,603 \pm 0,244*	0,662 \pm 0,178*	0,537 \pm 0,115*	0,662 \pm 0,211*	0,552 \pm 0,192*
-1mm Apical Canal P	0,622 \pm 0,171*	0,521 \pm 0,146*	0,649 \pm 0,165*	0,420 \pm 0,149*	0,575 \pm 0,123*	0,523 \pm 0,136*	0,6 \pm 0,237*	0,420 \pm 0,212*

([#]): Desviación estándar. (*): *Test T de student*, $p < 0,05$. Las casillas marcadas con (-) fueron caras en las cuales no se determinó el grosor dentinario debido a la anatomía endodóntica y será comentado en la discusión.

La Tabla N°5 muestra los valores del grosor dentinario previo y post instrumentación mediante la técnica mecanizada para cada uno de los planos descritos, expresados como promedio y desviación estándar. El *Test T de Student* demostró que existen diferencias estadísticamente significativas al comparar el grosor dentinario pre y post instrumentación para todas las caras en todos los planos estudiados ($p < 0,05$).

Tabla N°5: Grosor dentinario pre y post instrumentación de los canales con técnica mecanizada.

Grosor dentinario (mm)								
Planos/ Caras	Vestibular		Palatino		Mesial		Distal	
Pre - Post (Promedio \pm DE [#])								
CEJ	2,365 \pm 0,126*	2,282 \pm 0,121*	2,552 \pm 0,327*	2,201 \pm 0,233*	1,706 \pm 0,159*	1,355 \pm 0,170*	1,932 \pm 0,164*	1,498 \pm 0,276*
Middle Canal V	1,483 \pm 0,175*	1,362 \pm 0,196*	-	-	1,396 \pm 0,174*	1,241 \pm 0,221*	1,306 \pm 0,262*	1,143 \pm 0,258*
Middle Canal P	-	-	1,601 \pm 0,208*	1,495 \pm 0,192*	1,322 \pm 0,125*	1,097 \pm 0,125*	1,289 \pm 0,181*	1,107 \pm 0,147*
Middle - AP Canal V	1,052 \pm 0,098*	0,891 \pm 0,158*	-	-	1,158 \pm 0,178*	1,026 \pm 0,253*	1,203 \pm 0,181*	1,069 \pm 0,228*
Middle - AP Canal P	-	-	1,209 \pm 0,197*	1,063 \pm 0,226*	1,18 \pm 0,193*	1,011 \pm 0,163*	1,129 \pm 0,221*	0,933 \pm 0,217*
-1 mm Apical Canal V	0,671 \pm 0,184*	0,495 \pm 0,173*	0,661 \pm 0,256*	0,421 \pm 0,201*	0,778 \pm 0,257*	0,607 \pm 0,287*	0,674 \pm 0,323*	0,562 \pm 0,293*
-1mm Apical Canal P	0,745 \pm 0,135*	0,545 \pm 0,145*	0,642 \pm 0,142*	0,516 \pm 0,183*	0,671 \pm 0,202*	0,575 \pm 0,205*	0,632 \pm 0,249*	0,486 \pm 0,225*

([#]): Desviación estándar. (*): *Test T de student*, $p < 0,05$. Las casillas marcadas con (-) fueron caras en las cuales no se determinó el grosor dentinario debido a la anatomía endodóntica y será comentado en la discusión.

La Tabla N°6 muestra los valores resultantes en cuanto a la cantidad de dentina radicular desgastada en milímetros para ambos sistemas de instrumentación endodóntica, expresado en promedio y desviación estándar. El *Test T de Student* demostró que la técnica mecanizada desgastó en menor cantidad de dentina en el plano de análisis que se encuentra en la mitad de la raíz, en una sola cara, específicamente en la cara palatina de la raíz palatina, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Para el resto de los planos y caras analizadas, el test estadístico da cuenta que no existen diferencias significativas en cuanto al desgaste dentinario realizado por ambas técnicas en todo el resto de las caras, para todos los planos analizados ($p > 0,05$).

Tabla N°6: Cantidad de dentina radicular desgastada por ambos sistemas de instrumentación de canales, técnica manual y mecanizada.

Desgaste dentinario (mm)								
Planos/ Caras	Vestibular		Palatino		Mesial		Distal	
Manual - Mecanizada (Promedio \pm DE [#])								
CEJ	0,131 \pm 0,102	0,082 \pm 0,083	0,627 \pm 0,395	0,384 \pm 0,260	0,355 \pm 0,134	0,351 \pm 0,195	0,438 \pm 0,163	0,433 \pm 0,159
Middle Canal V	0,122 \pm 0,130	0,121 \pm 0,096	-	-	0,160 \pm 0,102	0,155 \pm 0,119	0,221 \pm 0,091	0,162 \pm 0,042
Middle Canal P	-	-	0,156 \pm 0,054*	0,105 \pm 0,067*	0,222 \pm 0,175	0,221 \pm 0,131	0,213 \pm 0,118	0,182 \pm 0,075
Middle - AP Canal V	0,178 \pm 0,124	0,16 \pm 0,092	-	-	0,182 \pm 0,065	0,132 \pm 0,148	0,160 \pm 0,06	0,133 \pm 0,07
Middle - AP Canal P	-	-	0,213 \pm 0,081	0,145 \pm 0,106	0,211 \pm 0,075	0,169 \pm 0,084	0,201 \pm 0,088	0,195 \pm 0,077
-1 mm Apical Canal V	0,123 \pm 0,065	0,175 \pm 0,097	0,096 \pm 0,107	0,24 \pm 0,117	0,123 \pm 0,122	0,170 \pm 0,094	0,110 \pm 0,094	0,112 \pm 0,108
-1mm Apical Canal P	0,100 \pm 0,096	0,200 \pm 0,131	0,178 \pm 0,096	0,125 \pm 0,075	0,052 \pm 0,057	0,095 \pm 0,055	0,179 \pm 0,089	0,146 \pm 0,070

([#]): Desviación estándar. (*): *Test T de student*, $p < 0,05$. Las casillas marcadas con (-) fueron caras en las cuales no se determinó el grosor dentinario debido a la anatomía endodóntica y será comentado en la discusión.

3. Viabilidad de *C. albicans* pre y post instrumentación de tipo manual y mecanizada, determinación de reducción microbiana intracanal.

La figura N°7 representa el control de infección de *C. albicans* al interior de los canales radiculares pre-instrumentación para ambos grupos de estudios obtenidos mediante MEB.

