



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO DEL PORCENTAJE DE ÁREAS
NO OBTURADAS ENTRE LA TÉCNICA DE
COMPACTACIÓN LATERAL EN FRÍO Y LA TÉCNICA DE
COMPACTACIÓN LATERAL CON ULTRASONIDO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

FLOR ATZIRI REYES ARTEAGA

TUTORA: Esp. LILIANA AMPARO CAMACHO APARICIO

**ASESORAS: Esp. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO
Mtra. JUANA PAULINA RAMÍREZ ORTEGA**

MÉXICO, Cd. Mx.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Con infinito amor y eterno agradecimiento dedico esta investigación especialmente a mis amados padres Alberto y Rocío, por brindarme siempre su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, por sus cuidados y enseñanzas, por creer en mí y motivarme a ser una mejor persona y profesionalista, por todo su amor, confianza y paciencia. Sin ustedes no hubiera podido concluir esta importante etapa de mi vida.

A mi hermana mayor Yatzi, gran ejemplo a seguir, por siempre apoyarme, aconsejarme y alentarme a ser mejor. A mi querido hermano Rodri por estar siempre a mi lado apoyándome y ayudándome, por sacarme una sonrisa en los momentos más estresantes. Gracias por todo su cariño.

A mis amadas tías, especialmente Oli y Yola que siempre tienen las palabras perfectas para reconfortarme y estimularme, por todo su apoyo y amor incondicional.

A mis abuelitos Martín y Vinicio por ser un gran ejemplo de vida y enseñarme que con trabajo y gran dedicación puedes alcanzar todo lo que te propongas.

A todos mis amigos por los maravillosos recuerdos, pero especialmente a Elí, Ana, Magaly, Oscar, Fabela y Fernando por todas las aventuras que vivimos juntos, desvelos, exámenes, estrés, risas incontrolables. Nunca olvidaré todo lo que pasamos juntos.

A mis mejores amigas Ale y Faty ¡las amo niñas! gracias por estar conmigo siempre, por tranquilizarme, darme su apoyo incondicional y creer en mí.

A mi querida tutora y maestra Lili Camacho por transmitirme su pasión por la Endodóncia, por sus enseñanzas tanto en la carrera como en esta investigación, por la gran ayuda y apoyo que me ha brindado. A mis asesoras y también maestras Alejandra Rodríguez y Paulina Ramírez gracias por todo el apoyo y conocimientos que me han transmitido. Son un gran ejemplo a seguir y siempre estaré agradecida con ustedes por enseñarme amar la odontología. A David Calderon por su gran ayuda durante toda la investigación.

A mi amada Facultad de Odontología, UNAM, por darme todas las herramientas necesarias para poder ejercer de la mejor manera tan bonita profesión. A todos mis profesores por sus enseñanzas y paciencia.



ÍNDICE

RESUMEN.....	6
1. INTRODUCCIÓN	7
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1 Generalidades de la obturación.....	9
2.1.1 Definición.....	9
2.1.2 Antecedentes históricos	9
2.1.3 Importancia de sellar eficazmente el sistema de conductos radiculares ...	10
2.1.4 Objetivos de la obturación.....	11
2.1.4.1 Mantenimiento de la desinfección.....	12
2.1.4.2 Finalidad selladora antimicrobiana.....	12
2.1.4.3 Sellado hermético	13
2.1.4.4 Finalidad biológica	14
2.1.5 Límite apical de la obturación.....	14
2.1.6 ¿Cuándo obturar un conducto?.....	15
2.1.6.1 Signos y síntomas	16
2.1.6.2 Estado pulpar y perirradicular.....	16
2.1.6.3 Grado de dificultad de cada caso	18
2.1.6.4 Resultados de cultivos	18
2.1.6.5 Número de sesiones	19
2.2 Materiales de obturación	19
2.2.1 Clasificación y uso.....	20
2.2.2 Cementos selladores.....	20
2.2.2.1 Propiedades del cemento sellador ideal según Grossman.....	21
2.2.2.2 Tipos de cemento selladores.....	21
2.2.2.2.1 Cementos selladores a base de óxido de cinc y eugenol	22
2.2.2.2.2 Cementos selladores a base de hidróxido de calcio	23
2.2.2.2.3 Cementos selladores de ionómero de vidrio	24
2.2.2.2.4 Cementos selladores a base de resina.....	25
2.2.2.2.5 Cementos selladores a base de silicona.....	25
2.2.2.2.6 Cementos selladores a base de MTA	26
2.2.2.2.7 Cementos selladores Biocerámicos.....	26
2.2.3 Materiales de núcleo.....	27



2.2.3.1 Propiedades del material ideal para obturación según Grossman	27
2.2.3.2 Conos de plata.....	28
2.2.3.3 Gutapercha	28
2.2.3.4 Activ GP	31
2.2.3.5 Resilon.....	31
2.3 Preparación del conducto para la Obturación.....	32
2.4 Técnica de compactación lateral.....	33
2.4.1 Indicaciones.....	33
2.4.2 Ventajas y desventajas	34
2.4.3 Procedimiento	34
2.5. Técnica de compactación lateral con ultrasonido.....	38
2.5.1 Antecedentes del ultrasonido	38
2.5.2 Ultrasonido.....	38
2.5.3 Aplicaciones del ultrasonido en endodoncia	40
2.5.4 Definición de la técnica de compactación lateral con Ultrasonido	40
2.5.5 Estudios sobre la técnica de obturación con ultrasonido	40
2.5.6 Indicaciones.....	44
2.5.7 Ventajas y desventajas	44
2.5.8 Procedimiento	45
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	47
4. JUSTIFICACIÓN.....	48
5. OBJETIVOS	49
5.1 Objetivo general.....	49
5.2 Objetivos específicos.....	49
6. HIPÓTESIS	50
6.1. Hipótesis de Investigación.....	50
6.2. Hipótesis Estadística.....	50
6.2.1 Hipótesis Alterna	50
6.2.2 Hipótesis Nula	50
7. TIPO DE ESTUDIO	51
8. POBLACIÓN EN ESTUDIO.....	51
9. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	51
9.1 Criterios de inclusión	51



9.2 Criterios de exclusión	51
9.3 Criterios de eliminación.....	51
10. VARIABLES	52
11. SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.....	52
12. MATERIALES	54
13. MÉTODO.....	55
13.1 Entrenamiento.....	55
13.2 Prueba piloto	55
13.3 Selección de especímenes	55
13.4 Instrumentación de conductos radiculares	56
13.5 Obturación de conductos radiculares	60
13.5.1 Aleatorización	60
13.5.2 Obturación del grupo I.....	61
13.5.3 Obturación del grupo II.....	63
13.6 Fraguado del cemento sellador	67
13.7 Análisis de Cortes transversales	67
14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	71
14.1 Análisis descriptivo.....	71
14.2 Análisis bivariado.....	72
15. RESULTADOS.....	73
16. DISCUSIÓN.....	78
17. CONCLUSIONES.....	80
19. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82



RESUMEN

Introducción

El éxito del tratamiento de conductos depende en gran medida de la calidad de obturación, con el uso del ultrasonido se ha observado mayor densidad en la obturación con gutapercha, una obturación más homogénea y menor filtración.

El objetivo de esta investigación fue realizar una comparación del porcentaje de espacios vacíos entre la técnica de compactación lateral en frío (TCL) y la técnica de compactación lateral con ultrasonido (TCLU).

Materiales y métodos

Estudio experimental, in vitro. Población en estudio: 68 dientes anteriores extraídos de humanos sin tratamiento endodóncico previo. Se asignaron de manera aleatoria dos grupos de 34 dientes cada uno. Todos los dientes se cortaron a 16 ± 1 mm de longitud y se instrumentaron con el sistema rotatorio Protaper Next de Dentsply®. El Grupo I se obturó con TCL y el Grupo II con TCLU, los dientes fueron seccionados a 2, 4, 6 y 8 mm desde el ápice; cada corte se observó con un microscopio estereoscópico (56X) y se tomaron fotografías con una cámara de 12 megapíxeles. Se calculó el porcentaje de área obturada con gutapercha, porcentaje de espacios vacíos y porcentaje de área obturada con cemento sellador, utilizando el programa ImageJ.

Resultados

TCLU presentó mayor porcentaje de gutapercha en el conducto radicular en comparación con TCL (94.4% y 87.4% respectivamente), menor porcentaje de espacios vacíos (1.3% y 4.2% respectivamente), y menor porcentaje de espacios ocupados con cemento sellador (3.8% y 7.2% respectivamente). Las diferencias fueron estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Conclusión

Se comprobó que la modificación de la técnica de compactación lateral con ultrasonido descrita en esta investigación, presenta resultados clínicos favorables y superiores a TCL durante la obturación. Los resultados obtenidos podrían traducirse en menor filtración en la obturación y mejor calidad en ésta, teniendo un mayor control de la enfermedad pulpo-periapical y mejorando el pronóstico del tratamiento de conductos.



