



UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACIÓN

TESIS

ANÁLISIS VOLUMÉTRICO DE LA OBTURACIÓN EN
CONDUCTOS RADICULARES CON DOS TÉCNICAS:
CONO ÚNICO Y LATERAL MECÁNICA, MEDIANTE
TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

PRESENTA:

C.D. DALILA MIRANDA TERAN

ASESORA:

DRA. JANETH MORALES CORTÉS

COASESORA:

M.O. ADRIANA LUCIA ARENAS PÉREZ

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO MARZO, DE 2019



DEDICATORIAS

A Dios por siempre cuidarme e iluminarme en este proyecto.

A mis papas Gloria y José Luis por su apoyo, cariño y amor incondicional que me brindaron en todo momento, por creer en mí y ser mis grandes guías siempre.

A mi hermano Luis por acompañarme en el camino, mi gran orgullo y maestro además motivarme a ser mejor cada día.

A mi familia, gracias por compartir este momento de alegría y apoyarme siempre.

A mis amigas, Yadira, Deya, Alessy, Jaque, Liz, Zule, Bere, Luisi, Thalia y Teresita gracias por siempre acompañarme en el camino, por su amistad incondicional y cariño que me han brindado.

A mi amigos y compañeros del posgrado, Cintia, Mayra, Muzquiz, Juan, Jaqui y Jonás porque gracias a ustedes la especialidad se convirtió en momentos de risas, aventuras y momentos inolvidables, especialmente a Balvir gracias por tu amistad además del apoyo en la realización del trabajo y a Tete por esa motivación que me trasmitían al terminar este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Gloria y a mi padre José Luis, por ser mi mayor motivación en todo este camino, e impulsarme a ser mejor, además de enseñarme el valor de la disciplina y la constancia.

A mi hermano Luis, doy gracias a la vida por regalarme el gran ser humano que eres, mi mejor amigo y por acompañarme y apoyarme en todo momento.

A mis profesores del posgrado gracias por brindarme su apoyo, motivación y compartir sus conocimientos además de representar una guía en este proyecto.

En especial a la Dra. Janeth Morales Cortés por ser una excelente persona, profesora y sobre todo muy humana, a quien agradezco su confianza, por creer en mí, guiarme, y brindarme su tiempo, por apoyarme en la realización de este proyecto, resolver mis dudas e inquietudes durante todo el trabajo.

A la Dra. Adriana Lucía Arenas Pérez excelente profesora, por su amplio conocimiento gracias por brindarme su apoyo en todo momento, proporcionándome los recursos necesarios para mejorar, por su motivación y confianza durante esta etapa de mi vida y desarrollo profesional.

Al Dr. Luis Alberto Pantoja Villa gracias por el apoyo y los conocimientos que adquirí siendo mi profesor de posgrado y su tiempo para realizarme sus observaciones en mi trabajo de tesis.

Al centro universitario de estudios de posgrado e investigación de la universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo por contribuir en mi formación académica como especialista brindándome las herramientas necesarias para concluir esta etapa.

**ANÁLISIS VOLUMÉTRICO DE LA OBTURACIÓN EN CONDUCTOS
RADICULARES CON DOS TÉCNICAS: CONO ÚNICO Y LATERAL
MECÁNICA, MEDIANTE TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA**

ALUMNO (INVESTIGADOR PRINCIPAL)

C.D. Dalila Miranda Terán
Teléfono: 443202 17 57
dalymiranda@hotmail.com

ASESORA:

Dra. Janeth Morales Cortés
Teléfono: 443 165 58 84
moralesjan@hotmail.com

COASESORA:

M.O. Adriana Lucía Arenas Pérez
Teléfono: 443 170 05 92
Arenas_endo@hotmail.com

ÍNDICE

Resumen	9
Abstract.....	10
I. INTRODUCCIÓN	11
II. ANTECEDENTES GENERALES	13
2.1. Instrumentos de níquel-titanio	13
2.2. La importancia de la irrigación	16
2.3. Obturación del conducto radicular.....	17
2.4. Obturación con sistemas reciprocantes	19
2.5. Material de núcleo. Gutapercha	21
2.6. Comparación de las técnicas de obturación	23
2.7. Evaluación del llenado del conducto radicular	25
III. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS	28
IV. JUSTIFICACIÓN.....	31
V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	32
VI. OBJETIVOS	33
6.1. Objetivo General	33
6.2. Objetivos Específicos.....	33
VII. HIPÓTESIS.....	34
7.1. Hipótesis de trabajo (Hi).....	34
7.2. Hipótesis nula (H0)	34
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
8.1. Diseño del estudio.....	35
8.2. Fecha de desarrollo	36
8.3. Lugar de estudio.....	36
8.4. Universo de estudio.....	36
8.5. Técnica muestral	36
8.6. Criterios de selección.....	37
8.6.1. Criterios de inclusión	37
8.6.2. Criterios de exclusión	37

8.7. Variables	38
8.8. Procedimiento	39
8.9. Análisis de volúmenes de obturación.....	43
8.10. Análisis estadístico.....	47
8.11. Consideraciones éticas	47
8.12. Recursos, financiamiento y factibilidad.....	48
IX. RESULTADOS	51
X. DISCUSIÓN	55
XI. CONCLUSIONES	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	69
A. Consentimiento informado	69
B. Instrumento de recolección	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Sistema rotario Mtwo VDW</i>	15
Figura 2. Cemento Sellador Sealapex. Fuente: propia	22
Figura 3. Piezas preparadas en NaOCl 5%.....	40
Figura 4. Conos Estandarizados 0.04 del sistema Mtwo.....	41
Figura 5. Técnica Lateral Mecánica	41
Figura 6. Espaciador digital montado en el Contraángulo 4:1 Nsk.....	41
Figura 7. Técnica de cono único.....	42
Figura 8. Piezas seleccionas y marcadas de grupo	42
Figura 9. Tipodontos con silicona.	43
Figura 10. Introducción del tipodonto en el tomógrafo.....	44
Figura 11. Técnica LM Corte axial, a 1mm	45
Figura 12. Técnica LM Corte Sagital, a 1mm	45
Figura 13. Técnica LM Corte Coronal, a 1mm	45
Figura 14. Técnica CU Corte Axial, a 1mm.....	46
Figura 15. Técnica CU Corte Sagital, a 1mm.....	46
Figura 16. Técnica CU Corte Coronal, a 1mm.....	46
Figura 17. Equipo de tomografía computarizada de haz cónico tridimensional.	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición de las variables de estudio	38
Tabla 2. Informe de determinaciones recabadas de la obturación en conductos radiculares con técnicas de CU y CLM 1, 3, 5 y 8 milímetros del conducto	52
Tabla 3. Comparativa de medias mediante prueba de muestras independientes.....	53

RESUMEN

Antecedentes. La obturación inadecuada del conducto radicular, lo expone a una falla endodóntica, afectando en gran medida el pronóstico del tratamiento. Con la aparición de instrumentos de NiTi resurgió la idea de la instrumentación mecanizada con contrángulos de rotación completa o recíproca, velocidad reducida y torque controlado. Actualmente varios estudios han comparado la eficacia de diferentes técnicas de obturación en términos de capacidad de sellado, los resultados son controvertidos y un número reducido de estudios han comparado la técnica de cono único (CU) con condensación lateral mecanizada (CLM).

Objetivo. Analizar el volumen de la obturación mediante la tomografía computarizada de haz cónico tridimensional en conductos radiculares con dos técnicas: condensación lateral mecánica vs cono único.

Materiales y métodos. Se llevó a cabo un estudio experimental donde se analizó el volumen de obturación de 45 raíces mesiales con 2 conductos cada una, proporcionando una muestra total de 90 conductos. Todos los conductos se instrumentaron con el sistema Mtwo. Se obturaron 44 conductos con la técnica de Condensación Lateral Mecanizada y 46 con la técnica de Cono Único con las puntas de gutapercha del sistema Mtwo. Mediante la tomografía computarizada de haz cónico tridimensional, se determinó el número de espacios/vacíos en cada conducto obturado.

Resultados. Los resultados indican que las medias de espacios/vacíos en el grupo CU, son mayores que los valores registrados en el grupo CLM. Existe variabilidad significativa en las determinaciones de espacios o vacíos en las mediciones a 1 mm, 3 mm, 5 mm y global (diferencia de medias de 2.563, IC 95% 0.68-3.95; $p=0.011$) en favor del grupo CLM. La tasa de obturación completa, es decir $<1 \text{ mm}^3$ de vacíos o espacios fue de 6.38% para el grupo CU y de 4.54% para el grupo de CLM. Lo que significa que la técnica de CU presenta un porcentaje mayor de espacios o vacíos en comparación con la CLM.

Conclusiones. Estos hallazgos sugieren de manera optimista que la técnica de obturación lateral mecánica puede lograr un mayor volumen de obturación (menor volumen de vacíos/espacios) asegurando el sellado tridimensional.

Palabras clave. *Condensación lateral mecánica, cono único, obturación, endodoncia, Tomografía computarizada.*

ABSTRACT

Background. Inadequate obturation of the root canal exposes it to endodontic failure, greatly affecting the prognosis of the treatment. With the appearance of NiTi instruments, the idea of mechanized instrumentation with full or reciprocal rotation contra-angles, reduced speed and controlled torque resurfaced. Currently several studies have compared the effectiveness of different sealing techniques in terms of sealing capacity, the results are controversial and a small number of studies have compared the technique of single cone (SC) with mechanized lateral condensation (MLC).

Objective. To analyze the volume of the filling using three-dimensional conical beam computed tomography in root canals with two techniques: mechanical lateral condensation vs. single cone.

Materials and methods. An experimental study was carried out where the filling volume of 45 mesial roots with 2 ducts each was analyzed, providing a total sample of 90 ducts. All the conduits were instrumented with the Mtwo system. 44 canals were sealed with the technique of Mechanized Lateral Condensation and 46 with the Single Cone technique with the gutta-percha tips of the Mtwo system. Using three-dimensional cone beam computed tomography, the number of spaces / voids in each sealed duct was determined.