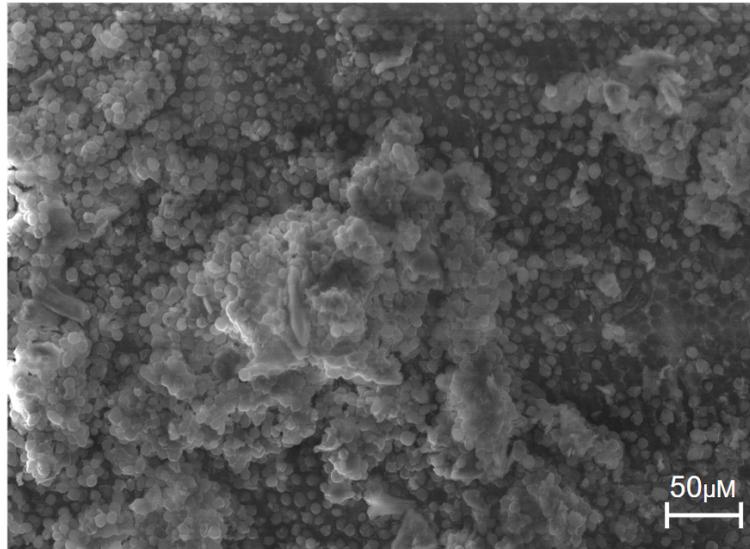


Figura 7: Microscopía electrónica de barrido para el control de infección de *C. albicans* intracanal pre-instrumentación (500x).

Las Tablas N°7 y N°8 reflejan los valores respecto a las medianas de las unidades formadoras de colonias de *C. albicans* por mililitro (UFC/mL) obtenidas para cada uno de los dientes de ambos grupos experimentales previo y post instrumentación.

Al realizar el análisis estadístico, respecto a la viabilidad de *C. albicans* para el grupo manual, se evidencia una disminución significativa ($p < 0,05$) previo y posterior a la PQM. En relación al grupo con técnica mecanizada, también se obtuvo una disminución significativa ($p < 0,05$) en el recuento viable de las células de la levadura.

De los resultados obtenidos, la reducción microbiana intracanal fue de un 99,06% para el grupo manual y de 99,73% para el grupo mecanizado.

En ambos grupos experimentales se observó que sólo en algunos dientes hubo desarrollo de colonias al ser sembrada la muestra intracanal sin diluir post instrumentación. Lo anterior ocurrió en el diente 1 en el caso de la instrumentación de tipo manual y en los dientes 1 y 5 en el caso de la instrumentación mecanizada. En este último grupo, además, la muestra intracanal pre-instrumentación proveniente del diente 5 no desarrolló colonias de la levadura en las 4 diluciones realizadas, pese a que en la evaluación post instrumentación sí lo hubo.

La Figura 8 representa las medianas de los recuentos viables de *C. albicans* en los grupos estudiados obtenidas posterior a la PQM, evidenciando una reducción microbiana intracanal significativa ($p=0,0002$) con la técnica mecanizada de tipo rotatoria en comparación con la la técnica manual.

Tabla N°7: Viabilidad de *C. albicans* intracanal pre y post instrumentación endodóntica manual. Se representa la mediana y rango intercuartílico en cada diente analizado.

	Viabilidad de <i>C. albicans</i> (UFC/mL)		Valor de p
	Pre Instrumentación M - (RI)	Post Instrumentación M - (RI)	
Diente 1	115000 (30000 - 300000)	0* (0 - 100)	<0,0001#
Diente 2	83500 (50000 - 90000)	650 (0 - 1000)	
Diente 3	223000 (182000 - 250000)	1800 (1100 - 17000)	
Diente 4	60000 (0 - 103000)	470 (0 - 2000)	
Diente 5	28000 (10000 - 60000)	270 (0 - 1000)	

UFC/mL: Unidad formadora de colonias por mililitro; M: mediana; (RI): rango intercuartílico; (*): De este diente solo hubo desarrollo de colonias al sembrar la muestra intracanal sin diluir, en el resto de diluciones no hubo desarrollo de colonias. (#): *Test* de Wilcoxon, $p<0,05$.

Tabla N°8: Viabilidad de *C. albicans* intracanal pre y post instrumentación endodóntica mecanizada de tipo rotatoria. Se representa la mediana y rango intercuartílico en cada diente analizado.

	Viabilidad de <i>C. albicans</i> (UFC/mL)		Valor de p
	Pre Instrumentación M - (RI)	Post Instrumentación M - (RI)	
Diente 1	1000 (0 - 30000)	0* (0 - 30)	0,0002#
Diente 2	56500 (40000 - 80000)	200 (200 - 430)	
Diente 3	74000 (40000 - 90000)	585 (250 - 800)	
Diente 4	240000 (200000 - 240000)	130 (0 - 220)	
Diente 5	0** (0 - 0)	0* (0 - 20)	

UFC/mL: Unidad formadora de colonias por mililitro; M: mediana; (RI): rango intercuartílico; (**): De la muestra obtenida de este diente no se desarrollaron colonias de *C. albicans* en las 4 diluciones realizadas. (*): De este diente solo hubo desarrollo de colonias al sembrar la muestra intracanal sin diluir, en el resto de diluciones no hubo desarrollo de colonias. (#): *Test* de Wilcoxon, $p<0,05$.

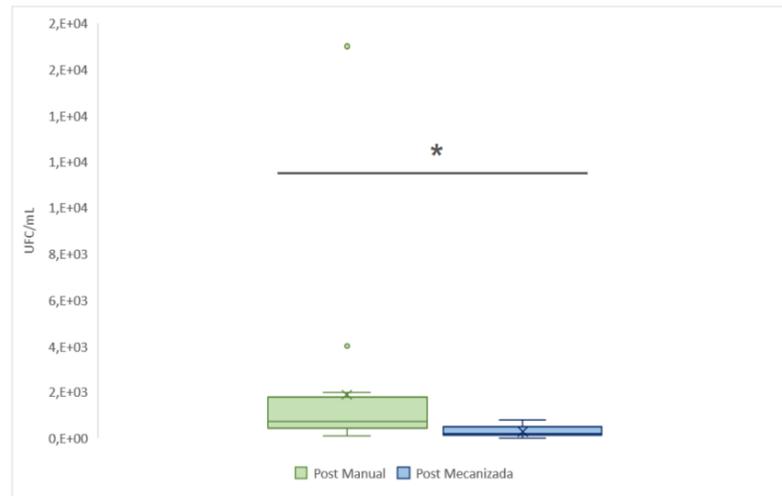


Figura 8: Viabilidad de *C. albicans* post ambos tipos de instrumentación, manual y mecanizada de tipo rotatoria. Se expresa en unidades formadoras de colonias por mililitros (UFC/mL).

6. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación utilizó un modelo de comparación *in vitro* entre dos técnicas de instrumentación en endodoncia, manual y mecanizada de tipo rotatoria, en una muestra de población chilena de primeros premolares superiores con configuración anatómica tipo IV de Vertucci infectados con *C. albicans*, que permitió estudiar variables cualitativas como cuantitativas en tres dimensiones; tiempo de instrumentación, grosor dentinario y recuento microbiano pre y post preparación mecánica del sistema de canales radiculares.

Tiempo de preparación químico-mecánica de los canales radiculares

En relación con el tiempo tardado en la instrumentación del SCR, la técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria demostró ser más rápida presentando una diferencia estadísticamente significativa en comparación a la técnica manual. Esto ha sido demostrado por diferentes publicaciones en los últimos años, como Piotto y cols. (2011), donde compararon esta variable utilizando la técnica manual y mecanizada de tipo rotatoria en estudiantes de pregrado, usando las limas *K-flexofile®* y *Protaper Gold®* para cada una de las técnicas, respectivamente, en incisivos inferiores, al igual que en este estudio. Respecto a lo anterior, el tiempo de preparación con el sistema rotatorio demostró ser significativamente más rápido aun cuando la preparación fue realizada por estudiantes inexpertos en el uso de sistemas rotatorios que no eran enseñados en los planes de estudios de endodoncia en pregrado.

Así mismo, Peru y cols. (2006), evidenciaron que la instrumentación con sistema de limas rotatorias es hasta tres veces más rápida que la técnica con limas manuales cuando es ejecutada por estudiantes de pregrado entrenados previamente, obteniendo una media del tiempo de 6 minutos para la técnica con el sistema mecanizado de tipo rotatorio *Protaper Gold®* y 17 minutos para las limas manuales *K-flexofile®*. Estos resultados son bastante similares a los obtenidos en este estudio, donde la técnica mecanizada rotatoria fue dos veces más rápida respecto a la manual.

Es necesario entender que la técnica de instrumentación manual requiere de una mayor cantidad y frecuencia de uso y recambio de las limas. Además, al emplear la técnica “corono - apico - medial” de la Universidad de Chile, estamos trabajando en tres partes del sistema de canales radiculares que involucran un ajuste y calibración de dichos instrumentos, lo cual podría reflejar este aumento en el tiempo de instrumentación respecto a la técnica mecanizada, donde los instrumentos utilizados son 5, de forma secuencial y al tener una conicidad progresiva y variable a lo largo de su parte activa, permite ir preparando el canal radicular toda su longitud con un mismo instrumento (revisado en Koroth cols., 2021). Esto representa una limitación que no fue considerada en este estudio, el tiempo de cambio entre instrumentos. La limitación mencionada sí fue evaluada por Guelzow y cols. (2005), donde compararon seis tipos de sistemas de instrumentación rotatoria y la técnica manual, mencionando que el tiempo de cambio de instrumentos es sustancial y varía según los sistemas que se utilicen. Es por esto que se sugiere tener en consideración esta variable en futuros estudios a realizar.

Los resultados obtenidos respecto al tiempo de preparación de los canales radiculares también podrían explicarse en cuanto a la cinemática de los diferentes sistemas de instrumentación, por un lado, tenemos la instrumentación manual que se basa en una introducción pasiva de la lima y su posterior tracción contra las paredes dentinarias del canal radicular buscando ampliar y conformarlo. Por otro lado, el sistema mecanizado de tipo rotatorio se encuentra facilitado por la ayuda de un motor endodóntico que se programa previamente a un torque y velocidad según el sistema de limas a utilizar y trabaja con una cinemática de giro en 360° de manera continua (Manual del proveedor del sistema *Protaper Gold®*, Dentsply).

Por lo tanto, estamos frente a un sistema operador dependiente y otro asistido por motor. Por lo tanto es relevante considerar la existencia de un factor humano en el primer sistema, que podría verse fatigado, lo cual se traduciría en el aumento del tiempo de preparación.

Grosor dentinario pre y post instrumentación del sistema de canales radiculares

En primer lugar, se mencionó en la sección de resultados una nota donde se explicaba que se tuvo que modificar el análisis del grosor dentinario, eliminando un plano de evaluación, el cual se encontraba entre el plano correspondiente al límite amelo-cementario y la mitad de la raíz, esto debido a que al hacer el análisis imagenológico, los dientes no se comportaban de forma homogénea para estudiarlos, ya que algunos especímenes, el canal ya se encontraba bifurcado a esta altura y en otros no, por lo cual no se podría hacer una medición del grosor dentinario de forma representativa para ese plano. Esto da cuenta y ressignifica la importancia y variación de la anatomía endodóntica la cual es diferente para cada diente.

Además, en las leyendas de las tablas N° 4, 5 y 6 se menciona que hubo caras en las cuales no se determinó el grosor dentinario, esto debido a lo mismo del párrafo anterior, pocos dientes presentaban dichas caras para el análisis debido a su anatomía radicular, por lo cual, para un correcto análisis de la muestra y que fuese lo más representativa posible, dichas caras no fueron consideradas para el análisis estadístico, ya que se podría haber obtenido un resultado no representativo y no comparable entre los grupos de forma homogénea.

Ahora bien, enfocado a los resultados obtenidos para el segundo parámetro evaluado en este trabajo, las tablas N°4 y 5 muestran que ambos sistemas de instrumentación, tanto la técnica manual como mecanizada de tipo rotatoria logran desgastar las paredes dentinarias y de esta forma configurar mecánicamente el canal radicular en toda su longitud de forma significativa, cumpliendo así uno de los objetivos de la terapia endodóntica (Vertucci, 2005). Esto da cuenta que a la hora de seleccionar cualquiera de estos dos sistemas de instrumentación, ambos trabajarán de igual forma en todas las paredes del SCR.

La tabla N° 6, que expresa el desgaste producido por cada sistema escogido en este estudio, nos demuestra que no existen diferencias significativas entre la técnica mecanizada versus la manual en los 4 planos estudiados, a excepción de una sola

cara en un solo plano de las 24 caras analizadas por diente, donde la técnica mecanizada desgastó significativamente menos.

Al analizar la literatura, nos percatamos de que son pocos los estudios disponibles que comparan las mismas variables que este estudio.

La evidencia actual provee estudios como el de Peru y cols. (2006) donde evaluaron los cambios en el canal radicular luego de la instrumentación con limas manuales *K-flexofile*® y sistema mecanizado *Protaper Gold*® midiendo el grosor de las paredes dentinarias post instrumentación, obteniendo que el sistema mecanizado desgastaba significativamente menos dentina en el tercio coronal y medio. A nivel del tercio apical no había diferencias entre ambos sistemas.