1. INTRODUCCIÓN

La obturación es la última etapa del tratamiento de conductos radiculares, la cual, desde un punto de vista técnico, pone fin a la manipulación del conducto sellándolo tridimensionalmente. El éxito de un tratamiento endodóncico está relacionado con conductos radiculares bien obturados. En un estudio radiológico sobre éxito y fracaso, Ingle indicó que un 58% de los fracasos se debían a una obturación incompleta. Una obturación tridimensional es esencial para el éxito a largo plazo. La obtención de un sellado impermeable no es posible por la estructura tubular porosa de la dentina y las irregularidades del conducto.

La obturación refleja la limpieza y el modelado, pudiendo evaluar radiográficamente la longitud, densidad, conicidad y el nivel en el que se encuentra la gutapercha. Sin embargo, no es posible evaluar por completo el sellado y la calidad de obturación en una radiografía, por esta razón se han realizado múltiples estudios in vitro, para poder evaluar la obturación por medio de: cortes transversales u horizontales, evaluaciones microscópicas, pruebas de microfiltración, uso de Cone Beam Computed Tomography (CBCT), y micro-TC.

Una buena obturación es necesaria para evitar filtraciones, si esta es deficiente y presenta múltiples espacios vacíos (espacios no obturados), aumenta la probabilidad de fracaso. Gracias a la introducción de nuevos y mejores materiales, aparatos y técnicas la calidad en la obturación, el pronóstico y el tratamiento de conductos ha mejorado, impidiendo la recontaminación bacteriana.

La técnica de condensación lateral en frío es la más empleada por su eficacia comprobada, su sencillez y control del límite apical. Un inconveniente es que en conductos muy curvos o con grandes irregularidades es difícil la compactación total, otro inconveniente es que el conducto se “inunda” de cemento sellador, este puede contraerse o disolverse con el paso del tiempo creando filtraciones. Con el uso del ultrasonido se ha observado una mejor compactación y llenado de irregularidades incluso de conductos laterales, obteniendo mayor cantidad de gutapercha que de



cemento, se crea un mono bloque. Las vibraciones producidas por el ultrasonido generan calor, este plastifica la gutapercha creando una masa homogénea.

El propósito de esta investigación será evaluar el porcentaje de áreas no obturadas en la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de compactación lateral con ultrasonido en dientes anteriores superiores extraídos de humanos, mediante un análisis de cortes transversales observados con un microscopio estereoscópico. Con el fin de determinar que técnica proporciona los mejores resultados y mayor índice de éxito en el tratamiento de conductos radiculares.



2. MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de la obturación

2.1.1 Definición

Obturar un conducto radicular significa llenarlo en toda su extensión con un material inerte o antiséptico, sellándolo herméticamente, sin interferir y preferiblemente estimulando el proceso de reparación apical y periapical que debe ocurrir después del tratamiento endodóncico.⁷

La obturación también es el llenado de todo el espacio anteriormente ocupado por la pulpa, que ahora se encuentra modelado y desinfectado para recibir esta etapa del tratamiento endodóncico.⁷

La obturación es un conjunto de procedimientos realizados con el fin de concluir clínicamente el tratamiento de conductos radiculares. La obturación busca el cierre del sistema de conductos radiculares, abiertos con la preparación biomecánica, aislando el medio interno del medio externo.⁹

La American Association of Endodontists (AAE) define la obturación apropiada del conducto radicular como “el relleno tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cerca posible de la unión cemento-dentinaria (CDC)”.⁶

El éxito del tratamiento endodóncico en un principio se basaba en la triada de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, todos con la misma importancia. Ahora, el éxito se basa en principios más amplios: diagnóstico y planificación del tratamiento, conocimiento de la anatomía y la morfología, los conceptos tradicionales de desbridamiento, desinfección exhaustiva y obturación, y la restauración coronal.⁶

2.1.2 Antecedentes históricos

En el año 1602, Pieter van Forest publicó las primeras pautas sobre terapéutica de los conductos radiculares, sugiriendo que el diente tenía que ser trepanado, y llenado de *Triaca*. Pierre Fauchard recomendó la introducción de mechas embebidas con aceite de clavo en el interior de los conductos, y en los casos de abscesos introducía una sonda de exploración para conseguir el drenaje de la colección purulenta. En 1728 describe esta técnica como método conservador de los “dientes enfermos y doloridos por caries”. Bourdet, en 1757, empleaba el oro

Triaca: Preparado farmacéutico usado antiguamente compuesto de opio, entre otros ingredientes.



laminado para obturar la cavidad pulpar. Edward Hudson diseñó atacadores específicos para la obturación de los conductos radiculares con oro laminado.¹⁰

Antes de 1800, el único material empleado para rellenar el conducto radicular era el oro. Las obturaciones posteriores con metales, oxiclورو de cinc, parafina y amalgama, proporcionaron grados variables de éxito. En 1847, Hill desarrolló el primer material de obturación del conducto radicular a base de gutapercha, conocido como "Tapón de Hill" consistía principalmente en gutapercha blanqueada, carbonato cálcico y cuarzo, fue patentado en 1848 e introducido en la práctica odontológica. En 1867 Bowman reivindicó el primer uso de la gutapercha para obturación de los conductos en un primer molar extraído.⁶

Perry en 1883 afirmó que había usado alambre de oro puntiagudo, envuelto de gutapercha blanda. También comenzó a utilizar la gutapercha enrollada en puntas y empaquetada en el conducto. Más adelante, Perry utilizó goma de laca calentada sobre una placa, y enrollaba los conos para obtener una punta del tamaño deseado, en función de la longitud y forma del conducto. Antes de colocar la punta de gutapercha final, saturaba la cavidad dental con alcohol; la atracción capilar hacía que el alcohol se introdujese en el conducto, así se ablandaba la laca y se podía empaquetar la gutapercha.⁶

En 1887 la S.S. White Company comenzó a fabricar puntas de gutapercha. Rollins introdujo en 1893 un nuevo tipo de gutapercha a la que le añadía bermellón, puesto que es óxido de mercurio puro, resultaba peligroso en las cantidades que sugería.⁶

Con la introducción de la radiografía para evaluar las obturaciones del conducto radicular, se observó que el conducto no era cilíndrico y que se necesitaba material de obturación adicional para llenar los huecos observados. Al principio de utilizaron cementos odontológicos que se endurecían al fraguar, resultaron insatisfactorios. El reblandecimiento y la disolución de la gutapercha para emplearla como sustancia cementadora, mediante el uso de colofonia, fueron introducidos por Callahan en 1914.⁶

Durante los últimos 70-80 años, se ha intentado mejorar la calidad de la obturación del conducto radicular mejorando y creando nuevos cementos y técnicas para suministrar la gutapercha.⁶

2.1.3 Importancia de sellar eficazmente el sistema de conductos radiculares

Un tratamiento correcto es el que se inicia con un diagnóstico correcto y se concluye con una obturación lo más hermética posible, seguida por el control clínico y radiográfico postratamiento.⁷



La ejecución incorrecta de una de esas etapas, llevaría a dificultades en la etapa subsecuente, lo que podría traer como consecuencia, el fracaso. Se le ha dado gran importancia a la etapa de obturación, pues el éxito final del tratamiento está condicionado a este paso, “de nada servirán los cuidados de asepsia, la ejecución de una técnica atraumática, la preparación biomecánica cuidadosa, si la obturación es defectuosa”.⁷

Todos los espacios del conducto preparado deben llenarse correctamente, evitándo una posible recontaminación. La obturación tridimensional es esencial para impedir una reinfección y recontaminación, obstruyendo el paso a microorganismos y toxinas al tejido periapical.^{11, 12} Una pobre adhesión a las paredes del conducto puede crear espacios, lo cual facilitaría la migración de bacterias hacia el tercio apical provocando periodontitis apical.¹³ La longitud apical y la homogeneidad de los conductos radiculares tienen un impacto positivo significativo en la salud periapical.¹⁴

En el estudio de Washington realizado por Ingle en 1955¹⁵ aborda los éxitos y fracasos endodóncicos, sugiere que la percolación de exudado perirradicular hacia el conducto incompletamente obturado constituye la principal causa de fracaso, cerca del 60% de todos los fracasos considerados en este estudio se debieron a la obturación incompleta del espacio radicular.¹⁰

Los fracasos endodóncicos están estrechamente relacionados con los conductos mal obturados, también el éxito del tratamiento está directamente relacionado con una buena calidad de obturación de los conductos radiculares.¹³ Por lo tanto, es imprescindible que el clínico trate de sellar de la mejor forma posible los conductos radiculares así habrá mayor probabilidad de lograr buenos resultados.⁷

2.1.4 Objetivos de la obturación

El objetivo de la obturación es sellar el conducto radicular herméticamente y eliminar toda puerta de acceso a los tejidos periapicales. Este objetivo puede alcanzarse en la mayoría de los casos, sin embargo, no siempre es posible lograr la obturación completa del conducto tanto apical como lateralmente.¹⁶

La obturación de los conductos radiculares es el reemplazo del contenido normal o patológico de los conductos, por materiales inertes o antisépticos bien tolerados por los tejidos periapicales los cuales deberían llenar de manera tridimensional el conducto para evitar posibles filtraciones.^{17, 18}