Results. The results indicate that the space / empty means in the SC group are greater than the values registered in the MLC group. There is significant variability in the determinations of spaces or gaps in the measurements at 1 mm, 3 mm, 5 mm and global (mean difference of 2.563, 95% CI 0.68-3.95, $p = 0.011$) in favor of the MLC group. The complete obturation rate, it means $<1 \text{ mm}^3$ of voids or spaces was 6.38% for the SC group and 4.54% for the MLC group. Which means that the SC technique has a higher percentage of spaces or gaps compared to the MLC.

Conclusions. These findings optimistically suggest that the technique of mechanical lateral obturation can achieve a greater volume of obturation (smaller volume of voids / spaces) assuring the three-dimensional seal.

Keywords. *Mechanical lateral condensation, single cone, filling, endodontics, Computed tomography.*

I. INTRODUCCIÓN

La endodoncia se define como la rama de la odontología que se encarga de la etiología, diagnóstico prevención y tratamiento de las enfermedades de la pulpa dental, con o sin complicaciones periapicales. Su éxito depende fundamentalmente de la eliminación completa de los microorganismos y sus subproductos a través de la instrumentación mecánica del conducto radicular, la irrigación antibacteriana y el llenado adecuado del espacio del conducto radicular.

El objetivo del llenado del conducto radicular es saturar por completo el espacio del conducto con un material estable y no tóxico y al mismo tiempo crear un sellado hermético para evitar el movimiento de fluidos tisulares, bacterias o subproductos bacterianos a través del conducto lleno (1). Es por lo que, la obturación del sistema de conductos radiculares es uno de los pasos importantes en el tratamiento, donde la obturación se considera como una función en la que se eliminan los portales de entrada entre el conducto y el periodonto, y que en general, la obturación implica una combinación de material central con gutapercha y un sellador (2-4).

Actualmente se han introducido varias técnicas y materiales para una obturación tridimensional con mayor densidad y homogeneidad (5) con la finalidad de evitar el fracaso endodóntico (6) puesto que, los conductos libres de vacío conllevan un menor riesgo de periodontitis apical evitando la reinfección del conducto y la posterior filtración hacia los tejidos perirradiculares (7).

La presente investigación surge del precepto donde el sellado adecuado reduce la fuga y la contaminación bacteriana, deteniendo la afluencia de fluidos tisulares periapicales y sepultando los irritantes restantes y las bacterias supervivientes en el conducto (8) y, dado que el método de obturación preferido es tema de debate e investigación, la técnica de condensación lateral mecanizada atrae la atención del grupo de investigadores debido a que se identifica como el estándar de oro contra el cual se evalúan generalmente otras técnicas (9).

II. ANTECEDENTES GENERALES

2.1. Instrumentos de níquel-titanio

Como se mencionó anteriormente, la calidad del llenado del conducto radicular se ve afectada por la limpieza y la forma adecuada del conducto, así como por el sellado hermético tridimensional del sistema de conductos radiculares, porque, obviamente, un sellado de mejor calidad mejora el pronóstico del diente (10). Para alcanzar una mayor desinfección y limpieza, en los últimos 20 años, ha habido enormes avances en la tecnología disponible para llevar a cabo tratamiento de conducto con la introducción de los instrumentos de níquel-titanio endodóntico (NiTi) y han revolucionado la capacidad de dar forma a los conductos radiculares para permitir una desinfección eficaz y una obturación adecuada del conducto radicular (11).

Es importante recordar que, después de la preparación y desinfección del conducto radicular, el objetivo del llenado del conducto radicular es crear un sello eficiente para prevenir la reinfección. Esto se logra mejor cuando las limas y los conos de gutapercha se fabrican con el mismo estándar. Anteriormente, se informaba la falta de estandarización de los instrumentos de conducto y conos de gutapercha (12-14). Es por lo que, en 1975, la Organización Internacional de Normalización (ISO) formuló la especificación 3630-1 para instrumentos de conducto radicular, que se actualizó a la última versión en 2008 (15).

Además, en 1976, el Instituto Americano de Normas Nacionales/Asociación Dental Americana (ANSI/ADA) establecieron las especificaciones para las limas de endodoncia (16), que se actualizaron en 1981 para requerir un estrechamiento de 0.02 (17) y luego

nuevamente en 2001, lo que permite una tolerancia de ahusamiento de ± 0.05 (18). Las 2 especificaciones de normas actuales para conos obturadores dentales son ISO 6877, publicada en 1995 (19), y Especificación N. 78 de la ANSI/ADA, publicada en 2000 (20).

Por su parte, las casas comerciales F360 (Komet Dental, de Lemgo, Alemania) y Reciproc (VDW, de Munich, Alemania) han introducido sistemas de instrumentación NiTi de una sola lima con conos de gutapercha correspondientes entre sí para facilitar el llenado del conducto radicular con cuatro tamaños diferentes para F360 y 3 tamaños para Reciproc disponibles. Según los fabricantes, los diámetros y conicidades del cono de gutapercha coinciden con los de las limas. Sin embargo, incluso si los fabricantes producen sus productos de acuerdo con los estándares actuales, todavía hay una tolerancia de diámetro de ± 0.02 mm para limas de hasta el tamaño #60 y de ± 0.04 mm para las limas de mayor tamaño que el #60 y los niveles de tolerancia permitidos para conos varían de 0.05 mm a 0.07 mm, dependiendo del tamaño del cono (21).

Por otra parte, los sistemas endodónticos Mtwo (Sweden & Martina, Padua, Italia), distribuido por VDW (Munich, Alemania) son una nueva generación de sistemas de instrumentación rotatoria sobre la base de Ni-Ti de reciente introducción en el mercado. La sección transversal del Mtwo es una “S” cursiva con dos superficies de corte que se asemejan a la de la lima “S”. El paquete estándar incluye una secuencia básica de 4 instrumentos con calibres variables que van del 10 al 25 en la punta, presentando una conicidad que varía de .04 a .06.

Sobre la base de su excelente capacidad de conformación, los instrumentos NiTi son ampliamente utilizados para la instrumentación del conducto radicular. Este uso generalizado ha provocado que los fabricantes ofrezcan conos de gutapercha correspondientes que coincidan con el ahusamiento y el diámetro de los instrumentos proporcionando una obturación tridimensional en menos tiempo que las técnicas de obturación tradicionales y garantizan un alto volumen de gutapercha en el conducto (22).



Figura 1. Sistema rotario Mtwo VDW

Además de su gran eficiencia, estos instrumentos presentan ventajas como la flexibilidad y reducen la posibilidad de transporte apical. Algunos informes sugieren que los sistemas rotatorios son superiores a las técnicas manuales y, a la inversa, algunos afirman que ni las limas rotatorias ni las convencionales dan como resultado una superficie del conducto radicular completamente preparada sin restos de tejido (10). Pero, aunque los instrumentos han mejorado y posiblemente facilitan la limpieza y la configuración del sistema de conductos radiculares, la estrategia general sigue siendo la misma (22).

2.2. La importancia de la irrigación

El objetivo de la irrigación en el tratamiento de conducto es mejorar el proceso de limpieza y desinfección dentro del sistema de conducto radicular. La irrigación sirve como una descarga física para eliminar los restos y sirve como agente antimicrobiano, solvente de tejidos y lubricante, desempeñando un papel clave en el éxito del tratamiento endodóntico, ya que ayuda a la eliminación progresiva de la capa de biofilm y neutraliza la flora microbiana del conducto radicular.

Por su parte, la capa de biofilm es una combinación de desechos orgánicos e inorgánicos que está presente en las paredes del conducto radicular después de la instrumentación; está compuesto de virutas de dentina, restos de tejido, procesos odontoblásticos y elementos microbianos (23). Hasta ahora, se ha postulado que la presencia de la capa de biofilm es una vía de escape y fuente de sustrato para el crecimiento y la entrada de bacterias, donde técnicamente, al ocluir los túbulos dentinarios de forma biomecánica, puede interferir con la penetración de la gutapercha en los túbulos y la adhesión y penetración de los selladores del conducto radicular en los túbulos dentinarios.

Muchos de los compuestos utilizados para la irrigación se han modificado químicamente y se han desarrollado varios dispositivos mecánicos para mejorar la penetración y la efectividad de la irrigación.

Derivado de esto, algunas soluciones de irrigación disuelven el tejido orgánico o inorgánico en el conducto radicular e incluso tienen actividad antimicrobiana y matan

activamente bacterias y levaduras cuando se introducen en contacto directo con los microorganismos.

A pesar de que la solución de irrigación más comúnmente utilizada es el hipoclorito de sodio (NaOCl), debido a que NaOCl tiene ningún efecto sobre la capa de biofilm y su alta tensión superficial no permite su limpieza y desinfección de la totalidad del sistema de conductos radiculares por sí solo, no es suficiente para la limpieza total del sistema endodóntico y, de acuerdo con las diferentes situaciones clínicas, tendremos que usar otros irrigantes en combinación con hipoclorito de sodio (24). La evidencia científica ha demostrado que el método químico más efectivo para eliminar la capa de biofilm se irriga con 10 ml de NaOCl al 5.25% seguido de 10 ml de EDTA al 17% antes de la obturación.

2.3. Obturación del conducto radicular

Es importante conocer que, la conformación mecánica de las paredes internas del conducto radicular es necesaria para permitir una limpieza y desinfección efectivas de estos espacios internos de la raíz, y para facilitar el sellado mediante la colocación de materiales designados para el relleno endodóntico del conducto radicular.