Otra investigación es la de Nagaraja y Sreenivasa (2010) que evaluaron la preparación del canal radicular mediante dos sistemas, manual y mecanizado de tipo rotatorio. En este estudio se obtuvo que tanto la técnica manual como la mecanizada no presentan diferencias significativas en cuanto al grosor dentinario remanente a nivel apical, sin embargo, a nivel del tercio cervical y medio el sistema mecanizado producía un mayor desgaste de las paredes dentinarias.

En ambas investigaciones se obtuvo que a nivel del tercio apical no existen diferencias entre ambas técnicas lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio. Los resultados en cuanto a los otros tercios analizados son contradictorios a los nuestros. Esto podría explicarse bajo la hipótesis de diferentes variables del estudio. En primer lugar, que todos los dientes fueron instrumentados por un mismo profesional y así evitando posibles iatrogenias y/o desgastes no deseados en el SCR o también por las características propias de las limas, ya que ambos sets de limas se encontraban nuevos sin ningún solo uso, por lo cual el poder de corte y desgaste no se podría haber visto afectado por usos anteriores, lo cual no se encontraba descrito en los estudios anteriormente mencionados.

Si bien con estos resultados, nuestra hipótesis en cuanto a que la técnica mecanizada genera un menor desgaste que la técnica manual es rechazada, existen algunos puntos importantes a considerar para futuros estudios y también comprender de mejor manera el planteamiento de la hipótesis de nuestro trabajo.

Es importante entender que un desgaste excesivo de tejido dentinario puede aumentar el riesgo de de fracturas radiculares o adelgazamientos excesivos de las paredes (Korothe y cols., 2021) por lo que se requiere que los instrumentos mantengan una centricidad al momento de cortar y preparar las paredes de los canales. El presente estudio no evaluó la transportación del canal según cada técnica utilizada, por lo cual se sugiere incorporar en futuros estudios esta variable para enriquecer los resultados.

Para abordar la idea de los resultados esperados para este trabajo en cuanto al desgaste realizado por ambos grupos tienen que ver con el diseño, manufactura y cinemática de corte del sistema mecanizado *Protaper Gold*®.

En cuanto al diseño de las limas, el sistema manual, *K-flexofile*®, presenta una punta inactiva y sección transversal triangular con una conicidad continua del 2%. Las limas mecanizadas *Protaper Gold*®, presentan punta inactiva, con una sección transversal triangular convexa de conicidad progresiva y variable a lo largo de su parte activa, lo que permite ir preparando el canal radicular en toda su longitud con un mismo instrumento (revisado en Korothe cols., 2021). Su sección transversal y conicidad variable suponen una disminución en la fricción rotacional entre la hoja de la lima y la dentina (revisado en Berutti y cols., 2004). Esto podría evitar las iatrogenias por parte del operador que van de la mano del sistema de instrumentación manual.

En cuanto a su manufactura, las limas *K-flexofile*® están fabricadas por torsión de un alambre de acero inoxidable en sentido antihorario, logrando bordes cortantes helicoidales (Canalda y Brau, 2014). En cambio, las limas *Protaper Gold*® se obtienen a partir de una aleación de Níquel - Titanio sumado a un tratamiento térmico con oro, en el cual se calientan y luego enfrían lentamente, dándole ese aspecto dorado, mejorando su resistencia y estabilidad (revisado en Korothe cols., 2021). Además, este tratamiento mejora su flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica (revisado en Gagliardi y cols., 2015).

En el estudio de Gagliardi y cols. (2015) se plantea que el sistema mecanizado al recibir un tratamiento térmico permitiría una deformación plástica de la lima que se

traduciría en una alteración de los bordes cortantes durante su uso, reduciendo así su habilidad de corte.

Y en cuanto a la cinemática de corte o modo de acción, las limas *K-flexofile*® trabajan con introducción pasiva dentro del canal radicular y una tracción activa con presión lateral contra las paredes del canal. A su vez, las limas del sistema *Protaper Gold*® de preparación (SX, S1y S2) ingresan al canal y se retiran con movimiento de cepillado hacia afuera del mismo y sus limas de acabado (F1, F2, F3 y F4) se introducen en el canal y solo se busca alcanzar la longitud de trabajo sin acción de cepillado (Manual del proveedor del sistema *Protaper gold*®, Dentsply).

La suma de todos estos antecedentes nos hace teorizar sobre un supuesto comportamiento para la técnica mecanizada de tipo rotatoria, donde las limas de Ni-Ti se venden con la finalidad de promover tratamientos más seguros al ser más flexibles, que van de la mano con un menor desgaste de las paredes dentinarias, al no ejercer presión excesiva contra la dentina (Canalda y Brau, 2014) y así no comprometer el pronóstico de las terapias endodónticas. Aun cuando los resultados de este estudio no fueron significativos, nos sirven para entender el mecanismo de cómo actúan las limas de ambos sistemas dentro del canal radicular desde el punto de vista mecánico.

Disminución microbiana de *C. albicans* intracanal

Respecto a la disminución microbiana de *C. albicans* intracanal, luego de la preparación químico-mecánica de los canales radiculares, fue el tercer parámetro evaluado en este estudio.

En la leyenda de la tabla N°8, sobre la viabilidad de *C. albicans* intracanal para la instrumentación mecanizada, se menciona que el diente 5 no presentó colonias pre-instrumentación en las 4 diluciones realizadas aun cuando en el control post instrumentación sí existían colonias. Esto puede explicarse y atribuirse a un problema humano de procedimiento, donde se pudo haber omitido la toma de muestra previo a llevarlas a las placas o bien por no haber plaqueado de forma correcta.

C. albicans, es una levadura que la literatura ha investigado como una especie con potencial de patogenicidad característica de las infecciones endodónticas de tipo persistente, lo que se traduce en un desafío para el cirujano dentista en lograr el éxito del tratamiento. Recientemente, se le ha encontrado formando parte de infecciones endodónticas primarias (Bernal-Triviño y cols., 2017), por lo cual toma relevancia clínica los próximos estudios que busquen evaluar el comportamiento aislado de este microorganismo dentro de las terapias endodónticas de este tipo en particular.

Al tener un comportamiento dentinofílico (revisado en Dioguardi y cols., 2019) la levadura degrada la matriz de la dentina y logra penetrar al interior de los túbulos dentinarios, por lo cual una correcta desinfección y conformación del sistema de canales radiculares se vuelve indispensable para conseguir un tratamiento endodóntico satisfactorio.