El objetivo de la obturación consiste en crear un sello completo en todo el conducto radicular, desde la abertura coronal hasta el extremo apical. El resultado a largo plazo depende tanto del selle apical como de la calidad del sello coronal.¹⁹

De acuerdo con Laurichesse y Breillat, puede distinguirse un objetivo técnico y otro biológico.²⁰

Objetivo técnico: consiste en rellenar, de la manera más hermética posible, la totalidad de sistema de conductos radiculares con un material que sea estable y que se mantenga de forma permanente en él, sin sobrepasar sus límites. La obturación debe tener la misma calidad en todo el conducto, ya que la posibilidad de penetración de fluidos y bacterias hacia el interior del conducto es más elevada desde la cavidad bucal que desde el periodonto. El sellado apical es importante, ya que junto al orificio apical existen bacterias que pueden penetrar de nuevo en un conducto mal obturado y reanudar la inflamación. También pueden quedar bacterias en la zona final del conducto, estimulando su crecimiento por la llegada de fluidos periapicales que les suministren el sustrato necesario para desarrollarse. Es importante un sellado lateral, a lo largo de todas las paredes del conducto por la posible existencia de conductos laterales.²⁰

Objetivo biológico: al no llegar productos tóxicos al periápice, se dan las condiciones apropiadas para la regeneración apical. Los medios de defensa del organismo podrán eliminar las bacterias, componentes antigénicos y restos hísticos necróticos que hayan quedado junto al ápice y completar la reparación hística. El material ideal debería, además de sellar el conducto, favorecer la reparación del tejido periapical y la aposición de cemento en las zonas reabsorbidas del ápice.²⁰

2.1.4.1 Mantenimiento de la desinfección

Obtenida durante la preparación biomecánica, después de su realización el número de bacterias presentes en el interior de los conductos disminuye considerablemente. El alcance de la desinfección adecuada es imprescindible para el éxito del tratamiento, la permanencia de microorganismos puede posibilitar el desarrollo de una nueva infección y como consecuencia una patología periapical.⁹

2.1.4.2 Finalidad selladora antimicrobiana

Buscada desde hace muchos años por presentar una actividad que sería fundamental para el éxito, pero también puede volverse un factor de agresión en la región apical, ya que la presencia de estímulos constantes podrá comprometer todo



el proceso de reparación. La importancia de la acción antimicrobiana, se basa en el hecho de que es posible que las bacterias permanezcan en el sistema de conductos radiculares aun después de terminar el tratamiento de conductos.⁹

En los procesos infecciosos de larga duración la proliferación microbiana en el interior de los conductos radiculares, es intensa, abarcando no solo la luz del conducto sino también los túbulos dentinarios, los conductos laterales, colaterales, secundarios, accesorios y deltas apicales.⁷

Una de las principales finalidades de la obturación es sellar los túbulos, ramificaciones y la unión cemento-dentina-conducto (CDC), con el propósito de impedir el paso a microorganismos que puedan proliferar e irritar nuevamente la región periapical. Se cree que el sellado en la unión CDC, impediría una reinfección por vía hematógica durante una bacteremia transitoria.⁷

2.1.4.3 Sellado hermético

Según Grossman, la presencia espacios vacíos puede poner en peligro los buenos resultados que se esperan del tratamiento. En los casos de lesiones periapicales, podría haber drenaje de exudado hacia la porción no obturada, produciendo la liberación de productos tóxicos e irritantes para los tejidos periapicales, inflamándose intensamente y formando más exudado. Formándose un círculo vicioso de inflamación.⁷

Estas sustancias constituyen una fuente de irritación que puede hacer fracasar el tratamiento de conductos. Es probable que el sellado de los irritantes durante la obturación pueda impedir su paso a los tejidos circundantes. El sello tendrá que ser tridimensional y debe permanecer intacto indefinidamente, ya que el reservorio de sustancias irritantes no desaparece nunca. Algunas bacterias que permanecen en el conducto sellado se vuelven inviables por la falta de sustrato y otras más permanecen en estado latente, esperando la llegada de sustrato para poder proliferar.^{19, 21}

Ingle destaca que “la inflamación periapical persiste, usualmente no por la irritación bacteriana si no por los productos tóxicos del espacio muerto” es decir, los espacios no obturados.⁷

La invaginación de tejido granulomatoso hacia el interior de los espacios vacíos, así como la persistencia de la reacción inflamatoria, depende del diámetro y de la profundidad de los espacios sin obturar.⁷



La obtención de un sellado hermético es, junto con la limpieza y conformación de los conductos radiculares, fundamental para obtener un éxito a largo plazo. Un sellado hermético no se puede obtener sin el uso de un cemento sellador, debido a que la gutapercha no se adhiere a las paredes de la dentina.²²

2.1.4.4 Finalidad biológica

Lo que se desea de las obturaciones radiculares es que no interfieran y si es posible, que estimulen el proceso de reparación apical y periapical.⁷

2.1.5 Límite apical de la obturación

Los límites anatómicos del espacio pulpar son la unión cementodentinaria en la parte apical, y la cámara pulpar en la porción coronal. Según Kuttler, la unión de la dentina con el cemento se encuentra 0.5 a 0.7 mm de la superficie externa del agujero (Fig. 1) apical y es límite para el material de obturación.¹⁰

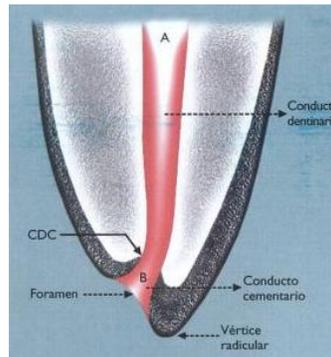


Fig. 1 Unión dentina cemento⁶

Esta unión es un límite histológico el cual no se puede determinar en la clínica, ocupa una posición variable dentro del conducto. Puede estar varios milímetros más allá de la pared mesial del conducto que en la pared distal, además no coincide con la porción más estrecha del conducto ni con la constricción apical.⁶

El punto de terminación apical se ha establecido a 1 mm del ápice radiográfico, Kuttler señaló que la anatomía apical comprende el diámetro mayor del foramen y el diámetro menor de la constricción, con la constricción apical identificada como la porción más estrecha del conducto. La distancia media entre la constricción y el foramen es de 0.5 mm, y que la distancia entre el foramen y el ápice podía ser de hasta 2.5 mm, también dijo que la distancia entre estos aumentaba con la edad



debido al depósito de cemento. “Raramente el foramen apical coincide con el ápice de un diente” Kuttler.⁶

La reabsorción radicular es otro factor a tener en cuenta al determinar la longitud. La reabsorción es más común en casos de necrosis pulpar y reabsorción del hueso apical en periodontitis apical crónica la cual puede conducir la pérdida de la constricción.⁶

El límite apical debe ser el mismo utilizado para la preparación, lo importante es obturar en el mismo punto en el que el conducto fue instrumentado, no dejando áreas instrumentadas sin obturar.⁹

La mayoría de los autores sitúan el límite apical de la preparación y obturación de los conductos entre 0.5 y 1 mm del ápice radiográfico, por estas razones es de gran importancia la utilización del localizador electrónico de foramen apical. A pesar de la precisión de los localizadores electrónicos, no siempre se tiene certeza de la ubicación de la constricción.²⁰

Los materiales utilizados en la obturación deben mantenerse en el interior del conducto radicular, desde el orificio cameral hasta la constricción apical, ya que el material de obturación puede producir una irritación innecesaria que impida o retarde la reparación hística. Por ello se deben tener en claro los términos de sobreextensión y sobreobturación:²⁰

- Sobreextensión: término longitudinal, nivel alcanzado por el material de obturación con respecto al nivel elegido como límite de la preparación y de la obturación.
- Sobreobturación: calidad de la condensación que se consigue con el material de obturación.
- Subextensión: obturación que no alcanza el límite apical elegido.
- Subobturación: falta adecuada de condensación del material de obturación entre las paredes del conducto.

Estos conceptos fueron propuestos por Schilder.²⁰

2.1.6 ¿Cuándo obturar un conducto?