Actualmente sabemos que la limpieza adecuada y el llenado completo de los conductos radiculares favorecen la curación después de la terapia del conducto radicular y para tener éxito, el relleno debe extenderse a lo largo de toda la longitud del conducto, terminando apenas cerca de la punta de la raíz, donde el sistema de conductos termina y se extiende. Es relevante mencionar que los biomateriales clásicos utilizados en la terapia de endodoncia no están destinados a proporcionar un refuerzo estructural/mecánico de las

raíces y al contrario de estos, los biomateriales de tratamiento del conducto radicular son biológicamente inertes y tienen módulos elásticos mucho más bajos que los tejidos del diente que llenan (5, 25).

Conociendo lo anterior, debemos entender a la obturación del conducto radicular como el paso final de la tríada clásica de endodoncia: instrumentación, desinfección y obturación (26-29). Esta última incluye todos los procedimientos y materiales utilizados para reemplazar los espacios vacíos que quedan después de la instrumentación y limpieza (27), cuyo objetivo principal es prevenir la reinfeción del conducto radicular, proporcionando condiciones favorables para los procesos de recuperación posteriores al tratamiento que se espera que tenga lugar en los tejidos vivos que rodean a la raíz (los tejidos periodontales) (7).

Tomson et al, describe que el objetivo de la obturación es establecer una barrera hermética a los fluidos con el objetivo de proteger los tejidos perirradiculares de los microorganismos que residen en la cavidad oral y si bien, un buen sello hermético o hermético perfecto es inalcanzable en la realidad, se deben hacer todos los esfuerzos para alcanzar este objetivo, cumpliendo las tres funciones principales de la obturación:

1. Prevenir la fuga coronal de microorganismos o nutrientes potenciales para apoyar su crecimiento en el espacio muerto del sistema de conductos radiculares
2. Evitar que los fluidos periapicales o periodontales se filtren en los conductos radiculares y los microorganismos que los alimentan
3. Enterrar cualquier microorganismo residual que haya sobrevivido a las etapas de desbridamiento y desinfección del tratamiento, para prevenir su proliferación y patogenicidad (30).

Con el fin de aumentar el éxito del tratamiento endodóntico, el sello debe ser efectivo coronal y apicalmente, evitando que la contaminación bacteriana conduzca a la falla, bloqueando consecuentemente la circulación de los fluidos tisulares que se haya podido difundir desde el periodonto (31), donde el uso de sellador es necesario para rellenar vacíos y espacios entre el material principal y las paredes del conducto radicular (32) puesto que, sin este, se conduce a un mayor riesgo de fugas.

Debido a la naturaleza multifactorial del tratamiento endodóntico, el éxito clínico de los procedimientos depende de varios factores, incluido el conocimiento de la morfología del conducto radicular y el proceso completo desde el acceso a la cavidad a través de instrumentación para completar la obturación (10), es por ello que se han realizado muchos cambios en la evolución de las técnicas de obturación para resolver problemas tales como la falta de adaptación de la superficie, la incorporación de vacíos apicales combinados con el efecto del tiempo en la composición del sellador (31) y con los años, las deficiencias con cada técnica a menudo han llevado al desarrollo de nuevos métodos de obturación, siendo actualmente la condensación lateral de gutapercha el estándar de oro (33).

2.4. Obturación con sistemas reciprocantes

Hoy en día, la práctica endodóntica cuenta con instrumentos rotatorios variables, los cuales, permiten al clínico poder realizar una conformación más eficaz de los conductos radiculares. La CLM es una técnica de obturación descrita por *Gound et al.* Esta técnica consiste en la activación mecánica de los espaciadores de NiTi en una pieza de mano endodóntica recíproca.

Se cree que, en esta variante de CL, la fricción entre el espaciador activado y la gutapercha puede ablandar, aumentando la penetración del espaciador y la densidad y adaptación de la gutapercha. La seguridad térmica, la rentabilidad, el control de la longitud de trabajo y el logro de una mayor densidad de gutapercha son algunas de las ventajas del CLM.

Recientemente se ha introducido la CLM como una técnica alternativa de CL. Se demostró que se podía compactar un mayor volumen de gutapercha en un conducto estándar usando CLM que con CL cuando se condensaba un tamaño específico y un número de puntas accesorios sin sellador.

Estos aspectos llevaron a los autores actuales a considerar la viabilidad de la activación automatizada de los espaciadores de Ni-Ti. Recientemente, varios fabricantes, incluidos Kerr, Myco y Sullivan- Schein, han comercializado piezas de mano con movimiento recíprocante. Ingle y Bakland recomiendan utilizar un movimiento recíproco cuando se avanza manualmente un espaciador digital, lo que llevó a los autores a incorporar la pieza de mano recíproca en una nueva técnica.

De forma general, el especialista en endodoncia debe colocar el espaciador en la cabeza de la pieza de mano alternativa (Kerr Co., Orange, CA), con un tope de goma en el espaciador en la longitud de trabajo e inserte el espaciador en el conducto a lo largo del cono maestro hasta que se sienta resistencia. Fijar la pieza de mano en el ajuste de velocidad máxima (4:1). Activar la pieza de mano y usar una fuerza ligera para avanzar lentamente el espaciador apicalmente hasta el nivel de penetración deseado o máximo (a

1mm. menos de longitud de trabajo). Posteriormente continuar la activación a este nivel durante 1 a 5 segundos y durante la extracción del espaciador. Se colocan los conos accesorios y se completa la obturación utilizando los mismos procedimientos que se usan con la técnica de CL tradicional.

La CLM, consiste en colocar un cono maestro en el conducto, seguido de un espaciador de níquel-titanio activado por una pieza de mano con movimiento recíprocante, se ha introducido como técnica alternativa, que incorpora el uso de calor o fricción térmica para plastificar la gutapercha, lo que permite una mejor adaptación a las paredes del conducto y un mayor grado de homogeneidad.

2.5. Material de núcleo. Gutapercha

La gutapercha se ha utilizado con éxito desde finales de 1800 como material de núcleo inerte para rellenar los espacios del conducto junto con diferentes selladores de conductos radiculares (34), siendo el material más utilizado para la obturación del sistema de conductos radiculares (35). Es un material a base de polisopreno cuyo uso es el estándar de cuidado.

Está disponible en formas semicristalinas rígidas en forma de cono de varios diámetros, que pueden insertarse fácilmente a lo largo del espacio preparado del conducto radicular (8). Mientras tanto, algunos autores describen el procedimiento sugerido de obturación con este material de núcleo (36).

Es importante mencionar que el uso de selladores de conductos radiculares es esencial para promover la capacidad de sellado en los conductos radiculares. Estos comúnmente incluyen resina epoxi, hidróxido de calcio (CH), óxido de zinc eugenol (ZOE) o materiales a base de silicona.

Los selladores basados en CH pueden promover la formación de tejido duro y disminuir la osteoclastogénesis (37), pero tienden a disolverse con el tiempo y pueden comprometer el sellado endodóntico. Mientras tanto, los selladores de CH, como Sealapex, se han comercializado dada su popularidad en aumento a pesar de su toxicidad y mutagenicidad bien documentadas (38, 39).



Figura 2. Cemento Sellador Sealapex. Fuente: propia

2.6. Comparación de las técnicas de obturación

De las técnicas disponibles clínicamente para el tratamiento del conducto radicular, el método de CL se cita a menudo como el estándar de oro contra el cual se evalúan generalmente otras técnicas. De hecho, es la técnica de llenado del conducto radicular más común utilizada por los odontólogos generales en los Estados Unidos (40) y la técnica principal de llenado del conducto radicular que se enseña en las escuelas de odontología en Europa. La homogeneidad de los rellenos del conducto radicular obtenidos por CL varía considerablemente, ya que parece depender de las habilidades del dentista (25).

Encontramos variables como la CLF considerada como una de las técnicas de obturación de conducto más ampliamente aceptadas. Esto se debe a las ventajas de la colocación controlada en el conducto radicular y de bajo costo (41). Con esta técnica, los espaciadores especialmente diseñados se colocan tan apicalmente como sea posible, y el relleno del núcleo principal se compacta lateralmente contra las paredes del conducto. Luego, se insertan puntos accesorios adicionales y se compactan lateralmente alrededor del cono maestro. Las desventajas de esta técnica incluyen un mayor riesgo de daño dentinario y fractura de raíz vertical. Además, que las puntas del espaciador están presentes de manera recurrente en el relleno, lo que disminuye la calidad de la obturación (42).

Otra variante, la CLC es una modificación de CLF que, al mismo tiempo, termoplastifica toda la masa de obturación de gutapercha (41). En esta técnica, usa un espaciador calentado para ablandar el material de núcleo dentro del conducto, y luego se inserta un espaciador frío para crear suficiente espacio para los puntos accesorios. Para

permitir una mejor adaptación a las paredes del conducto durante la técnica termoplastificada, se introdujeron puntas con diferentes conos que corresponden a la conicidad de los instrumentos rotatorios de NiTi (42). Sin embargo, aunque esta técnica ha seguido siendo un estándar en los estudios que se centran en la comparación de las técnicas de obturación, ha sido criticada por su falta de homogeneidad, mala adaptación a las paredes del conducto, duración prolongada, alta posibilidad de fractura del conducto (41) y daño a la dentina radicular debido a las fuerzas resultantes de la compactación contra las paredes internas de la raíz (8).

Un enfoque de tratamiento alternativo emergente se basa en el uso de una técnica de CU con conos de gutapercha de conicidad más ancha (8). Este enfoque ofrece una alternativa de tratamiento interesante y simple que se ha vuelto muy popular (43), siempre que se obtenga una adaptación adecuada del material de relleno a la geometría del conducto radicular.

La técnica de CU requiere la inserción de un cono adecuadamente emparejado (8) con instrumentos rotativos en relación con el diámetro, el estrechamiento y el fabricante. Es una técnica muy fácil y rápida y puede producir una masa homogénea de gutapercha sin burbujas de aire y selladores entre conos de gutapercha. Una característica importante de esta técnica es la estabilidad dimensional de la gutapercha, que permite el empaquetamiento de la cantidad máxima de conos de gutapercha en el conducto radicular y minimiza la cantidad de sellador en el espacio del conducto radicular (43).