Para este estudio, se obtuvo que ambas técnicas de instrumentación lograron una disminución significativa de la levadura una vez realizada la preparación mecánica de los canales radiculares, por lo que ambas técnicas resultan efectivas para la conformación y eliminación de microorganismos al interior de éste.

Además, al comparar el recuento microbiano de *C. albicans* post instrumentación, la técnica mecanizada de tipo rotatoria logró disminuir de forma significativa a la levadura en comparación a la técnica manual.

La evidencia actual no reúne estudios de comparación entre estas dos técnicas de instrumentación y su poder de disminución microbiana con aislados de *C. albicans*. Los estudios actuales se encuentran enfocados en *E. faecalis*. Esto se traduce en la relevancia e innovación de este trabajo de investigación para próximos estudios, entendiendo que las infecciones endodónticas poseen un carácter polimicrobiano, donde participan varias especies de microorganismos y *C. albicans* debe ser considerada en futuros estudios.

Autores como Siqueira y cols. (1999) y Colak y cols. (2005) estudiaron la reducción microbiana intracanal de *E. faecalis* con diferentes sistemas de instrumentación rotatorio versus la técnica manual, en ambos estudios se demostró la eficacia que

presentan ambos sistemas, logrando disminuir significativamente el recuento de la bacteria tras la preparación mecánica al igual que lo obtenido en este trabajo. Aún así, los estudios mencionados no encontraron diferencias significativas al comparar los recuentos entre ambos sistemas post instrumentación.

Interesante también es el estudio de Gorduysus y cols. (2010), los cuales compararon tres sistemas de instrumentación rotatoria y uno manual para la eliminación de la bacteria *E. faecalis* del canal radicular, obteniendo resultados similares al nuestro, donde todas las técnicas redujeron significativamente el número de bacterias, dando cuenta de la efectividad que posee la preparación mecánica *per se* en ambos sistemas. Además, en este estudio, los autores obtuvieron que el sistema de instrumentación rotatorio *Protaper Gold®* produjo una diferencia significativa respecto a las limas manuales al comparar los recuentos tras la preparación, al igual que en nuestro trabajo, posicionando a la técnica mecanizada por sobre la manual.

Si bien podemos verificar nuestra hipótesis en cuanto que la técnica de preparación mecanizada de tipo rotatoria evidenció una disminución significativa del recuento microbiano de *C. albicans* en comparación a la técnica manual, sugerimos la realización de más investigaciones que se enfoquen en modelos aislados o combinados con esta levadura y así poseer una evidencia científica mucho más sólida que avale los resultados obtenidos.

Es importante mencionar que nuestro estudio omitió la irrigación mediante agentes químicos durante la preparación de los canales radiculares, puesto que el objetivo de este trabajo fue evaluar qué tan eficiente es la preparación netamente mecánica de los canales y su poder de reducción microbiana en una especie aislada, como lo fue *C. albicans*.

Por lo que desde este trabajo de investigación se demuestra que la preparación mecánica de los canales radiculares logra disminuir en casi su totalidad el microorganismo dentro de ellos independiente de qué sistema se utilice, un 99,06% para la técnica manual y un 99,73% para el grupo mecanizado. Aun así, se debe recordar que la anatomía de los sistemas de canales es compleja y pueden quedar

zonas donde la preparación mecánica no logre eliminar los microorganismos, por lo que se debe considerar de forma indispensable el uso de irrigantes antimicrobianos durante los tratamientos endodónticos y de esta forma asegurar una correcta desinfección y el éxito clínico de las estrategias terapéuticas.

Relevancia del trabajo de investigación

Para finalizar, es menester reconocer el aporte y valor científico del presente trabajo de investigación para la práctica preclínica y/o clínica. El uso de nuevas tecnologías disponibles como lo fue la Micro-TC demuestra el potencial y capacidad que posee este equipo en el área de la imagenología en tres dimensiones en el área de la endodoncia, logrando caracterizar muestras no solo de forma cualitativa, sino también cuantitativa. Además, de presentarse como un mecanismo rápido y no invasivo que permite estudiar técnicas antes de aplicarse en la clínica, obteniendo resultados que permiten aumentar la evidencia disponible. Así mismo, es un llamado a la acción para realizar nuevos estudios e investigaciones que utilicen herramientas con gran rendimiento como lo es la Micro-TC.

En cuanto a las técnicas de preparación del canal radicular evaluadas en este estudio, podemos ver cómo la técnica mecanizada de tipo rotatoria se presenta como una útil y prometedora técnica a ser enseñada y aplicada en el plan curricular de pregrado debido a que han sido fabricadas para ser utilizadas por el cirujano dentista general, siendo ésta una técnica que requiere un menor tiempo de trabajo en la preparación mecánica del SCR por sobre la técnica manual, lo que se traduce en un menor tiempo clínico en el box con los pacientes, aumentando la productividad de los tratamientos dentales y disminuyendo la fatiga del operador inherente al procedimiento.

Además, aun cuando ambas técnicas redujeron de forma significativa el recuento microbiano de *C. albicans*, la técnica mecanizada logró una diferencia significativa al comparar los resultados post instrumentación entre ambos sistemas, por lo cual aumenta la evidencia de poder seleccionar esta técnica por sobre la manual.

Ahora bien, cabe destacar que ambas técnicas no presentaron diferencias significativas en cuanto al desgaste realizado en las paredes dentinarias del SCR,

lo cual refleja que aun cuando ambos sistemas de instrumentación de canales difieren en cuanto a la técnica y modo de acción, ambos logran cumplir con el objetivo de preparar y conformar tridimensionalmente el canal radicular de forma eficiente para su posterior obturación.

Es interesante entender como estos hallazgos afectan en alguna medida la decisión clínica por parte del operador, considerando por ejemplo, el tiempo clínico que se dispone por paciente para realizar un tratamiento; el costo económico de adquirir un sistema por sobre otro y el grado de dificultad que se tendrá según las diferentes anatomías endodónticas que presenten los dientes a tratar.

En este estudio se utilizaron canales rectos y/o con curvaturas radiculares leves por lo que se puede recomendar y extrapolar los resultados obtenidos en dientes con configuración endodóntica similar, sobre todo para el trabajo en dentistas sin especialidad en endodoncia.

Todo esto, son argumentos que deben ser evaluados y considerados por el operador a la hora de decidir por qué técnica de preparación utilizar, sin olvidar que el entrenamiento y práctica son parte de la curva de aprendizaje para el dominio de ambas y así lograr resultados satisfactorios con cualquiera de las dos.