Los factores que deciden el momento más apropiado para obturar un diente son los signos y síntomas del paciente, el estado de la pulpa y las estructuras perirradiculares, el grado de dificultad del caso y el cuidado general del paciente.⁶

El conducto radicular está listo para obturarse cuando está limpio y conformado a un tamaño óptimo y si su secado es adecuado. Ingle y cols. consideran eliminar la



capa residual que reviste las paredes del conducto y posteriormente secar el conducto.¹⁰

La obturación del conducto radicular es el cierre de seguridad de toda la técnica endodóncica realizada y debe ser lo más hermética posible, no debe irritar los tejidos apicales ni periapicales, estar a un límite adecuado y realizarse en el momento oportuno.⁷

2.1.6.1 Signos y síntomas

La obturación está contraindicada si el paciente manifiesta síntomas graves y se le ha diagnosticado una periodontitis o absceso apical agudo.¹⁹

Se debe tomar en cuenta los siguientes signos y síntomas antes de obturar el conducto radicular:⁹

Signos	Síntomas
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de movilidad	<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de sintomatología dolorosa espontánea
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de edema	<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de dolor intenso a la percusión vertical y horizontal
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de dolor	<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de dolor a la palpación
<ul style="list-style-type: none">• Ausencia de exudado hemorrágico, seroso o purulento	

Algún tipo de sensibilidad provocada a la percusión y palpación puede ser aceptable.⁹

2.1.6.2 Estado pulpar y perirradicular

Tejido pulpar vital

Los tratamientos en una sesión son aceptables cuando la pulpa conserva su vitalidad. La eliminación de tejido pulpar normal o inflamado y la realización del procedimiento bajo condiciones asépticas deben conducir al éxito debido a la ausencia de contaminación bacteriana. También evita la contaminación por filtraciones durante el tiempo transcurrido entre visitas.⁶



En estudios Kronfeld, Maisto, Seltzer, Leonardo y Holland demostraron que, al remover una pulpa, en condiciones normales, hay un cuadro inflamatorio en los tejidos apicales y periapicales que tiende a normalizarse aproximadamente 48 horas después del acto operatorio. Si se vuelve a intervenir ese conducto en una segunda sesión, podría desencadenar por el traumatismo, una nueva respuesta inflamatoria sobre los tejidos que ya están en reposo y preparados para el proceso de reparación. Maisto afirma que la obturación inmediata a la pulpectomía y a la preparación biomecánica del conducto radicular, disminuye las probabilidades de contaminación y traumatismo prolongado.⁷

Tejido pulpar necrótico

Los pacientes que se presentan con necrosis pulpar con o sin patología periapical asintomática (periodontitis apical crónica, absceso apical crónico, osteítis condensante) pueden tratarse en una sesión, por el contrario, cuando los pacientes presentan síntomas agudos causados por necrosis pulpar y absceso apical agudo, la obturación se retrasa hasta que desaparezcan los síntomas.⁶

En el caso de procesos infecciosos de larga duración como son los abscesos crónicos, granulomas y quistes, hay intensa proliferación microbiana con propagación no solo hacia la luz del conducto si no también hacia los túbulos dentinarios, conductos laterales, accesorios, deltas apicales y ramificaciones, estos microorganismos deben recibir también la acción de sustancias bactericidas en aplicación tópica como medicación entre citas.⁷

La obturación se puede realizar después de los procedimientos de limpieza y conformación, cuando el conducto se puede mantener seco y el paciente no presenta inflamación. En la aparición o persistencia de exudado en el conducto se sugiere colocar hidróxido de calcio como material antimicrobiano y obturador temporal.⁶

El tratamiento en varias sesiones puede resultar ventajoso ya que se tiene otra oportunidad para mejorar la desinfección mediante la irrigación. La aplicación de hidróxido de calcio, reduce el número de bacterias y también reduce algo la inflamación. La presencia de hidróxido de calcio en el conducto durante siete días puede inhibir el desarrollo bacteriano.¹⁹

Según Paredes y cols. en los casos de necrosis pulpar se debe esperar 72 horas para que haya una respuesta por parte del organismo, esperando el inicio de la fase crónica de la inflamación, con esto mejorando el dolor. El tratamiento en múltiples citas se basa principalmente en la mayor reducción bacteriana por medio de medicaciones intraconducto con hidróxido de calcio por un mínimo de una semana. Muchos clínicos prefieren el tratamiento en dos citas para asegurar un período post-



tratamiento sin sintomatología antes de la obturación del conducto radicular, para evitar agudizaciones.²³

En presencia de exudado persistente, no debemos obturar el conducto. Hay que irrigarlo abundantemente, intentar secarlo de la mejor manera, colocar nueva medicación, si este persiste se recomienda protección antibiótica y antiinflamatoria.⁷

Inexistencia de sintomatología periapical: aunque en algunos casos obturados con sintomatología periapical se pueda obtener reparación, el porcentaje de casos exitosos disminuye y las molestias posoperatorias se incrementan.²⁰

Inexistencia de signos de patología periapical: Es conveniente demorar la obturación hasta verificar la desaparición de una fístula y de cualquier signo de inflamación periapical. Sin embargo según Canalda y cols., la presencia de una fístula no contraindica la obturación del conducto, se puede obturar siempre y cuando se pueda secar el conducto y se espera su cicatrización posterior, el riesgo de agudización es mínimo ya que existe una vía de salida, pero si no desapareciera habría que desobturar el conducto y rehacer el tratamiento.²⁰

2.1.6.3 Grado de dificultad de cada caso

Los casos difíciles pueden requerir más tiempo para la preparación, y la probabilidad de complicaciones disminuye si el tratamiento se hace en múltiples visitas. Algunos pacientes pueden requerir múltiples y breves citas a causa de su situación médica, estado psicológico y cansancio.⁶

Hay dientes con un grado elevado de dificultad por su localización y en la preparación de sus conductos, en estos casos, se debe efectuar el tratamiento en las sesiones que el caso lo requiera.²⁰

2.1.6.4 Resultados de cultivos

Su valor es relativo pues solamente expresa las condiciones bacteriológicas de la luz del conducto, no de los conductos laterales, túbulos dentinarios, conductos accesorios, etc.⁷

En 1971, Morse advirtió que se trataba de un procedimiento innecesario y poco práctico. Aunque en los trabajos de investigación se hayan obtenido mejores resultados al obturar los conductos cuando los cultivos son negativos, en la práctica diaria no se pueden efectuar, ya que las bacterias más prevalentes en los conductos



infectados son anaerobias, y estas requieren procedimientos de recolección e identificación inviables en una clínica dental.²⁰

2.1.6.5 Número de sesiones

El número de sesiones necesarias suele decidirse durante la planificación inicial del tratamiento. La decisión de programar otra sesión sobre la marcha refleja un cambio en las circunstancias, como el hecho de que el paciente o el odontólogo estén cansados o que el grado de dificultad del caso sea alto.¹⁹

En casos de pulpa vital, es preferible obturar los conductos en una sola cita siempre que sea posible. Por el contrario, si la pulpa se encuentra necrótica, en casos complejos y en repetición de tratamiento, el tratamiento se llevara a cabo en dos o más citas aunque dependerá de cada caso en particular.²⁴

2.2 Materiales de obturación

Son las sustancias inertes o antisépticas que llenan el espacio ocupado originariamente por la pulpa radicular y el espacio creado por la preparación mecánica. Resulta difícil e inconveniente utilizar un solo material y la misma técnica para resolver todos los casos.¹⁷

De los materiales a ser utilizados se exigen una serie de propiedades biológicas y químico-físicas. El conocimiento de estas propiedades son imprescindibles en la selección del material a ser utilizado.⁹

Propiedades biológicas	Propiedades físico-químicas
El material debe ser bien aceptado por el organismo sin desarrollar algún tipo de reacción.	Fácil inserción y remoción
El material debe ser reabsorbido en casos de extravasación accidental	Buen tiempo de trabajo y buen sellado
Estimular o permitir la reparación de la región periapical.	No manchar el diete
Acción bactericida o bacteriostática	Buena viscosidad y adherencia
	Radioopacidad



2.2.1 Clasificación y uso

A través del tiempo se han utilizado una gran diversidad de materiales para obturar los conductos radiculares. Como fueron: algodón, excremento de gorrión inglés, cementos medicados, epoxi resinas, amalgama, amianto, bálsamo, bambú, brea, cardo, caucho, cemento, cera, cobre, fibra de vidrio, gutapercha, indio, madera, marfil, oro, papel, parafina, pastas, plomo, resina, cristales, fosfato tricálcico, yodoformo, resinas vinílicas, tornillos e instrumentos de acero, yesca. Ninguno ha probado tener todos los requisitos del material ideal. Actualmente el material más utilizado como material sólido es la gutapercha.^{16, 17}

Grossman clasifica los materiales de obturación aceptables en cementos, pastas, plásticos y sólidos.¹⁶

Maisto y Lasala los clasifican en dos grandes grupos:¹⁷

- Materiales en estado sólido (conos de gutapercha y plata)
- Materiales en estado plástico (cementos y pastas)

La gran cantidad de materiales denota el reconocimiento de la inexistencia de un material ideal, el éxito del tratamiento puede obtenerse con el uso de diversos materiales, el uso simultaneo de materiales en estado sólido (conos de gutapercha) y en estado plástico (selladores).²⁵

2.2.2 Cementos selladores

Los cementos selladores son necesarios para sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material sólido obturador. También llenan los espacios e irregularidades del conducto radicular, los conductos laterales y accesorios, y los espacios que quedan entre las puntas de gutapercha usadas en la compactación lateral. Además, actúan como lubricantes durante el proceso de obturación.^{6, 18}

De acuerdo con la definición de obturación de la AAE (American Association of Endodontists) el porcentaje relativo ideal de la cantidad de cemento sellador en comparación con toda la masa de obturación debe ser aproximadamente del 10%.¹⁸ Se prefiere un mayor volumen de gutapercha en el conducto radicular y una fina capa de cemento sellador entre las paredes del conducto ya que el sellador puede contraerse y disolverse con el paso del tiempo provocando microfiltraciones. Un gran volumen de cemento sellador en el ápice conduce a filtraciones apicales en periodos más cortos.^{26, 27}



2.2.2.1 Propiedades del cemento sellador ideal según Grossman

Grossman enumeró 11 requisitos que debe reunir un buen sellador de conductos, a los que Ingle y West añadieron 2 más.^{10, 20}

1. Debe ser pegajoso, una vez mezclado, para adherirse tanto al material de núcleo como a las paredes dentinarias.
2. Proporcionar sellado hermético
3. Radioopaco
4. Las partículas del cemento deben ser muy finas para poder mezclarse bien con el líquido.
5. No debe contraerse al endurecer o fraguar.
6. No teñir los tejidos dentales.
7. No favorecer la proliferación bacteriana, de ser posible debe ser bacteriostático
8. Debe fraguar con suficiente lentitud, para poder realizar la técnica de obturación con los ajustes necesarios.
9. Insoluble en los fluidos hísticos.
10. Biocompatible, bien tolerado por los tejidos vitales.
11. Tiene que solubilizarse en un solvente común, para poder ser eliminado de los conductos radiculares de ser necesario.
12. No ha de generar reacción inmunitaria en contacto con el tejido periapical.
13. No debe ser mutagénico, ni carcinogénico.