La técnica de cono único presenta las ventajas de la posibilidad de un tratamiento endodóntico más rápido y con menos fatiga tanto para el paciente como para el operador. Además, en relación a la calidad de la obturación, la microfiltración apical y la penetración de bacterias, esta técnica es semejante a las otras técnicas existentes (44). Sin embargo, esta técnica de no compactación se basa en la preparación circular cónica del conducto original. Por lo tanto, solo las raíces de diámetro pequeño y mínimamente curvas son adecuadas para esta técnica (8).

2.7. Evaluación del llenado del conducto radicular

El uso de los términos éxito y fracaso tiene una larga tradición en odontología, estos transmiten un razonamiento simple para tomar decisiones adicionales de tratamiento tanto para el médico como para el paciente (45), donde el éxito en la calidad de la obturación a menudo se determina mediante pruebas de fuga y otros métodos más precisos (10).

La calidad de la obturación, entre otras muchas variables, afecta en gran medida el pronóstico del tratamiento del conducto radicular. Esto se debe a que la ausencia de huecos en los conductos radiculares se ha asociado con un menor riesgo de enfermedad periapical y los dientes con huecos en el apical y el tercio medio tienen una supervivencia significativamente menor que los dientes con huecos encontrados en un nivel más coronal o sin vacíos en absoluto (46).

Para identificar las variaciones en el tratamiento del conducto radicular, se han propuesto varias técnicas: tinción y aclarado dental convencional y modificado, radiografía

convencional y digital, radiografía con medio de contraste y tomografía computarizada (TC) (47).

En primer lugar, una de las herramientas de los sistemas digitales, la medición de los niveles medios de gris en una imagen se ha utilizado en los últimos años para la evaluación cuantitativa del contenido mineral de los dientes y la estructura esquelética, así como de la radiopacidad y homogeneidades materiales. La ventaja de este enfoque es su objetividad en comparación con la interpretación tradicional de imágenes radiográficas, teniendo en cuenta la limitación natural del ojo humano para distinguir tonos grises similares (48).

Por su parte, la radiografía tiene un lugar importante en odontología. Desde que Roentgen descubrió los rayos X en 1895 y Kels promovió su uso en odontología, el diagnóstico de imágenes radiográficas se ha utilizado ampliamente (49).

A pesar de sus limitaciones, proporcionan una imagen bidimensional de un objeto tridimensional, lo que dificulta ver el número de conductos y la dirección de curvatura con precisión, y una estimación de la longitud de trabajo a menudo debe confirmarse con un localizador de ápice (45).

Más reciente, la exploración por CBCT, también conocida como tomografía computarizada dental, tiene ventajas definitivas sobre las exploraciones de TC médicas convencionales. La CBCT utiliza un escáner de imágenes extraoral para producir imágenes tridimensionales del esqueleto maxilofacial con una dosis de radiación considerablemente

baja en comparación con la TC convencional. Además, el escáner CBCT tiene una resolución que es casi ocho veces mayor que la de los escáneres CT médicos.

Una exploración CBCT captura datos de diagnóstico en un volumen colectivo en lugar de cortes delgados y todos los vóxeles son isótropos; por lo tanto, los objetos se pueden medir con precisión en diferentes direcciones. En contraste, una TC no puede ser igualmente precisa en diferentes planos debido a sus vóxeles anisotrópicos (49).

III. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Tras la revisión de la bibliografía, se encontraron varios estudios que preceden a la presente investigación al comprar diversas técnicas de obturación con la técnica de condensación lateral (CL) evaluando su eficacia mediante diversas técnicas radiográficas. Se enumeran a continuación en orden cronológico.

En primer lugar, un estudio a cargo de *Dadresanfar et al*, en 2010, con cuarenta dientes extraídos de raíz, preparados con el sistema rotativo Mtwo y divididos en 2 grupos experimentales y 2 grupos de control, se obturaron utilizando la técnica de CL y el sistema BeeFill, respectivamente. Encontraron que, aunque la media de pérdida de colorante en el grupo de inyección termoplástica de BeeFill fue menor que en el grupo de CL, no hubo diferencias significativas entre estos sistemas ($p=.209$) (43).

En otro sentido, en 2013, encontramos el estudio llevado por *Fracassi et al*, donde al obturar setenta raíces de incisivos centrales superiores obturados a través del sistema Thermafil, la técnica de CL y la técnica híbrida de Tagger; analizando los histogramas obtenidos de las radiografías digitalizadas, observaron que la técnica híbrida de Tagger proporcionó una mejor homogeneidad de la radiopacidad de la obturación y un mejor sellado apical en comparación con la técnica de CL (48).

Mientras tanto, en 2015, *Gutpa et al*, seleccionaron un total de 30 incisivos centrales, trabajaron en 3 grupos de 10 dientes cada uno para cada técnica de obturación, Calamus, Thermafil y CL. Se realizó la comparación mediante el uso de tomografía computarizada con haz de cono único (CBCT, por sus siglas en inglés) para medir el área

de obturación y los vacíos en el tercio coronal, medio y apical del conducto radicular después de la obturación, donde los resultados revelaron que la cantidad máxima de material obturador se observó en el grupo Calamus seguido de Thermafil y, por último, en el de CL. Además, observaron vacíos mínimos en la obturación mediante la técnica de Calamus (33).

En el mismo año, *Aminsobhani et al*, evaluaron sesenta y cuatro dientes con una sola raíz curva en el conducto radicular de 0-5° y 64 conductos radiculares creados artificialmente con curvas de 15° en bloques acrílicos para probar la calidad de obturación de cuatro técnicas: CL, compactación vertical caliente (CVC), compactación de onda continua (COC) y compactación de onda continua modificada (COCM), donde los conductos radiculares se prepararon utilizando el sistema rotativo Mtwo y se llenaron con respecto a la asignación de su grupo. Sus resultados revelaron que los vacíos fueron significativamente más en la técnica CL que en las otras técnicas ($p < .001$) (5).

Por último, y más recientemente, *Al-Afifi et al*, en 2017, al estudiar una muestra de 90 dientes premolares mandibulares en 2 grupos: gutapercha y gutapercha cubierta de resina, subdivididos en 3 subgrupos en base a la técnica de obturación: condensación lateral fría (CLF), compactación lateral caliente (CLC) y cono único (CU); encontraron que con la técnica de CLF, el porcentaje de obturación en el grupo de gutapercha cubierta de resina fue significativamente mayor en los niveles de 1 y 3 mm. De manera similar, con CLC, el porcentaje de obturación fue significativamente mayor en el grupo gutapercha cubierta de resina en los niveles de 1, 3 y 9 mm. Mientras que con la técnica de CU, el porcentaje de

materiales de relleno del núcleo en el grupo de gutapercha cubierta de resina, fue significativamente mayor en todos los niveles (42).

IV. JUSTIFICACIÓN

Está bien establecido que el éxito y la predictibilidad del tratamiento del conducto radicular para prevenir o sanar la periodontitis apical depende de un diagnóstico preciso y la realización de cada etapa del tratamiento con un alto estándar por parte del odontólogo.

La obturación inadecuada del conducto radicular lo expone a fluidos periapicales, que proporcionan material para el crecimiento de bacteriano en dichos espacios, lo que conduce a posteriores secuelas de inflamación y, en última instancia, a una falla endodóntica, afectando en gran medida el pronóstico del tratamiento.

Varios estudios han comparado el rendimiento de diferentes técnicas de obturación en términos de capacidad de sellado, pero los resultados son controvertidos; además, hay pocos estudios que muestren la superioridad de alguna técnica sobre otra.

Por lo tanto, la presente investigación surge del precepto donde el sellado adecuado reduce la fuga y la contaminación bacteriana y; dado que el método de obturación preferido es el tema de debate e investigación, la técnica de cono único atrae la atención del grupo de investigadores debido a su velocidad y eficacia.

V. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obturación del sistema de conducto radicular es un paso importante en el tratamiento para un resultado exitoso y actualmente existen varias técnicas y materiales para una obturación tridimensional con mayor densidad y homogeneidad con la finalidad de evitar el fracaso endodóntico.

A pesar del objetivo principal de la terapia endodóntica, casi el 60% de todas las fallas endodónticas se han atribuido a la obturación incompleta del conducto radicular debido a que el sistema de conductos radiculares y sus paredes dentinarias presentan un sin fin de irregularidades y pequeñas áreas inaccesibles que la instrumentación no logra desvanecer, lo que las hace difíciles de obturar por medio de técnicas convencionales.

Finalmente, se cree que es imposible encontrar una correspondencia perfecta entre el conducto instrumentado y el material de núcleo, si el tamaño y la conicidad del cono difieren significativamente del área preparada por la lima, puede producirse una obturación insuficiente. Por lo que derivado de lo anterior se pretende responder al siguiente cuestionamiento:

¿Cuál es el resultado del análisis volumétrico de la obturación en conductos radiculares con dos técnicas: cono único y lateral mecanizada mediante la tomografía computarizada?

VI. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Analizar el volumen de obturación mediante tomografía computarizada en conductos radiculares con dos técnicas: condensación lateral mecanizada vs cono único.

6.2. Objetivos Específicos

- a. Determinar el volumen de la obturación en conductos radiculares con la técnica de cono único mediante la tomografía computarizada.
- b. Conocer el volumen de la obturación en conductos radiculares con la técnica de condensación lateral mecánica mediante la tomografía computarizada.
- c. Identificar la tasa de obturación incompleta en conductos radiculares con dos técnicas: cono único y lateral mecanizado mediante la tomografía computarizada.

VII. HIPÓTESIS

7.1. Hipótesis de trabajo (Hi)

Existe mayor volumen de obturación en la obturación en conductos radiculares con la técnica de condensación lateral mecanizada al compararla con la técnica de cono único de acuerdo al análisis volumétrico realizado con tomografía computarizada.