7. CONCLUSIONES

La técnica de instrumentación mecanizada de tipo rotatoria con el sistema Protaper Gold® permite un tiempo de preparación de los canales radiculares significativamente menor en comparación con la técnica manual utilizando limas K-flexofile®.

Ambas técnicas, manual y mecanizada, cumplen de manera eficaz el objetivo de configurar y preparar mecánicamente el canal radicular, sin mostrar diferencias significativas en el desgaste dentinario producido por cada sistema.

La reducción de la viabilidad de *Candida albicans* dentro del canal radicular es mayor al utilizar un sistema mecanizado asistido por motor, aunque la técnica manual también logra una disminución significativa, demostrando un correcto desempeño en la eliminación microbiana.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ahmad IA, Alenezi MA. Root and Root Canal Morphology of Maxillary First Premolars: A Literature Review and Clinical Considerations. *J Endod.* 2016 Jun;42(6):861-72. doi: 10.1016/j.joen.2016.02.017.

Almeida BM, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Matching the Dimensions of Currently Available Instruments with the Apical Diameters of Mandibular Molar Mesial Root Canals Obtained by Micro-computed Tomography. *J Endod.* 2019 Jun;45(6):756-760).

Alves F, Paiva P, Marceliano-Alves M, Cabreira L, Lima K, Siqueira J y cols. Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XPendo sharper and reciproc instruments. *J Endod* 2018, 44 (7): 1173.

Berman, L., Hargreaves, K. *Cohen's Pathways of the Pulp.* 12th ed. Elsevier, 2021 (15)1964-1965.

Bernal-Treviño A, González-Amaro AM, Méndez González V, Pozos-Guillen A. Frecuencia de Candida en conductos radiculares de dientes con infección endodóntica primaria y persistente [Frequency of Candida in root canals of teeth with primary and persistent endodontic infections]. *Rev Iberoam Micol.* 2018 Apr-Jun;35(2):78-82. Spanish. doi: 10.1016/j.riam.2017.09.004.

Berutti E, Negro AR, Lendini M, Pasqualini D. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments. *J Endod.* 2004 Apr;30(4):228-30. doi: 10.1097/00004770-200404000-00011. PMID: 15085052.

Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and fullsequence rotary instrumentation systems. *J Endod* 2012, 38 (6): 850.

Cabreira L, Gominho L, Rôças I, Dessaune-Neto N, Siqueira J, Alves F. Quantitative analysis of apically extruded bacteria following preparation of curved canals with three systems. *Aust Endod J* 2019, 45: 79.

Canalda C, Brau E. Endodoncia, técnicas clínicas y bases científicas. 3ra edición, Elsevier, 2014.

Cantatore, G. Missed anatomy: frequency and clinical impact. *Endod Topic*, 15, 3-31. 2009.

Cerqueira NM, Louzada VG, Silva-Sousa YTC, Raucci-Neto W, Leoni GB. Effect of canal preparation with XP-endo Shaper and ProTaper Next on root canal geometry and dentin thickness of mandibular premolars with radicular grooves and two canals: a micro-CT study. *Clin Oral Investig*. 2021 Sep;25(9):5505-5512. doi: 10.1007/s00784021-03858-z.

Colak M, Evcil S, Bayindir Y, Yigit N. The Effectiveness of Three Instrumentation Techniques on the Elimination of *Enterococcus Faecalis* from a Root Canal: An In Vitro Study. *J Contemp Dent Pract* 2005 February;(6)1:094-106.

Conceição I, Ferreira I, Braga AC, Pina-Vaz I. Simulated root canals preparation time, comparing ProTaper Next and WaveOne Gold systems, performed by an undergraduate student. *J Clin Exp Dent*. 2020 Aug 1;12(8):e730-e735. doi: 10.4317/jced.56981.

De-Deus G, Simões-Carvalho M, Belladonna FG, Versiani MA, Silva EJNL, Cavalcante DM, Souza EM, Johnsen GF, Haugen HJ, Paciornik S. Creation of well-balanced experimental groups for comparative endodontic laboratory studies: a new proposal based on micro-CT and in silico methods. *Int Endod J*. 2020 Jul;53(7):974-985.

Dioguardi M, Di Gioia G, Illuzzi G, Arena C, Caponio VCA, Caloro GA, Zhurakivska K, Adipietro I, Troiano G, Lo Muzio L. Inspection of the Microbiota in Endodontic Lesions. *Dent J (Basel)*. 2019 May 1;7(2):47. doi: 10.3390/dj7020047.

Gagliardi, J., Versiani, M. A., de Sousa-Neto, M. D., Plazas-Garzon, A., & Basrani, B. (2015). Evaluation of the Shaping Characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper Universal in Curved Canals. *J Endod*, 41(10), 1718–1724. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.07.009>

Ghavami-Lahiji M, Davaloo RT, Tajziehchi G, Shams P. Micro-computed tomography in preventive and restorative dental research: A review. *Imaging Sci Dent.* 2021 Dec;51(4):341-350. doi: 10.5624/isd.20210087.

Gorduysus M, Nagas E, Torun OY, Gorduysus O. A comparison of three rotary systems and hand instrumentation technique for the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal. *Aust Endod J.* 2011 Dec;37(3):128-33. doi: 10.1111/j.1747-4477.2010.00239.x. Epub 2010 Sep 1.

Grande NM, Plotino G, Gambarini G, Testarelli L, D'Ambrosio F, Pecci R, Bedini R. Present and future in the use of micro-CT scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. *Ann Ist Super Sanita.* 2012;48(1):26-34. doi: 10.4415/ANN_12_01_05.

Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J.* 2005 Oct;38(10):743-52. doi: 10.1111/j.1365-2591.2005.01010.x.

Guerreiro D, Shin JM, Pereira M, McDonald NJ. Radicular Groove Accessory Canal Morphology in Mandibular First Premolars: Micro-computed Tomographic Study. *J Endod* 2019, 45 (5): 554.

Hargreaves K, Cohen S, Berman L. Cohen's Pathways of the Pulp. 10 th ed. Elsevier. 2011.

Karobari MI, Parveen A, Mirza MB, Makandar SD, Nik Abdul Ghani NR, Noorani TY, Marya A. Root and Root Canal Morphology Classification Systems. *Int J Dent.* 2021 Feb 19;2021:6682189. doi: 10.1155/2021/6682189.

Krasner P, Rankow HJ. Anatomy of the pulp-chamber floor. *J Endod.* 2004 Jan;30(1):5-16. doi: 10.1097/00004770-200401000-00002.