Ninguno de los cementos existentes en la actualidad cumple con todos los requisitos en su totalidad.²⁰

Todos los cementos selladores presentan toxicidad cuando están recién mezclados, pero disminuye mucho al fraguar. Los cementos selladores son reabsorbibles cuando entran en contacto con los tejidos y fluidos tisulares. Aunque se ha observado una respuesta osteogénica, se ha puesto en duda la capacidad de los cementos selladores para mantener un pH alto a lo largo del tiempo.⁶

2.2.2.2 Tipos de cemento selladores

Los selladores se clasifican en función de su componente principal.²⁰

- Cementos selladores a base de óxido de cinc y eugenol
- Cementos selladores a base de hidróxido de calcio
- Cementos selladores de ionómero de vidrio



- Cementos selladores a base de resina
- Cementos selladores a base de silicona
- Cementos selladores a base de MTA
- Cementos selladores Biocerámicos

Los cementos selladores más populares son las mezclas de óxido de cinc-eugenol, el hidróxido de calcio, los ionómero de vidrio y las resinas.⁶

2.2.2.2.1 Cementos selladores a base de óxido de cinc y eugenol

Son los más antiguos, presentan un ligero efecto de inhibición microbiana al mismo tiempo un efecto de protección celular.²⁰

Estos selladores experimentan reabsorción si pasan a los tejidos perirradiculares. Tienen un tiempo de fraguado largo, se contraen al fraguar, se pueden disolver y pueden teñir la estructura dental.⁶

Ricket y Dixon introdujeron uno de los primeros en forma de polvo y líquido, con la desventaja de teñir la estructura dental si no se eliminaba por completo. Comercializado como Pulp Canal Sealer (SybronEndo®). Se modificó la fórmula de Ricket eliminando las partículas de plata, llamado Procosol.⁶

Grossman modificó en 1958 la composición, introdujo una formulación que no producía tinción, cemento sellador de Roth.⁶

Otros cementos selladores a base de óxido de cinc y eugenol son: Cemento de Wach (Sultan Chemists®), TubliSeal (SybronEndo®) (Fig. 2), Endomethasone (Septodont®) y N2 (Agsa®).²⁰



Fig. 2 Cemento sellador TubliSeal (SybronEndo®)²



2.2.2.2.2 Cementos selladores a base de hidróxido de calcio

Se crearon con la intención de incorporar las buenas propiedades biológicas del hidróxido de calcio a los selladores evitando, al mismo tiempo, la rápida reabsorción de esta sustancia, tanto en el periápice como en el interior del conducto.²⁰

La solubilidad es necesaria para la liberación de Ca(OH)_2 y para mantener su actividad. Esa propiedad está en desacuerdo con el objetivo de un cemento sellador.⁶

Su radioopacidad es escasa, su fluidez adecuada, con aceptable adherencia a la dentina y solubilidad elevada. Es muy bien tolerada por los tejidos, favoreciendo la aposición de tejidos calcificados en el orificio apical.²⁰

Algunos cementos selladores a base de Hidróxido de calcio son: Sealapex (SybronEndo®), Calciobiotic Root Canal Sealer o CRCS (Hygenic®), Apexit y Apexit Plus (Ivoclar Vivadent®).²⁰

SEALAPEX

Sealapex (SybronEndo®) (Fig.3) probablemente el más difundido de los cementos a base de hidróxido de calcio. Es un cemento con presentación pasta/pasta, una es la base y la otra el catalizador.⁹

Presenta buenas cualidades biológicas, como puede observarse en los ensayos de Guttman & Fava (1991) que demostraron éxito clínico a partir de su utilización en dientes con lesión periapical. Su manipulación: colocar porciones iguales de las dos pastas y mezclar hasta formar una pasta homogénea.⁹ Debe manipularse durante 1 a 2 minutos.⁷

Su tiempo de fraguado en el conducto radicular es de 30 a 40 minutos, siendo que se acelera con la humedad.⁷



Fig. 3 Cemento sellador Sealapex (SybronEndo®)²



El Sealapex presenta excelente tolerancia tisular. Su propiedad de permitir el sellado biológico del ápice radicular por tejido mineralizado, ha sido observado en la mayoría de las investigaciones.⁷

Los resultados biológicos en comparación a otros cementos de obturación como los cementos a base de óxido de zinc y eugenol o a base de resinas plásticas, evaluadas por Holland & Souza, Yesillo y cols., Leal y cols., Tronstad y cols., Tagger & Tagger, Sonat y cols., Bonetti Filho y Silva, mostraron acentuada superioridad para el Sealapex.⁷

En estudios realizados por Holland y cols., Se encontró que el sellado biológico completo por barrera de tejido mineralizado se produjo posteriormente al empleo de la medicación intraconducto con hidróxido de calcio, y a la obturación con Sealapex.⁵

Al extravasarse se pueden observar por medio de cortes histológicos, reacción inflamatoria crónica leve con presencia de macrófagos con partículas de cemento en su interior, indicando que se trata de un material reabsorbible y no irritante. En comparación con otros cementos para obturación es el material que presenta mayor número de sellados biológicos apicales, mayor número de ligamentos periodontales próximos a lo normal y mayor índice de preservación de la vitalidad del tejido conjuntivo contenido en los conductos de los deltas apicales.⁷

2.2.2.2.3 Cementos selladores de ionómero de vidrio

Su principal ventaja es debido a sus propiedades de adhesión a la dentina, es difícil tratar adecuadamente las paredes dentinarias en el tercio medio y apical con agentes adhesivos preparadores para recibir el sellador de ionómero de vidrio. Una desventaja es que por su dureza y falta de solubilidad es de difícil eliminación, en caso que sea necesario repetir el tratamiento. Tiene mínima actividad antimicrobiana.⁶

Algunos cementos selladores a base de ionómero de vidrio son: Ketac- Endo (ESPE®), Endion (VOCO®) (Fig. 4).^{20, 25}



Fig. 4 Cemento sellador Ketac-Endo(ESPE®)⁷



2.2.2.2.4 Cementos selladores a base de resina

Creados con la finalidad de conseguir un preparado estable en el interior de los conductos radiculares. Proporciona adhesión y no contiene eugenol.^{6, 20}

Algunos cementos selladores son: Resina polivinílica; Diaket (ESPE®). Resina Epóxica; AH 26 (Dentsply, Maillefer®): a medida que fragua, se liberan residuos de formaldehído al fraguar, lo cual lo hace antibacteriano al principio, tiene un tiempo de fraguado extenso (24hrs) y tiñe, AH Plus (Fig. 5) o Topseal (Dentsply, Maillefer®): es una forma modificada y mejorada del AH 26 que no libera formaldehído y no tiñe, tiene un tiempo de fraguado de 8hrs, puede eliminarse del conducto si es necesario, ThermaSeal. Resina de metacrilato; EndoRez (Ultradent®) y Epiphany (Petron Clinical Technologies®), RealSeal (SybronEndo®) para estos últimos ser utilizados con un núcleo central Resilon (Petron Clinical Technologies®).^{6, 10, 20}



Fig. 5 Cemento sellador AH Plus (Dentsply®)⁶

2.2.2.2.5 Cementos selladores a base de silicona

Poseen una buena tolerancia a los tejidos y buena capacidad de selle en presencia de humedad.¹⁰ Algunos cementos selladores a base de silicona son: RoekoSeal (Coltène/Whaledent®) se expande ligeramente al fraguar y GuttaFlow (Coltène/Whaledent®) (Fig. 6).⁶



Fig. 6 RoekoSeal (Coltène/Whaledent®) y GuttaFlow (Coltène/Whaledent®)³

RoekoSeal® (Coltène Whaladent) viene en una presentación en jeringa de doble barril, se mezcla en una proporción de 1:1. Es un cemento de fácil manipulación,



con un buen tiempo de trabajo. Presenta una buena biocompatibilidad y es muy fluido, por lo que puede llenar pequeños espacios.⁶