7.2. Hipótesis nula (H0)

No existe mayor volumen de obturación en conductos radiculares obturados con la técnica de condensación lateral mecanizada al compararla con la técnica de cono único de acuerdo al análisis volumétrico realizado con tomografía computarizada.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. Diseño del estudio

- De acuerdo con el grado de control de la variable: Experimental, el investigador tiene intervención sobre las unidades de estudio.
- De acuerdo con el objetivo que se busca y maniobra experimental: Analítico, se establecen relaciones entre las variables, de comparación.
- De acuerdo con el número de veces que se miden las variables: Transversal, se realizará una sola medición.
- De acuerdo con el momento en que se obtendrá o evaluarán los datos y medición del fenómeno en el tiempo: Prospectivo, estos serán medidos una vez iniciado el estudio.
- De acuerdo con el número de grupos de casos: Dos grupos de casos, agrupados en base a la técnica utilizada.

8.2. Fecha de desarrollo

La presente investigación se desarrolló a partir del 1 de agosto de 2018 al 30 de diciembre de 2018.

8.3. Lugar de estudio

La presente investigación se desarrolló en el Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación dependiente de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

8.4. Universo de estudio

La población del universo de estudio se compone de las unidades de observación (Las raíces mesiales de primeros y segundos molares inferiores con dos conductos obtenidas por el investigador responsable), que reunieron las características y especificaciones que el estudio requirió.

8.5. Técnica muestral

Para cada grupo de casos, se efectuó muestreo de tipo no probabilístico, de casos consecutivos integrando todas las unidades más accesibles para la Investigación. Se espera contar con el 90% del esperado por parte del investigador (45 de 50 posibles para cada grupo) a fin de otorgar significancia estadística.

8.6. Criterios de selección

8.6.1. Criterios de inclusión

- Raíces mesiales de primeros y segundos molares inferiores extraídas previamente,
- Con un mínimo de 10 milímetros de longitud, y
- Sin tratamiento endodóntico previo.

8.6.2. Criterios de exclusión

- Raíces primeros y segundos molares fracturadas,
- Con reabsorción radicular,
- Aquellas que cursen con accidentes de procedimiento durante el estudio,
- Curvatura mayor a 30° de su tercio medio hacia el tercio apical,
- Con reporte tomográfico no concluyente o interpretado.

8.7. Variables

Tabla 1. Definición de las variables de estudio

Variable	Tipo metodológico	Definición operacional	Escala de medición	Calificación
Volumen de obturación	Dependiente	Determinación obtenida a través del cálculo del área de vacíos/espacios en micrómetros cuadrados y la relación entre vacíos/espacios y el área total del conducto	Cuantitativa Continua	En milímetros cúbicos
Técnica de preparación de conducto radicular	Independiente	Instrumento de preparación del conducto radicular para llevar a cabo la obturación de acuerdo al sistema de limas	Cualitativa Dicotómica Categoría	Sistema de limas rotatorio NiTi Sistema de limas manual NiTi
Técnica de obturación	Independiente	Técnica de obturación del conducto radicular con de cono de gutapercha e instrumentación del fabricante	Cualitativa Dicotómica Categoría	Cono único Condensación lateral

8.8. Procedimiento

El presente proyecto de investigación fue sometido a evaluación por parte del Comité de Investigación Universitario.

En primer lugar, se visitaron clínicas dentales para la recolección de las molares. Se procedió a la identificación de las unidades de observación elegibles durante el periodo de estudio, eliminando aquellos que no cumplieron con criterios de selección.

La preparación de los conductos radiculares se realizó por un solo operador (con la finalidad de evitar sesgos interobservador), mediante el uso de instrumentos de níquel-titanio, según las instrucciones del fabricante, a fin de lograr dos subgrupos. El diámetro apical se corroboró con una lima manual de número 35 para la estandarización del diámetro apical.

Durante todo el proceso, se tuvo cuidado de realizar una presentación selectiva, es decir, se mantuvo más presión a lo largo de la pared externa del conducto ya que las paredes son generalmente delgadas hacia las áreas interradiculares, debido a la resorción fisiológica con riesgo de perforación asociado. Durante la manipulación de las piezas, el investigador siempre utilizó guantes desechables de látex, así como gorro, lentes y mascarilla.

Las piezas preparadas fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio al 5% (NaOCl5%) durante 20 minutos, posteriormente los conductos se lavaron con agua destilada y se secaron con puntas de papel. Luego, se eligieron las piezas que reunieron las

características y especificaciones del estudio, se colocaron en un tácele elaborado con silicona y se realizó la conformación de los conductos radiculares de acuerdo a la técnica pertinente con el sistema de limas disponible y fueron asignados aleatoriamente a los grupos experimentales 1 y 2 para la obturación.



Figura 3. Piezas preparadas en NaOCl 5%

Fuente: propia

- Grupo 1. Obturado con técnica de condensación lateral mecanizada: se introdujo el cono maestro diámetro 35 conicidad .04 del sistema de obturación Mtwo con cemento sealápex hasta la longitud de trabajo, se montó un espaciador correspondiente al cono accesorio en el contra ángulo de nsk 4:1 con movimientos de lateralidad, para después introducirán el espacio dejado, el cono de gutapercha accesorio.
- Este procedimiento se repitió hasta que el espaciador no penetró más en el conducto, el exceso de gutapercha fue removido con un glick calentado con el soplete y se realizó una condensación vertical en frío.

Análisis volumétrico de la obturación en conductos radiculares con dos técnicas:
como único y lateral mecánica, mediante tomografía computarizada



Figura 4. Conos Estandarizados 0.04 del sistema Mtwo.

Fuente: propia

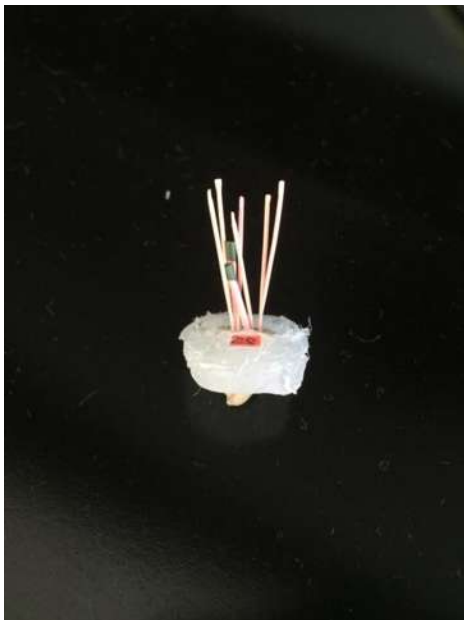


Figura 5. Técnica Lateral Mecánica

Fuente: Propia



Figura 6. Espaciador digital montado en el Contraángulo 4:1 Nsk.

Fuente: propia

- Grupo 2. Obturado con técnica de cono único, se colocó el cono de gutapercha, con cemento y fue introducido al conducto radicular, previamente llenado con cemento, hasta alcanzar la longitud de trabajo, el exceso de gutapercha fue removido con el *glick* calentado en un soplete.



Figura 7. Técnica de cono único
Fuente: propia

Una vez realizada la obturación en cada grupo de acuerdo con el método en estudio, se extrajeron las piezas dentarias del tácele individual y se marcaron según el tipo de obturación realizada; posteriormente, se procedió a elaborar dos tipodontos con silicona y se colocó cada pieza de tal forma que las raíces quedaron libres y los ápices al mismo nivel.



Figura 8. Piezas seleccionadas y marcadas de grupo.
Fuente: propia

Figura 9. Tipodontos con silicona.

Fuente: propia



8.9. Análisis de volúmenes de obturación

La eficacia de las técnicas de obturación, se evaluaron mediante la toma de tomografía computarizada de haz cónico tridimensional con el aparato Plameca ProMax 3D Mid (En la clínica de 3D Evolution Dental Morelia). Se llevaron los dos tipodontos al centro radiológico plenamente identificado y se introdujeron en el tomógrafo, luego se procedió a analizar todas las piezas por el mismo observador utilizando cortes axiales, sagitales y coronales de la siguiente manera: cortes en los niveles de 1,3, 5 y 8 milímetros calculando el área de vacíos/espacios en micrómetros cuadrados y la relación entre vacíos/espacios y el área total del conducto en la sección con la finalidad de determinar el área global de vacíos/espacios.



Figura 10. Introducción del tipodonto en el tomógrafo

Fuente: propia

Después de la toma de la tomografía, se observó la imagen de cada conducto para determinar la presencia de espacios/vacíos. La evaluación se realizó para determinar la saturación del llenado del conducto con ayuda del software especializado diseñado para el equipo tomográfico utilizado. Posteriormente, se determinó el volumen de los vacíos a partir de los valores obtenidos de las mediciones en los niveles de 1, 3, 5 y 8 milímetros.

Finalmente, se recolectaron los datos en el instrumento diseñado (Véase Anexos – Anexo B) por los investigadores para su recolección, interpretación y presentación de los resultados.