Korothe, S., Ponnappa, K. C., Simon, E. P., Bharath, S., Vivek, V. J., & Raveendran, C. (2021). Evaluation of Root Dentinal Damage Associated with ProTaper Gold, WaveOne Gold, and ProTaper Next during Cleaning and Shaping Procedures: An

In vitro Analysis. J Pharm Bioallied Sci., 13(Suppl 2), S1098–S1101. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_374_21

Leonardi DP, Haragushiku GA, Tomazinho FS, Furuse AY, Volpato L, Baratto-Filho F. Undergraduate students introduction to manual and rotary root canal instrumentation. Bull Tokyo Dent Coll. 2012;53(3):155-9. doi: 10.2209/tdcpublication.53.155.

Lozano C, Rodríguez G, Lefimil C, Morales I, y Urzúa B. (2017). Prevalence of *Candida albicans* and carriage of *Candida non-albicans* in the saliva of preschool children, according to their caries status. Acta Odontol Scand, 75(1), 30–35.

Manual del proveedor del sistema *Protaper gold*®, Dentsply. Disponible en <https://assets.dentsplysirona.com/master/regions-countries/north-america/product-procedure-brand/endodontics/product-categories/files-motors-lubricants/rotary-and-reciprocating-files/protaper-gold/documents/END-ProTaperGold-DFU-0217-EN.pdf>

Mergoni G, Percudani D, Lodi G, Bertani P, Manfredi M. Prevalence of *Candida* Species in Endodontic Infections: Systematic Review and Meta-analysis. J Endod. 2018 Nov;44(11):1616-1625.e9. doi: 10.1016/j.joen.2018.07.016.

Miyashita M, Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Sekizawa T. Root Canal System of the Mandibular Incisor. J Endod. 1997; 23(8): 479-484. doi: 10.1016/S0099-2399(97)80305-6.

Nagaraja S, Sreenivasa Murthy BV. CT evaluation of canal preparation using rotary and hand NI-TI instruments: An in vitro study. J Conserv Dent. 2010 Jan;13(1):16-22. doi: 10.4103/0972-0707.62636. PMID: 20582214; PMCID: PMC2883802.

Peru M, Peru C, Mannocci F, Sherriff M, Buchanan LS, Pitt Ford TR. Hand and nickel-titanium root canal instrumentation performed by dental students: a micro-computed tomographic study. Eur J Dent Educ. 2006 Feb;10(1):52-9. doi: 10.1111/j.1600-0579.2006.00395.x.

Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. *J Am Dent Assoc.* 2006 Nov;137(11):1555-61. doi: 10.14219/jada.archive.2006.0091.

Rôças IN, Lima KC, Siqueira JF Jr. Reduction in bacterial counts in infected root canals after rotary or hand nickel-titanium instrumentation--a clinical study. *Int Endod J.* 2013 Jul;46(7):681-7. doi: 10.1111/iej.12045.

Sakko M, Tjäderhane L, Rautemaa-Richardson R. Microbiology of Root Canal Infections. *Prim Dent J.* 2016 May 1;5(2):84-89. doi: 10.1308/205016816819304231.

Setzer FC, Lee SM. Radiology in Endodontics. *Dent Clin North Am.* 2021 Jul;65(3):475-486. doi: 10.1016/j.cden.2021.02.004.

Siddique R, Nivedhitha MS. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review. *J Conserv Dent.* 2019 Mar-Apr;22(2):114-122. doi: 10.4103/JCD.JCD_523_18.

Sierra-Cristancho A, González-Osuna L, Balanta-Melo J, Cafferata EA, Rojas C, Melgar-Rodríguez S, Carvajal P, Vernal R. A micro-CT analysis of radicular dentine thickness in mandibular first premolars presenting C-shaped root canals: Identification of potential danger zones. *Int Endod J.* 2022 Jun;55(6):672-684. doi: 10.1111/iej.13740.

Sierra-Cristancho A, González-Osuna L, Poblete D, Cafferata EA, Carvajal P, Lozano CP, Vernal R. Micro-tomographic characterization of the root and canal system morphology of mandibular first premolars in a Chilean population. *Sci Rep.* 2021 Jan 8;11(1):93. doi: 10.1038/s41598-020-80046-1.

Siqueira JF Jr, Lima KC, Magalhães FA, Lopes HP, de Uzeda M. Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by three instrumentation techniques. *J Endod.* 1999 May;25(5):332-5. doi: 10.1016/S0099-2399(06)81166-0.

Stavileci M, Hoxha V, Görduysus Ö, Tatar I, Laperre K, Hostens J, Küçükkaya S, Muhaxheri E. Evaluation of Root Canal Preparation Using Rotary System and Hand Instruments Assessed by Micro-Computed Tomography. *Med Sci Monit Basic Res.* 2015 Jun 20;21:123-30. doi: 10.12659/MSMBR.893950.

Üreyen Kaya B, Erik CE, Sesli Çetin E, Köle M, Maden M. Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. *Int J Endod* 2019, 52 (1): 77.

Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endod topics.* (2005) 10:3-29.

Zohrabian VM, Poon CS, Abrahams JJ. Embryology and Anatomy of the Jaw and Dentition. *Semin Ultrasound CT MR.* 2015 Oct;36(5):397-406. doi: 10.1053/j.sult.2015.08.002. Epub 2015 Aug 28. PMID: 26589693.

9. ANEXOS

Anexo 1: Consentimiento informado pacientes

FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

He sido invitado a colaborar con la investigación de "Análisis microbiológico e inmunológico de la extrusión dentaria durante la instrumentación biomecánica endodóntica de dientes infectados *in vitro* con *Enterococcus faecalis* o *Candida albicans*".

Entiendo que colaboraré autorizando la donación de los dientes que me serán extraídos, los que serán utilizados para análisis imagenológicos y procedimientos de instrumentación mecánica, los cuales serán destruidos una vez tratados y observados.

Se me informó claramente que al donar mis/mis dientes no tendré beneficios personales, y que no se me recompensará por participar.

Se me ha proporcionado el nombre de un investigador que puede ser fácilmente contactado y su dirección de correo electrónico.

He leído la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado. Consiento voluntariamente colaborar en esta investigación donando mis dientes extraídos.