Al Guttaflow® (Coltène Whaladent) se le añadieron partículas de gutapercha, es un material con adhesión al cono maestro, pero sin adhesión a la pared radicular, es radiopaco y gracias al tamaño de sus partículas permite fluir con facilidad, se realizaron algunas pruebas en las que se observó ligera microfiltración a pesar de que el fabricante menciona que su producto presenta una expansión que favorece el sellado.⁶

2.2.2.2.6 Cementos selladores a base de MTA

El MTA es un polvo que consta de partículas finas hidrofílicas que fraguan en presencia de humedad. La hidratación del polvo genera un gel coloidal que forma una estructura dura. El polvo contiene silicato tricálcico, silicato cálcico y aluminato tetracálcico en distintas porciones, además de óxido de bismuto. El líquido es una solución de un polímero en agua o propilenglicol para facilitar su fluidez. Se les añade cloruro cálcico para acelerar su fraguado. Se sugirió originalmente para aplicaciones clínicas particulares, como el selle y reparación de perforaciones, donde el mantenimiento de un campo seco es difícil. Los usos sugeridos se extendieron a apexificación, pulpotomías, recubrimiento pulpar y también como un cemento sellador.²⁰

Los más conocidos son MTA ProRoot (Dentsply® Tulsa), Endo CM Sealer (EGEO®), MTA Fillapex (Angelus®), iRoot SP (Innovative BioCeramx®) (Fig.7).²⁰ Presentan una bioactividad adecuada para estimular la formación de cristales de apatita.²⁸



Fig. 7 MTA Fillapex (Angelus®)¹

2.2.2.2.7 Cementos selladores Biocerámicos

Los selladores Biocerámicos, son hidrofílicos, utiliza la humedad del conducto para completar la reacción de fraguado y no se retrae al fraguar, sufre una expansión de



0.002mm y no se reabsorbe. Es biocompatible y tiene la capacidad de producir hidroxiapatita durante la reacción de fraguado, generando un enlace químico entre la dentina y el material de obturación. Presenta un pH muy alcalino durante las primeras 24 horas de fraguado, dando como resultado una acción antibacteriana.^{6, 29}

Tienen propiedades osteoconductoras, ausencia de toxicidad son químicamente estables. Por poseer un tamaño de partícula menor a 2 μm , pueden ser usados en una jeringa premezclada. Requieren humedad de los tejidos circundantes para fijar. Tienen un tiempo de trabajo aproximado de tres a cuatro horas a temperatura ambiente, y se introduce directamente dentro del conducto.^{29, 30}

Podemos encontrar los siguientes cementos selladores endodónticos: I-Root SP (IBC®, Canadá), el Endosequence BC Sealer (Brasseler®, USA) (Fig. 8) y el TotalFill BC Sealer (FKG®, Suiza. Recientemente, estos materiales también se han comercializado como Totalfill®BC Sealer,⁴ TotalFill BC RRM Paste y TotalFill BC RRM Putty / Fast por FKG Dentaire, Suiza.³⁰



Fig. 8 Endosequence BC Sealer (Brasseler®, USA)⁴

2.2.3 Materiales de núcleo

Aunque se han usado diversos núcleos centrales en conjunción con un cemento sellador, el más utilizado es la gutapercha como material de núcleo. Los materiales y las técnicas no siempre suministran un sellado impermeable del sistema de conductos, ya que todos los materiales permiten algún grado de filtración.⁶

El material a ser usado en la obturación del conducto radicular es uno de los determinantes críticos para el éxito o fracaso del tratamiento endodóntico.³¹

2.2.3.1 Propiedades del material ideal para obturación según Grossman

Grossman y cols. enumeraron los requisitos que debe cumplir un material de obturación:^{6, 20}



- Fácil de introducir en el conducto radicular, con un tiempo de trabajo suficiente.
- Estable dimensionalmente, sin contraerse tras su introducción.
- Impermeable, sin solubilizarse en medio húmedo, no poroso.
- No verse afectado por los fluidos tisulares; sin corrosión ni oxidación.
- Sellar la totalidad del conducto, tanto lateral como apicalmente, adaptándose a su compleja anatomía interna.
- Capacidad bacteriostática.
- No debe ser irritante para los tejidos periapicales.
- Ser radiopaco
- No teñir la estructura dental
- Debe ser estéril o fácil de esterilizar antes de su introducción
- Ser fácil de extraer del interior del conducto, si es necesario.

Ningún material cumple a la perfección todos los requisitos, la gutapercha y varios cementos selladores se adaptan bastante bien a ellos. Se debe combinar más de un material para aproximarse a los requisitos del material ideal.²⁰

2.2.3.2 Conos de plata

Introducidas por Jasper y Trebitsch en 1929, según proporcionaban la misma tasa de éxito que la gutapercha y eran más fáciles de usar. La rigidez proporcionada por los conos de plata facilitaba su colocación y permitía controlar su longitud, la incapacidad de rellenar las irregularidades del sistema de conductos permitía las filtraciones.⁶

Cuando las puntas de plata entran en contacto con los fluidos tisulares o la saliva experimentan corrosión. Los productos de la corrosión son citotóxicos y producen patología o impiden la curación apical.⁶

Como consecuencia de las filtraciones y de la falta de eliminación de los irritantes del sistema de conductos se produjeron muchos fracasos, por esta razón cayeron en desuso, se considera que los conos de plata están por debajo del estándar de calidad de atención en la práctica endodóntica.⁶

2.2.3.3 Gutapercha

Es el material sólido más utilizado para la obturación desde su introducción por Bowman en 1867. En 1847 el tapón de Hill fue el primer material a base de gutapercha. La gutapercha es un polímero orgánico natural, es un material



proveniente del coágulo de látex de un árbol de las familias de la Sapotáceas. A este producto básico se le adiciona una serie de materiales, en diferentes cantidades según el fabricante: óxido de cinc, resinas vegetales, sulfato de bario para atribuir la radioopacidad, además de otras resinas que pueden alterar las propiedades mecánicas. La presencia de óxido de cinc y resinas mejora las propiedades de dureza y de compresión del material.^{9, 20}

Los conos de gutapercha contienen aproximadamente un 20% de gutapercha, un 65% de óxido de cinc, un 10% de sustancias radioopacas y un 5% de plastificadores.⁶

La gutapercha químicamente pura se encuentra en dos formas cristalinas completamente diferentes (alfa y beta) que pueden ser convertidas una a la otra y viceversa. La forma “alfa” proviene directamente del árbol. Sin embargo, la mayor parte de la gutapercha disponible en el mercado es la forma cristalina “beta”.¹⁰

La forma beta de la gutapercha se ha utilizado para fabricar las puntas de gutapercha que presenten mejor estabilidad y dureza y viscosidad reducida. Han surgido formas de gutapercha más semejantes a la alfa, lo que ha traído consigo cambios en su punto de fusión, viscosidad y adherencia de la punta de gutapercha. La gutapercha se expande un poco al calentarse, pero se encoje cuando vuelve a adquirir la temperatura corporal, Schilder recomienda que se aplique presión vertical en todas las técnicas en que se utilice gutapercha, para compensar los cambios volumétricos.¹⁰

Las principales ventajas de la gutapercha son su plasticidad, estabilidad dimensional, fácil manipulación, mínima toxicidad, radioopacidad y fácil eliminación con calor o disolventes. Las desventajas incluyen falta de adhesión a la dentina y, cuando se calienta, retracción al enfriarse.^{6, 32}

En la fase beta sin calentar, el material es una masa sólida que puede condensarse. Al calentarlo el material cambia a la fase alfa, se convierte flexible y pegajoso, y puede fluir bajo presión, pero encoje al fraguar.⁶

La gutapercha de forma alfa es calentada y enfriada, experimenta menos contracción, por lo que ofrece más estabilidad dimensional para las técnicas termoplastificadas.⁶ La gutapercha beta es más viscosa, densa y sin adherencia a la dentina.²⁰

Existen dos formas básicas de los conos de gutapercha: la estandarizada y la convencional, siguen la norma ISO/FDI n.º 6877. Los conos estandarizados tienen el mismo tamaño y estrechamiento gradual que los instrumentos manuales, desde el calibre 15 al 140. Para los conos convencionales, la punta del cono tiene un



tamaño y el cuerpo tiene otro, por ejemplo: un cuerpo de punta fina y cuerpo mediano (FM).¹⁹

Aunque la mayoría de las puntas estandarizadas presentan una conicidad de 2%, existen también en las conicidades del 4% y del 6%, e incluso del 7%, 8% y 9% para adaptarse a las nuevas conicidades de los instrumentos rotatorios. Su extremo apical presenta defectos importantes en cuanto a su conicidad y a la regularidad de su superficie.²⁰

Nguyen enumeró una serie de ventajas e inconvenientes de las puntas de gutapercha:²⁰

Ventajas

- Deformables mediante presión, así puede ser compactada contra las irregularidades del conducto radicular.
- Posibilidad de reblandecerlas y plastificarlas mediante calor y solventes (cloroformo, xilol, halotano y eucaliptol)
- Bien toleradas por los tejidos, comportándose de modo inerte, sin capacidad inmunogénica.
- Son estables dimensionalmente. No se contraen ni se expanden.
- Son radioopacas.
- Los tejidos del diente no se tiñen.
- Se pueden retirar de los conductos con cierta facilidad.