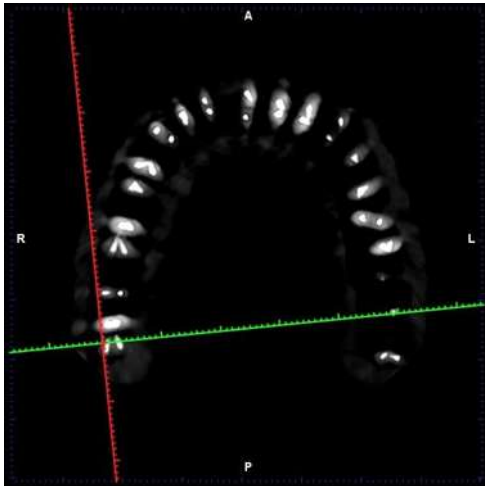


Figura 11. Técnica LM Corte axial, a 1mm

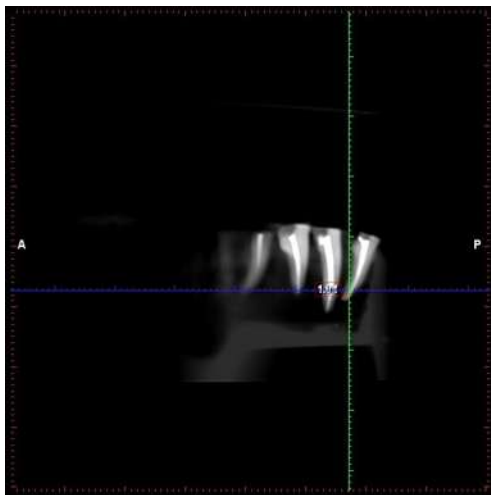


Figura 12. Técnica LM Corte Sagital, a 1mm

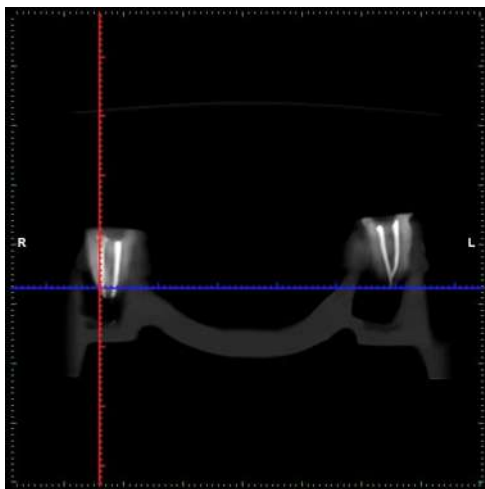


Figura 13. Técnica LM Corte Coronal, a 1mm

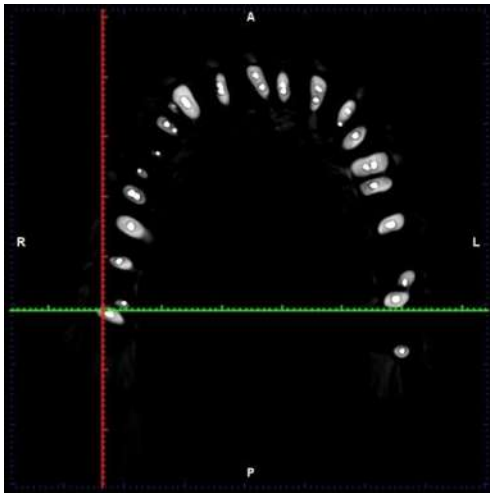


Figura 14. Técnica CU Corte Axial, a 1mm

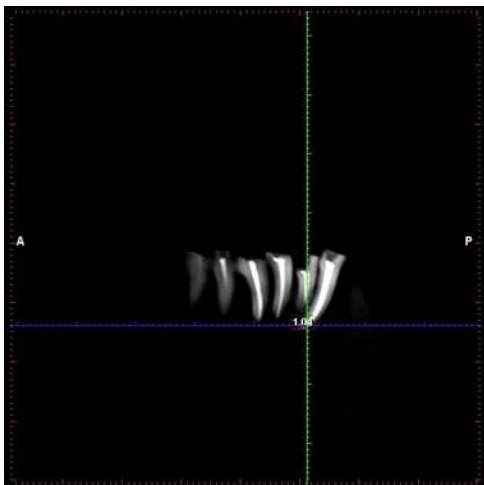


Figura 15. Técnica CU Corte Sagital, a 1mm

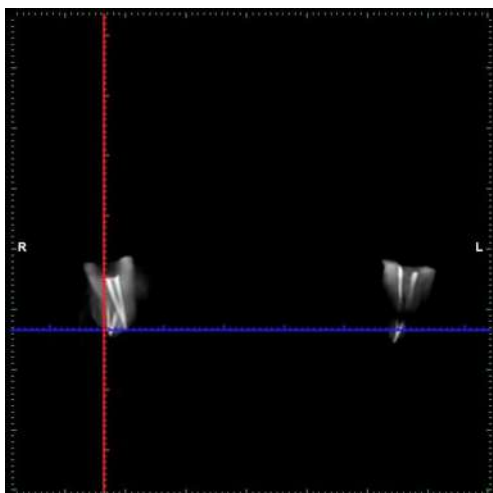


Figura 16. Técnica CU Corte Coronal, a 1mm

8.10. Análisis estadístico

Se realizó la recolección final de los datos observados y la información recolectada se integró en una base de datos estadística electrónica, realizando el análisis de datos y emitiendo las conclusiones de la presente investigación.

Los datos obtenidos de la investigación se archivaron en una computadora personal, en el software Microsoft Excel 2016 para Windows.

Se llevó a cabo el análisis estadístico utilizando IBM SPSS Statistics 24.0 en su versión en español para Windows. El análisis descriptivo se basó en medidas de tendencia central (mediana y porcentajes) y de dispersión (desviación estándar). Posteriormente se realizó la comparación de medias de los hallazgos tomográficos en cada nivel para ambas técnicas de obturación mediante la prueba *t* de *Student* para dos variables independientes a fin de comparar medias (determinando la diferencia o similitud estadística) con un intervalo de confianza (IC) del 95%, asignando significancia (bilateral) a partir de 0.05.

Para la presentación de la información fueron utilizadas gráficas de pastel y de barras generadas a través del software Microsoft Excel 2016 para una mejor comprensión de los resultados por la población a la que se dirige la presente investigación.

8.11. Consideraciones éticas

Para realizar el presente estudio, los procedimientos propuestos estuvieron de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de

Investigación para la Salud y con la declaración de Helsinki de la Asamblea Médica Mundial en su última enmienda en la 64ª asamblea general, (Fortaleza, Brasil) en 2013, así como los códigos y normas Internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica.

De acuerdo con la Ley General de Salud, en lo propuesto en su artículo 17 con relación al riesgo de la investigación y la probabilidad de que el sujeto de investigación sufriese algún daño como consecuencia inmediata o tardía del estudio. Para efectos de esta, se clasificó en la siguiente categoría: **Investigación sin riesgo.**

8.12. Recursos, financiamiento y factibilidad

El presente trabajo de investigación se desarrolló con recursos humanos proporcionados por los investigadores para efectuar la selección, seguimiento, experimentación y captura de los datos obtenidos a través de la experimentación y observación durante el periodo que comprende del 1 de agosto del 2018 al 30 de septiembre del 2018, contando de:

- Investigador principal. Se encargó de dar el apoyo académico y metodológico en la investigación realizada en el protocolo además colaboró en el diseño, experimentación recolección, análisis, interpretación de resultados y escritura del informe final.
- Tesista: Cirujano dentista estudiante de la especialidad de endodoncia quien se encargó de la recolección de muestras, técnicas de obturación, captura de la información, interpretación de los hallazgos y dio formato digital e impreso de la presente.

Los recursos físicos primarios fueron otorgados por el Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación dependiente de la Facultad de Odontología de la Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Como parte de los recursos, se contó con el apoyo de un centro diagnóstico particular para la utilización del equipo de tomografía computarizada de haz cónico tridimensional, y que, además, generó el reporte validado por personal del centro.

Los recursos financieros para la compra de materiales fueron adquiridos por el grupo de investigadores, sin recibir aportación económica por ninguna organización, por lo que no consideramos menester describir el desglose del gasto destinado para este trabajo de investigación.



Figura 17. Equipo de tomografía computarizada de haz cónico tridimensional.
Fuente: Propia

Podemos concluir que el presente trabajo de investigación fue factible al poder contar con los recursos humanos, físicos, de materiales y el financiamiento necesario para su terminación a consideración los investigadores.

IX. RESULTADOS

Se efectuó un estudio de tipo experimental, transversal, analítico en el periodo comprendido del 1 de agosto de 2018 al 30 de diciembre de 2018, siendo identificadas 45 unidades de observación que fueron sometidas para su análisis.

Después de comenzar el estudio, fue excluida 1 unidad de estudio (debido a reporte tomográfico no concluyente o interpretado), al finalizar el estudio, se llevó a cabo el análisis con 45 piezas (97.8 de fuerza estadística).

En la **Tabla 2** se muestra el resumen del informe de las determinaciones recabadas de las unidades de estudio.

La presentación de la información se realizó conforme a la distribución por grupos: grupo CU, donde se realizó la obturación con técnica de cono único (n=23) y, un grupo CLM, donde se llevó a cabo la obturación con la técnica de condensación lateral mecanizada (n=22).

Tabla 2. Informe de determinaciones recabadas de la obturación en conductos radiculares con técnicas de CU y CLM 1, 3, 5 y 8 milímetros del conducto

Técnica (Grupo)		1 mm	3 mm	5 mm	8 mm	Volumen
CU (n=23)	Media	1.04	1.30	1.89	2.17	6.40
	Desviación estándar	1.197	1.232	1.165	1.274	3.921
LM (n=22)	Media	.48	.70	.93	1.73	3.84
	Desviación estándar	.849	.795	.900	.973	2.551
Total (n=45)	Media	.77	1.01	1.43	1.96	5.16
	Desviación estándar	1.076	1.080	1.146	1.154	3.554

Se obtienen para el análisis descriptivo a partir de los hallazgos, los valores promedio de vacíos/espacios en el grupo de técnica de CU de 1.04, 1.30, 1.89, 2.17, 6.40 milímetros cúbicos (mm³), los cuales son mayores al compararse con los valores promedio registrados en el grupo de técnica CLM con 0.48, 0.70, 0.93, 1.73 y 3.84 a los 1, 3, 5, y 8 milímetros.

Mientras tanto, como objetivo general, en la **Tabla 3** se muestra el análisis inferencial de la comparación de determinación de medias de la obturación en conductos radiculares con técnicas de CU y CLM 1, 3, 5 y 8 milímetros del conducto mediante prueba de muestras independientes.