Nombre del Donante _____

Nombre del Tutor _____

Firma del Donante _____

Santiago, ____/____/____

Sección a llenar por el Investigador o su representante:

He explicado al Sr/Sra..... la naturaleza de la investigación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento

Nombre y Firma del Investigador que toma el CI _____ Fecha _____

Nombre y Firma del Investigador Principal _____ Fecha _____

Nombre y Firma del director del Centro o de su Representante _____ Fecha _____

3 de 3

GEI-SSM NORTE
Organismo Asesor de la Dirección
Servicio de Salud
Metropolitano Norte
17 MAR 2023

Anexo 2: Carta de aprobación ética



Santiago, diciembre 20 de 2021

Dra. Carla Lozano
 Investigadora Responsable
 Proyecto PRI-ODO 2021/3
 Facultad de Odontología
 Universidad de Chile
Presente

Ref.: Proyecto de Investigación: "Análisis microbiológico e inmunológico de la extrusión dentaria durante la instrumentación biomecánica endodóntica de dientes infectados *in vitro* con *Enterococcus faecalis*".

Estimada Dra. Lozano:

Habiéndose recibido carta de fecha 07 de diciembre de 2021 con las modificaciones de solicitadas por este Comité, se procede a entregar Aprobación al Proyecto de la referencia y a los siguientes documentos:

1. Proyecto de Investigación completo.
2. Consentimiento Informado para Donación de Dientes para Investigación.
3. Consentimiento Informado para participar en Proyecto de Investigación con Toma de Muestra de Sangre

Esta aprobación es válida por un plazo de 12 meses a contar de esta fecha. En caso de requerir tiempo más allá de ese plazo, se deberá solicitar una extensión del mismo.

El CEI-SSMN solicita al Investigador Responsable notificar a este Comité en un plazo no mayor a tres días cualquier evento adverso severo. Asimismo, el comité solicita presentar un informe semestral sobre el progreso del estudio.

Adjunto a la presente sírvase encontrar documentos de Consentimientos Informados timbrados, fechados y firmados por el suscrito y del cual hemos conservado copia en nuestros archivos.

Asimismo, se adjuntan Listado de Integrantes del CEI-SSMN y Declaración de Buenas Prácticas Clínicas.

Se listan los integrantes presentes en la sesión virtual del día 24 de junio de 2021:

Dr. Juan Jorge Silva Solís

Dr. Marco Clavero Pérez

Dra. María de los Ángeles Avaria Benaprés

Dra. Katherina Llanos Parra

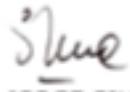
Dra. Carolina Heresi Venegas

Abogada Carolina Carvajal Tadres

E.U. María Solari Verdugo

E.U. Alejandra Cura Capurro

La saluda atentamente,

 
DR. JUAN JORGE SILVA SOLÍS
PRESIDENTE - CEI-SSMN

Anexo 3: Prórroga de 12 meses a proyecto de investigación



Dirección
Comité de Ética de la Investigación del Servicio de
Salud Metropolitano Norte
Carta N° 014/2023
Dr. JJS/nc

Santiago, enero 17 de 2023

Dra. Carla Lozano
Investigadora Responsable
Proyecto PRI-ODO 2021/3
Facultad de Odontología
Universidad de Chile
Presente

Ref.: Proyecto de Investigación: "*Análisis microbiológico e inmunológico de la extrusión dentaria durante la instrumentación biomecánica endodóntica de dientes infectados in vitro con Enterococcus faecalis*".

Estimada Dra. Lozano:

Por la presente acuso recibo de su carta de fecha 12 de diciembre de 2022 por la cual solicita extensión por 12 meses al proyecto de la referencia de acuerdo a lo indicado por este Comité.

No habiendo objeciones, da Aprobación Ejecutiva a su solicitud de extensión por 12 meses.

Esta aprobación quedará registrada en Acta de la próxima sesión ordinaria de este Comité.

La saluda atentamente,

CEI-SSM NORTE
Organismo Asesor de la Dirección
Servicio de Salud
Metropolitano Norte

DR. JUAN JORGE SILVA SOLÍS
PRESIDENTE - CEI-SSMN

Anexo 4: Aceptación de Enmienda para trabajo con *Candida albicans*



Dirección
Comité de Ética de la Investigación del Servicio de
Salud Metropolitano Norte
Carta N° 067/2023
Dr. JJS/lcc

Santiago, marzo 17 de 2023

Dra. Caria Lozano
Investigadora Responsable
Proyecto PRI-ODO 2021/3
Facultad de Odontología
Universidad de Chile
Presente

Ref.: Proyecto de Investigación: "*Análisis microbiológico e inmunológico de la extrusión dentaria durante la instrumentación biomecánica endodóntica de dientes infectados in vitro con Enterococcus faecalis*".

Estimada Dra. Lozano:

Por la presente acuso recibo de su carta de fecha 16 de enero de 2023 por la cual solicita la revisión de una enmienda y al documento de consentimiento informado del proyecto de la referencia.

Considerando los antecedentes entregados, no hay objeciones, se da Aprobación Ejecutiva a Enmienda y a Consentimiento Informado de Fecha de edición: 16 de enero de 2023 correspondiente al Proyecto PRI-ODO 2021/3.

Esta aprobación quedará registrada en Acta de la próxima sesión ordinaria de este Comité.

La saluda atentamente,

CEI-SSM.NORTE
Organismo Asesor de la Dirección
Servicio de Salud
Metropolitano

DR. JUAN JORGE SILVA SOLÍS
PRESIDENTE - CEI-SSMN

Calle San José 1053, Independencia, Santiago,
Chile
Correo: lorena.carrasco@fretsalud.gov.cl
Fono (56-2) 575 8506
www.ssmn.cl

Anexo 5: Tabla de “Determinación de diámetro apical de preparación (Lima Maestra)”, material de estudio, clase de preparación químico-mecánica del canal radicular, Universidad de Chile.

CALIBRE CANAL en APICAL	LM en BIOPULPECTO-MÍA C/ Lima K flexofile	LM en NECROPULPECTOMÍAC/ Lima K flexofile	LM en BIOPULPECTO-MÍA C/ Lima K convencional	LM en NECROPULPECTOMÍAC/ Lima K convencional
AMPLIO			45 o +	50 o +
MEDIO	35	40	35	40
FINO	30	35	30	35
AMPLIO CURVA Leve	35 precurvada	35 precurvada	25 precurvada	25 precurvada
AMPLIO CURVA Moderado	30 o 35 precurvada	35 precurvada	25 precurvada	25 precurvada
MEDIO CURVA Leve	35 precurvada	35 precurvada	25 precurvada	25 precurvada
MEDIO CURVA Moderado	30 precurvada	30 precurvada	25 precurvada	25 precurvada
FINO CURVA Leve	30 precurvada	30 precurvada	25 precurvada	25 precurvada
FINO CURVA Moderado	30 precurvada	30 precurvada	25 precurvada	25 precurvada