Inconvenientes

- Escasa rigidez, las puntas de calibre pequeño tienen dificultades para alcanzar el límite de la preparación.
- No presentan adhesividad, y precisan de un cemento para sellar la interfase con las paredes del conducto.
- Por su viscoelasticidad, pueden experimentar sobreextensiones más allá de la constricción al recibir fuerzas en condensación lateral o vertical.

Una propiedad importante de las puntas de gutapercha es su viscoelasticidad, la capacidad de experimentar una deformación plástica cuando son sometidas a una fuerza de condensación durante un periodo de tiempo breve. Facilitando su adaptación a las paredes del conducto, sin embargo, esta propiedad disminuye al aumentar la proporción de óxido de cinc, pero si esta es demasiado baja las puntas pierden rigidez.²⁰

Existen pruebas de una leve actividad antimicrobiana, sin embargo, es demasiado débil para ser un microbicida eficaz. Martin y Martin desarrollaron una gutapercha



con yodoformo MGP (Medicated Gutapercha), también se ha introducido conos de gutapercha que contienen un alto porcentaje de Hidróxido de calcio, tetraciclina y clorhexidina.^{10, 20}

Las puntas de gutapercha se deben desinfectar antes de ser utilizadas, estar libres de microorganismos patógenos, Siqueira et al. estudiaron cuatro desinfectantes comúnmente utilizados y encontraron que solo el hipoclorito de sodio al 5.25% era eficaz para eliminar esporas de *Bacillus subtilis* de los conos de gutapercha después de 1 minuto de contacto e Hipoclorito de sodio al 2.5% durante 3 minutos. Sin embargo, el glutaraldehído al 2%, la Clorhexidina al 2% y el alcohol etílico al 70% no eran eficaces para destruir las esporas de *Bacillus subtilis*.^{6, 10}

Si la punta se sitúa accidentalmente más allá del ápice del diente, puede ser bien tolerado desde el punto de vista de su composición, pero produce una irritación mecánica que dificulta la reparación, quedando recubierta por tejido fibroso. Leonardo y cols. hallaron que las puntas de gutapercha mejor toleradas por los tejidos periodontales eran las de Ultrafil (Hygenic®).²⁰

2.2.3.4 Activ GP

Consiste en conos de gutapercha impregnados de ionómero de vidrio en la superficie externa. Se usan conos solos con un sellador de ionómero de vidrio. Disponibles en conicidad de 0,04 y 0,06, los tamaños se verifican con láser para garantizar un ajuste más preciso. La técnica del cono individual se diseña para proporcionar una adhesión entre la pared del conducto dentinario y el cono maestro. Un estudio de filtración bacteriana que comparaba Activ GP/sellador de ionómero de vidrio, Resilon/Epiphany y gutapercha/AH Plus no halló diferencias estadísticamente significativas en la filtración a los 65 días.⁶

2.2.3.5 Resilon

Los polímeros sintéticos a base de resina de poliéster constituyen un material de obturación muy prometedor. Se ha comprobado que este material no es citotóxico ni mutagénico, es biocompatible, ha sido aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) para uso endodóncico.¹⁹

Se han introducido los sistemas Epiphany (Petron Clinical Technologies) y RealSeal (SybronEndo®), y Resinate (Obtura Spartan, Earth City, MO) como una alternativa a la gutapercha.⁶

Es un polímero poliéster, con vidrio bioactivo, hidróxido cálcico y un relleno radioopaco de bismuto y bario que representan un 65% en peso. Es termoplástico,



y se puede utilizar con la técnica de onda continua a 180°C. Se presenta en forma de puntas estandarizadas de conicidad 2%, 4%, y 6%, puntas accesorias desde XF a L, puntas Autoajustables de conicidades del 4%, 6%, 8%, 10% y 12%, y cartuchos para Obtura II y para Elements (SybronEndo®).²⁰

2.3 Preparación del conducto para la Obturación

Los residuos pulpaes y las bacterias, según varios artículos, una capa de material lodoso (la capa “residual” / barrillo dentinario) queda adherida a las paredes internas del conducto y obstruye los túbulos dentinarios. Goldman et al. demostraron que esta capa residual, creada por la instrumentación, es más bien de naturaleza cálcica (inorgánica).¹⁰

El barrillo dentinario no es una barrera completa contra las bacterias, pero puede actuar como una barrera fisiológica y disminuir la penetración bacteriana en los túbulos. En un estudio se demostró que la eliminación del barrillo dentinario permitía la colonización de los túbulos dentinarios con una rapidez significativamente mayor, en comparación con los casos en los que no se eliminó esta capa.⁶

Pero el barrillo dentinario también puede interferir con la adherencia y la penetración de los selladores en los túbulos dentinarios. Algunos autores han encontrado que la eliminación del barrillo dentinario aumenta la fuerza de unión y disminuye la microfiltración tanto apical como coronal. Cada vez existen más datos a favor de la eliminación de esa capa antes de la obturación. Los restos orgánicos presentes en el barrillo dentinario pueden constituir un sustrato para el crecimiento de las bacterias.⁶

El tiempo recomendado para eliminar la capa de barrillo dentinario es de 1 a 5 minutos. Investigadores han encontrado que la exposición durante 1 minuto a 10 ml de EDTA era adecuado para eliminar la capa de barrillo dentinario y que la exposición durante 10 minutos causaba una eliminación excesiva de dentina tanto peritubular como intratubular. Un método adicional para eliminar el barrillo dentinario se basa en el uso de e instrumentos sónicos y ultrasónicos.⁶

Van Der Sluis y cols. propusieron un protocolo de irrigación final, en el cual se irriga con 2 ml de hipoclorito de sodio, realizando 3 ciclos de activación pasiva con ultrasonido de 20 segundos cada uno.³³

El empleo combinado de 10 ml de EDTA al 17% (pH 7.5), seguido de 10 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, produce los mejores resultados para eliminar tanto los



residuos superficiales como el barrillo dentinario. El EDTA resultó muy eficaz para eliminar la fracción inorgánica (sales de calcio) del barrillo dentinario hasta el tercio apical, pero el hipoclorito de sodio fue necesario para disolver y lavar los componentes orgánicos (matriz dentinaria y restos pulpares, residuos necróticos y bacterianos). Con esta preparación final, solo se requiere secado minucioso y el conducto estará listo para recibir los materiales de obturación.¹⁰

El remanente del hidróxido de calcio puede colaborar reduciendo la permeabilidad dentinaria, es necesario eliminarlo por completo.⁵

2.4 Técnica de compactación lateral

El primero en describir esta técnica fue Hall en 1930, ha sufrido numerosas modificaciones desde entonces, como el empleo de los espaciadores y conos accesorios (Weine 1996, Gutmann & Witherspoon 2002).³⁴ Durante mucho tiempo, la compactación lateral de las puntas de gutapercha con sellador ha sido el patrón contra el cual se comparan otros métodos de obturación del conducto. Se considera el *estándar de oro*. Su eficacia comprobada, su relativa sencillez, el control del límite apical de la obturación y el uso de instrumental simple han determinado la preferencia en su elección.^{10, 20}

Su eficacia en obturar el espacio del conducto supera las técnicas de cono único. Algunos autores como Schilder, se opusieron a la técnica de compactación lateral por considerar que las puntas de gutapercha quedarían en el interior de un mar de cemento, sin formar una masa densa y que era imposible obliterar con ella los conductos laterales. Otros autores como Weine, niegan esta afirmación, habiendo demostrado que con esta técnica se consigue una masa compacta de puntas de gutapercha, con una mínima capa de sellador.^{10, 20}

Con esta técnica, hacemos que la gutapercha limite la obturación del conducto radicular en la porción apical. Por lo tanto, hay que destacar la importancia de la confección del llamado “tope apical” durante la preparación biomecánica, lugar en el que el cono de gutapercha deberá adaptarse perfectamente, de forma que hasta ofrezca una cierta resistencia a su remoción, “tug back”.⁷

2.4.1 Indicaciones

La compactación lateral de la gutapercha puede usarse casi en todos los casos, excepto en conductos muy curvos, de morfología anormal o que presentan irregularidades importantes como reabsorción interna.¹⁹



Es eficaz para casi todos los conductos radiculares.¹⁵

Indicada para los casos de biopulpectomías y necropulpectomías que hayan sido ensanchados por lo mínimo hasta el instrumento n° 35. Bonetti Filho y cols. demostraron que conductos radiculares con preparación apical más amplia (35 a 55) la técnica determinaba buenos sellados apicales.⁷

En conductos muy curvos o con grandes irregularidades pueden estar más indicadas otras técnicas que utilizan gutapercha plastificada por calor.²⁰

2.4.2 Ventajas y desventajas

La compactación lateral es relativamente sencilla, requiere un instrumental básicamente simple. Una ventaja fundamental sobre las otras técnicas es el control de la longitud.^{6, 19}

Si se dispone de un tope apical y se utiliza con cuidado el espaciador, se puede controlar muy bien la longitud de la obturación. Otras ventajas son la facilidad para repetir el tratamiento, la gran estabilidad dimensional y la posibilidad de preparar espacio para un poste.¹⁹