Tabla 3. Comparativa de medias mediante prueba de muestras independientes

		Prueba t para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
1 mm	Se asumen varianzas iguales	2.583	89	.011	.565	.219	.130	1.000
	No se asumen varianzas iguales	2.611	83.050	.011	.565	.216	.135	.996
3 mm	Se asumen varianzas iguales	2.709	89	.008	.593	.219	.158	1.028
	No se asumen varianzas iguales	2.747	79.232	.007	.593	.216	.163	1.023
5 mm	Se asumen varianzas iguales	4.386	89	.000	.962	.219	.526	1.398
	No se asumen varianzas iguales	4.423	85.946	.000	.962	.217	.530	1.394
8 mm	Se asumen varianzas iguales	1.855	89	.067	.443	.239	-.032	.917
	No se asumen varianzas iguales	1.871	85.633	.065	.443	.237	-.028	.914
Global	Se asumen varianzas iguales	3.669	89	.000	2.563	.699	1.175	3.952
	No se asumen varianzas iguales	3.719	79.595	.000	2.563	.689	1.192	3.935

Encontramos una variabilidad media significativa en las determinaciones de espacios/vacíos en las mediciones en 1 mm (diferencia de medias de 0.565, IC 95%, 0.13-1.00; $p=0.011$); 3 mm (diferencia de medias de 0.595, IC 95% 0.15-1.02; $p=0.008$); 5 mm (diferencia de medias de 0.962, IC 95% 0.219-1.39; $p<0.001$); y, global (diferencia de medias de 2.563, IC 95% 0.68-3.95; $p=0.011$) en favor del grupo de CLM.

Finalmente, se identificó que la tasa de obturación completa, es decir $<1 \text{ mm}^3$ de vacíos/espacio, fue de 6.38% para el grupo CU y de 4.54% para el grupo de CLM.

X. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio permiten comparar volumétricamente la obturación en conductos radiculares con dos técnicas, U y CLM mediante la tomografía computarizada de haz cónico tridimensional.

Durante los últimos años, las exploraciones TC de haz cónico tridimensional se han puesto a disposición de los consultorios dentales como una técnica de planificación, de diagnóstico y tratamiento. Los principales usos de esta tecnología en endodoncia son: evaluación de patologías endodónticas y no endodónticas, evaluación de la morfología del conducto radicular, preparación del conducto, obturación y eliminación de rellenos radiculares, planificación preoperatoria y análisis de la resorción interna y externa de la raíz (50).

Reuben et al, informaron que la TC de haz cónico tridimensional era tan precisa como la técnica de tinción y limpieza del conducto modificado para identificar la morfología del conducto radicular (50). Recientemente, dos estudios concluyeron que la exploración mediante TC de haz cónico tridimensional era un método confiable en los molares del maxilar humano. Sin embargo, tiene una resolución limitada para reproducir la morfología detallada del conducto radicular.

Se observa que la TC de haz cónico tridimensional permitió visualizar y evaluar con eficacia la información detallada sobre los vacíos dentro del relleno y entre el relleno y las paredes del conducto en tres cortes. Numerosos estudios analizan la comparación de las técnicas de obturación basados en TC.

Al igual que con otros métodos, CBTC tiene limitaciones que deben considerarse antes de extraer conclusiones de los datos. En primer lugar, en este estudio, el tamaño mínimo de los espacios/vacíos que podrían detectarse utilizando CBTC se relacionó directamente con el tamaño de voxel de las imágenes; los vacíos que ocupaban solo unos pocos voxels no se pudieron distinguir del fondo debido al efecto de volumen. En segundo lugar, no conocemos la sensibilidad de la CBTC para la detección de espacios/vacíos y también está limitada por otros factores, siendo el más importante el endurecimiento del haz. En tercer lugar, los artefactos de endurecimiento son especialmente intrusivos por sus marcadas diferencias en contraste con los materiales presentes en el campo de visión, con una calidad de imagen muy deteriorada que impide la detección confiable de espacios/vacíos.

Con el fin de suprimir estos artefactos, debemos elegir materiales para la obturación que minimicen la diferencia entre las radiopacidades de la gutapercha, el sellador y la dentina

Los resultados demuestran una buena capacidad de obturación de ambas técnicas (utilizadas con frecuencia en endodoncia diaria), aunque ninguna de las combinaciones de instrumentación/obturación evaluadas dio lugar a obturaciones de conductos radiculares libres de vacíos.

Este resultado es consistente con las observaciones de otros autores (21). Por lo tanto, a partir de la variabilidad media en significativa y el porcentaje de obturación

completa en favor del grupo de CLM, se rechazó la hipótesis nula, que proponía mayor grado de obturación en conductos radiculares con la técnica de cono único.

Esta diferencia puede verse influenciada por múltiples factores, algunos relacionados tanto a los procedimientos de preparación como a las técnicas de obturación del conducto en sí. En particular, encontramos que los grupos de conductos obturados difirieron significativamente en términos del número de vacíos/espacios, tamaño y porcentaje de vacíos en el resultado global a favor de la instrumentación CLM.

Después de la obturación de CU, se notaron más espacios/vacíos en las paredes de los conductos con una diferencia de +2.563 milímetros. Esto influiría notoriamente en los resultados y en el pronóstico de las piezas obturadas. Los espacios/vacíos pueden estar en contacto con las paredes del conducto potencialmente infectadas y pueden promover la microfiltración y, en última instancia, el fracaso clínico del tratamiento del conducto radicular.

Varios estudios han demostrado que los sistemas rotativos NiTi Mtwo pueden dar forma correctamente a los conductos curvos mientras mantienen la curvatura original del mismo (1). Sin embargo, todavía producen microdefectos e irregularidades en la superficie de la dentina que pueden permanecer sin rellenar. Como hallazgo, demostramos que en los conductos que se instrumentaron, se observaron con frecuencia vacíos del conducto.

Por otro lado, a pesar que los hallazgos favorecen la obturación CLM, *Kierklo et al*, describen que el relleno final está compuesto por varios conos de gutapercha apretados,

pero aun así separados, por lo que la obturación del conducto es menos homogénea que después de otras técnicas. Según *Peng et al*, su adaptación más pobre a la pared del conducto puede ser el resultado de una preparación deficiente, una presión inadecuada durante la condensación o un desajuste entre los conos de gutapercha y la dentina del conducto radicular preparado (21).

Esto podría explicar el hecho de que, en nuestro estudio, muchos espacios/vacíos sin llenar se identificaron principalmente entre el material y la pared del conducto. Se encontró que el tercio apical fue el de mayor homogeneidad (0.48 mm), y la TC reveló la presencia de vacíos en todos niveles de determinación. Otros autores como *Gandolfi et al*, también observaron que los segmentos distales contienen mayores espacios/vacíos, mientras que los tercios apicales estaban relativamente libres de vacíos (21).

Al igual que en el presente, los hallazgos recientes *Mirmohammadi et al*, en 2018, favorecen la obturación mediante técnica de CLM. Ellos describieron que los dientes obturados por técnica de CLM mostraron una penetración del tinte significativamente menor que los dientes obturados por técnicas de gutapercha de inyección termoplastificada de alta o baja temperatura, aunque la diferencia no fue significativa cuando se utilizó un espectrofotómetro para medir la fuga apical.

A pesar de que los hallazgos del presente estudio no describen las variaciones anatómicas de las piezas, este resulta otro factor a considerar para la obturación y los espacios/vacíos. En dos estudios realizados por *Ng et al*, y *Alavi et al*, el 100% de los primeros y segundos molares superiores de las poblaciones birmanas y tailandesas tenían

tres raíces. *Al Shalabi et al*, informaron que el 97.6% de los primeros molares superiores en una población irlandesa tenía tres raíces y el 2.4% tenía dos raíces. En la población india, el 96.8% de los primeros molares superiores y el 93.1% de los segundos molares superiores tenían tres raíces (49).

XI. CONCLUSIONES

- A. Las medias de espacios/vacíos en el grupo de técnica de CU son mayores al compararse con los valores promedio registrados en el grupo de técnica CLM.
- B. Encontramos una variabilidad media significativa en las determinaciones de espacios/vacíos en las mediciones en 1 mm, 3 mm, 5 mm y, global (diferencia de medias de 2.563, IC 95% 0.68-3.95; $p=0.011$) en favor del grupo de CLM.
- C. Se identificó que la tasa de obturación completa, es decir $<1 \text{ mm}^3$ de vacíos/espacio fue de 6.38% para el grupo CU y de 4.54% para el grupo de CLM. Estos hallazgos sugieren que la técnica de obturación lateral mecánica puede lograr un menor volumen de vacíos/espacio previniendo en mayor medida a una falla endodóntica.
- D. Sin embargo, la técnica de obturación debe considerarse un paso en el tratamiento endodóntico para un resultado exitoso y actualmente existen varias técnicas y materiales, por lo tanto, se requieren estudios futuros para medir los resultados en función del grado de obturación que permitan normar la conducta del especialista en endodoncia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Samadi F, Jaiswal J, Saha S, Garg N, Chowdhary S, Samadi F, et al. A comparative evaluation of efficacy of different obturation techniques used in root treatment of anterior teeth: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2014; 7 (1): 1-5.
2. Kuçi A, Alaçam T, Yavaş O, Ergul Z, Kayaoglu G. Sealer penetration into dentinal tubules in the presence or absence of smear layer: a confocal laser scanning microscopic study. *J Endod* 2014; 40 (10): 1627-1631.
3. Godiny M, Hatam R, Khavid A, Khanlari S. Apical microleakage in root containing broken rotary instruments. *Iran Endod J* 2017; 12 (3): 360-5.
4. Mozayeni M, Dianat O, Tahvildari S, Mozayani M, Paymanpour P. Subcutaneous reaction of rat tissues to nanosilver coated gutta-Percha. *Iran Endod J* 2017; 12 (2): 157-61.
5. Aminsobhani M, Ghorbanzadeh A, Sharifian M, Namjou S, Kharazifard M. Comparison of obturation quality in modified continuous wave compaction, continuous wave compaction, lateral compaction and warm vertical compaction techniques. *J Dent (Tehran)* 2015; 12 (2): 99-108.

6. Samadi F, Jaiswal J, Saha S, Garg N, Chowdhary S, Samadi F, et al. A comparative evaluation of efficacy of different obturation techniques used in root treatment of anterior teeth: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent* 2014; 7 (1): 1-5.
7. Mirmohammadi H, Sitarz M, Shemesh H. Intra-manufacture diameter variability of rotary files and their corresponding gutta-percha cones using laser scan micrometre. *Iran Endod J* 2018; 13 (2): 159-162.
8. Moinzadeh A, Zerbst W, Boutsoukis C, Shemesh H, Zaslansky P. Porosity distribution in root filled with guttapercha and calcium silicate cement. *Dent Mater* 2015; 31 (9): 1100-8.
9. Sadr S, Golmoradzadeh A, Raoof M, Tabanfar M. microleakage of single-cone gutta-percha obturation technique in combination with different types of sealers. *Iran Endod J* 2015; 10 (3): 199-203.
10. Kierklo A, Tabor Z, Pawińska M, Jaworska M. A microcomputed tomography-based comparison of root filling quality following different instrumentation and obturation techniques. *Med Princ Pract* 2015; 24 (1): 84-91.
11. Haupt F, Seidel M, Rizk M, Sydow H, Wiegand A, Rödig T. Diameter and taper variability of single-file instrumentation systems and their corresponding gutta-percha cones. *J Endod* 2018; S0099-2399 (18) 30412-6.

12. Stenman E, Spaangberg L. Root conducto instruments are poorly standardized. *J Endod* 1993; 19: 327–34.
13. Zinelis S, Magnissalis E, Margelos J, Lambrianidis T. Clinical relevance of standardization of endodontic files dimensions according to the ISO 3630-1 specification. *J Endod* 2002; 28: 367–70.
14. Serene T, Loadholt C. Variations in same-size endodontic files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984; 57: 200–2.
15. International Organization for Standardization. ISO 3630–3631. Dentistry-Root-Instruments. Part 1: General Requirements and Test Methods. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2008.
16. American Dental Association Council on Dental Materials and Devices. Specification No. 28 for endodontic files and reamers. *J Am Dent Assoc* 1976; 93: 813–7.
17. Revised ANSI/ADA specifications no. 28 for root files and reamers, type K, and no. 58 for root files, type H (Hedstrom): Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1989; 118: 239–40.
18. American Dental Association Standards. Technical Specifications, and Technical Reports. ANSI/ADA Standard No. 101-Root Instruments - General Requirements 2001 (reaffirmed 2010). Chicago: American Dental Association; 2010.

19. International Organization for Standardization. ISO 6877. Dentistry-Root-Obturing Points. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization; 2006.
20. American Dental Association Standards. Technical Specifications, and Technical Reports. ANSI/ADA Standard No. 78-Dental Obturating Cones. Chicago: American Dental Association; 2006.
21. Tomson P, Simon S. Contemporary Cleaning and Shaping of the Root System. *Prim Dent J* 2016; 5 (2): 46-53.
22. Schäfer E, Köster M, Bürklein S. Percentage of guttapercha filled areas in instrumented with nickel-titanium systems and obturated with matching single cones. *J Endod.* 2013; 39 (7): 924-8.
23. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics - A review. *Int Endod J.* 2010; 43:2-15.
24. Migliau G, Sofan A, Sofan E, Cosma S, Eramo S, Gallottini L. Rootobturation: experimental study on the thermafil system related to different irrigation protocols. *Ann Stomatol (Roma)* 2014; 5 (3): 91-7.
25. Singh R, Chaudhary S, Manuja N, Chaitra T, Sinha A. evaluation of different root obturation methods in primary teeth using cone beam computerized tomography. *J Clin Pediatr Dent* 2015; 39 (5): 462-9.

26. Li G, Niu L, Zhang W, Olsen M, De-Deus G, Eid A, et al. Ability of new obturation materials to improve the seal of the root conducto system: a review. *Acta Biomater* 2014; 10: 1050–63.
27. Ørstavik D. Chapter 9. Obturation of Root in: *Endodontic Prognosis. Clinical Guide for Optimal Treatment Outcome*. First Edition, California, USA; Springer; 2017: Pp: 59-60
28. Suguro H, Takeichi O, Hayashi M, Okamura T, Hira A, Hirano Y, et al. Microcomputed tomographic evaluation of techniques for warm gutta-percha obturation. *J Oral Sci* 2018; 60 (2): 165-169.
29. Tortini D, Grassi M, Re Cecconi D, Colombo M, Gagliani M. Warm gutta-percha obturation technique: a critical review. *Minerva Stomatol* 2011; 60 (1-2): 35-50.
30. Tomson R, Polycarpou N, Tomson P. Contemporary obturation of the root system. *Br Dent J* 2014; 216 (6): 315-22.
31. Zogheib C, Hanna M, Pasqualini D, Naaman A. Quantitative volumetric analysis of cross-linked gutta-percha obturators. *Ann Stomatol (Roma)* 2017; 7 (3): 46-51.
32. Camilleri J. Sealers and warm gutta-percha obturation techniques. *J Endod* 2015; 41 (1): 72-8.

33. Gupta R, Dhingra A, Panwar N. Comparative evaluation of three different obturating techniques lateral compaction, thermafil and calamus for filling area and voids using cone beam computed tomography: An in vitro study. *J Clin Diagn Res* 2015; 9 (8): ZC15-7.
34. Selem L, Li G, Niu L, Bergeron B, Bortoluzzi E, Chen J, et al. Quality of obturation achieved by a non-gutta-percha-based root filling system in single-rooted J Endod 2014; 40 (12): 2003-8.
35. Iriboz E, Sazak H. Comparison of ProTaper and Mtwo retreatment systems in the removal of resin-based root obturation materials during retreatment. *Aust Endod J* 2014; 40 (1): 6-11.
36. Murray P. Chapter 8. Root Obturation. In: *A concise guide to endodontic procedures*. First Edition: Florida, USA; Springer; 2015: Pp. 163-169.
37. Cotti E, Petreucic V, Re D, Simbula G. Cytotoxicity evaluation of a new resin-based hybrid root sealer: an in vitro study. *J Endod* 2014; 40: 124–8.
38. Rodrigues C, Costa J, Capelas J, Fernandes M. Long-term dose- and time-dependent effects of endodontic sealers in human in vitro osteoclastogenesis. *J Endod* 2013; 39: 833–8.

39. Chang S, Lee S, Kang S, Kum K, Kim E. In vitro biocompatibility, inflammatory response, and osteogenic potential of 4 root sealers: Sealapex, Sankin apatite root sealer, MTA Fillapex, and iRoot SP root conducto sealer. *J Endod* 2014; 40 (10): 1642-8.
40. Savani G, Sabbah W, Sedgley C, Whitten B. Curren trends in endodontic treatment by general dental practitioners: a report of a United States national survey. *JEndod* 2014; 40: 618–24.
41. Ulusoy Ö, Yılmazoğlu M, Görgül G. Effect of several thermoplastic filling techniques on surface temperature rise on roots with simulated internal resorption cavities: an infrared thermographic analysis. *Int Endod J* 2015; 48 (2): 171-176.
42. Al-Afifi N, Abdullah M, Al-Amery S, Abdulmunem M. Comparison between gutta-percha and resin-coated guttapercha using different obturation techniques. *J Appl Biomater Funct Mater* 2016; 14 (3): e307-13.
43. Dadresanfar B, Khalilak Z, Shiekholeslami M, Afshar S. Comparative study of the sealing ability of the lateral condensation technique and the BeeFill system after preparation by the Mtwo NiTi rotary system. *J Oral Sci* 2010; 52 (2): 281-5.
44. Mokhtari H, Rahimi S, Forough M, Galledar S, Mokhtari H. Comparison of push-out bond strength of gutta-percha to root dentin in single-cone and cold lateral compaction techniques with AH plus sealer in mandibular premolars. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 2015; 9 (4): 221-5.

45. Suero A, Lorenzo T, Ramos C, Kenji C. Advantages and disadvantages of the single cone technique. *Revista ADM* 2016; 73 (4): 170-174.
46. Hansrani V. Assessing root fillings on a radiograph--an overview. *Br Dent J* 2015; 219 (10): 481-3.
47. Rafeek R, Smith W, Mankee M, Coldero L. Radiographic evaluation of the technical quality of root fillings performed by dental students. *Aust Endod J* 2012; 38 (2): 64-9.
48. Fracassi L, Ferraz E, Albergaria S, Veeck E, da Costa N, Sarmento V. Evaluation of the quality of different endodontic obturation techniques by digital radiography. *Clin Oral Investig* 2013; 17 (1): 97-103.
49. Rouhani A, Bagherpour A, Akbari M, Azizi M, Nejat A, Naghavi N. Cone-beam computed tomography evaluation of maxillary first and second molars in Iranian population: A morphological study. *Iran Endod J* 2014; 9 (3): 190-4.

ANEXOS

A. Consentimiento informado

Ya que este proyecto tendrá como fuente de información y recolección de datos los molares obtenidos por el investigador, previamente extraídos y tratados, no se requerirá un formato de consentimiento informado.

B. Instrumento de recolección

Folio: _____

Fecha: _____

Raíz de molar Primero _____ Segundo _____

Técnica de obturación CLM _____ CU _____

Lima de preparación _____

Numero de vacíos _____

Volúmenes (micrómetros)

1 milímetro _____

3 milímetros _____

5 milímetros _____

8 milímetros _____

Global _____

Observador: C.D. Dalila Miranda Terán