La técnica se puede aplicar con cualquiera de los cementos selladores aceptados.⁶

La compactación lateral tiene una desventaja: la obturación resultante está constituida por una serie de conos unidos por sellador, no forma una masa homogénea. Presenta gran cantidad de cemento sellador. También tiene dificultad para obturar conductos muy curvos, con ápices abiertos y con defectos de reabsorción interna.¹⁹

Otra desventaja es que no permite llenar las irregularidades del conducto tan bien como lo hacen las técnicas termoplastificadas. Los conos accesorios y el cono maestro quedan laminados y permanecen separados, esperando que el espacio entre cada uno de los conos se llene de cemento sellador.⁶

2.4.3 Procedimiento

Calibrado de la zona apical del conducto

La lima apical maestra indica el calibre de la zona apical del conducto.²⁰

Elección del espaciador



Se selecciona el espaciador más adecuado, debe alcanzar una longitud 1-2 mm menos que la longitud de trabajo. Se prefieren los espaciadores digitales de níquel-titanio, generan menos fuerza sobre las paredes del conducto y tienen mejor penetración a nivel apical.^{20, 35, 36}

Elección de la punta principal

Se selecciona del mismo calibre que la lima apical maestra. Por lo general de conicidad 2%, así el espaciador penetrará más cercano a la constricción y la compactación podrá ser mayor.²⁰

Se toman en cuenta los siguientes métodos para determinar si el cono maestro es el correcto:¹⁰

1. Prueba visual
2. Prueba táctil
3. Respuesta del paciente
4. Prueba radiográfica

El cono maestro puede quedar a una distancia de 0.5-1 mm como máximo (fig. 9). Si la punta queda a una distancia más corta, hay que probar una de calibre inferior. Si esta punta tampoco alcanza la longitud real, se deberá instrumentar de nuevo el tercio apical del conducto. Si la punta sobrepasa el límite elegido, se selecciona una de mayor calibre. Se deberá percibir una ligera sensación de fricción, pero no una sensación a la tracción o *tug-back*. Comprobar mediante una radiografía (conometría).²⁰



Fig. 9 Cono maestro a 0.5-1mm⁵

Las puntas de gutapercha deben desinfectarse durante 5 min en hipoclorito de sodio (2.5%).¹⁰ Posteriormente se secan con una gasa estéril. El cono maestro no debe provocar dolor y tampoco recolectar sangre en su punta, esto puede indicar que el cono está ubicado fuera del conducto.⁹



Secado del conducto

Se realiza con puntas de papel estandarizadas hasta extraerlas completamente secas (Fig. 10). Si su extremo apical aparece manchado de sangre, indica que el conducto no se ha preparado de modo adecuado, por haberse destruido la constricción o por no tener un tope apical. Se deberá preparar de nuevo la zona apical.²⁰

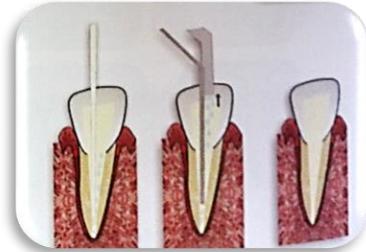


Fig. 10 Secado del conducto⁵

Introducción del sellador

Se introduce al conductos con el cono maestro, pincelando las paredes del conducto (Fig. 11).^{9, 20}

Introducción de la punta principal

Se introduce en el conducto hasta alcanzar la longitud real (Fig. 11), de forma lenta para permitir la salida de aire que haya en el interior del conducto.²⁰



Fig. 11 Introducción del cono maestro con sellador⁵

Condensación de puntas accesorias

Se introduce el espaciador digital, ejerciendo fuerza hacia apical, sin ser excesiva (Fig. 12). Dejar el espaciador durante 1-2 segundos para asegurar la deformación de la gutapercha. Se retira ejerciendo un movimiento de rotación horaria y antihoraria inferior a 180°, de modo que quede libre y se puede extraer.



A continuación, se introduce una punta de gutapercha accesoria (Fig. 13), la de menor calibre posible, y se repite la secuencia hasta que el espaciador presente resistencia.⁹



Fig. 12 Introducción del espaciador seleccionado⁵



Fig. 13 Introducción de puntas accesorias⁵

Lo último en introducirse en el conducto es una punta accesoria. Se recortan las puntas que sobresalen con un instrumento al rojo vivo y se condensa verticalmente, sin ejercer una presión excesiva.⁶ Se toma una radiografía para comprobar el límite apical y la calidad de la obturación. Si existe algún defecto se repite la obturación.²⁰

Cuidados finales

Se limpia la cámara pulpar con un solvente, como el cloroformo o el xilol, para eliminar cualquier resto del material de obturación que haya quedado pudiendo ocasionar una tinción en la corona (Fig. 14).²⁰



Fig. 14 Obturación final⁵



2.5. Técnica de compactación lateral con ultrasonido

2.5.1 Antecedentes del ultrasonido

Las ondas ultrasónicas se utilizan en medicina desde hace aproximadamente cincuenta años (Fukada & Yassuda, 1957).⁷

El uso de ultrasonidos se introdujo por primera vez en odontología para preparaciones cavitarias, esta técnica tuvo críticas favorables, nunca llegó a ser popular ya que tenía que competir con la eficacia de la pieza de alta velocidad.⁸

Zinner en 1955 informó sobre el uso de un instrumento ultrasónico para eliminar los depósitos de la superficie del diente, mejorado después por Johnson y Wilson, así el escaler ultrasónico se convirtió en una herramienta establecida en la eliminación del cálculo dental y la placa dental.⁸

Richman, en 1957, fue el primero que utilizó el ultrasonido en Endodoncia, con el Cavitron, mismo utilizado en periodoncia por la adaptación de limas endodónticas en la punta PR30.^{7, 8}

Howard Martin, en 1976, reintrodujo en la endodoncia ese mismo Cavitron, a partir del sistema endosónico Cavi-Endo, dándole un nuevo impulso al ultrasonido en el tratamiento de los conductos radiculares. Consistía en el uso combinado y simultáneo de la acción energizante de la lima endosónica (limas tipo K y diamantadas) con la activación ultrasónica de la solución irrigante.^{7, 8}

El término endosónico fue acuñado por Martin y Cunningham y se definió como el sistema ultrasónico y sinérgico de instrumentación y desinfección del conducto radicular.⁸

2.5.2 Ultrasonido

Ultrasonido es el nombre dado a las ondas acústicas que tienen frecuencia mayor que las ondas perceptibles por el oído humano.⁷

El ultrasonido es energía de sonido con una frecuencia por encima del rango de audición humana, que es de 20 kHz. El rango de frecuencias empleado en las unidades de ultrasonidos originales fue de entre 25 y 40 kHz. Posteriormente se desarrollaron las denominadas piezas de mano ultrasónicas de baja frecuencia que funcionan de 1 a 8 kHz, que producen tensiones de cizallamiento (presión y fricción) más bajas, causando menos alteración en la superficie del diente.⁸

En Odontología, principalmente en Endodoncia, el nombre ultrasonido se debe al empleo de esa elevada franja de frecuencia bajo forma mecánica, como acción



vibratoria directa de la punta de un instrumento o inserto sobre el área de aplicación.⁷

Hay dos métodos básicos para producir ultrasonido.

- **Por magnetostricción (convencional)** es el fenómeno por el cual la energía magnética se convierte en energía mecánica (vibraciones)⁷

Una de las desventajas para la Endodoncia, de este método de producción de ultrasonido es que genera una gran cantidad de calor. Por ese motivo los aparatos necesitan dos sistemas de tuberías. Uno para refrigerar la fuente emisora del ultrasonido y otra para conducir la solución irrigante al conducto radicular por medio de las limas endosónicas.⁷

En la década de los 80's, se lanzaron al mercado aparatos accionados por magnetostricción, la Caulk Dentsply lanzo el Cavi-Endo (Fig. 15).⁷



Fig. 15 Cavi-Endo Jet⁸

- **Por efecto piezoeléctrico:** la propiedad de convertir energía eléctrica en energía mecánica se denomina efecto piezoeléctrico.⁷

Las unidades piezoeléctricas tienen algunas ventajas comparadas con unidades magnetostrictivas anteriores porque ofrecen más ciclos por segundo, 40 frente a 24 kHz. Las puntas de estas unidades trabajan en un movimiento lineal, hacia adelante y hacia atrás, que es ideal para la endodoncia.⁸

En la década del noventa, Osada lanzó en Japón el Enac indicado para uso endodóntico (Fig. 16), profilaxis periodontal y para remover coronas metálicas y pernos intrarradiculares. Tiene el sistema de doble irrigación, su frecuencia es de aproximadamente 30 KHz.⁷

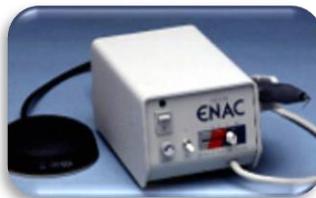


Fig. 16 Ultrasonido ENAC



2.5.3 Aplicaciones del ultrasonido en endodoncia

El ultrasonido se utiliza en odontología para aplicaciones terapéuticas y de diagnóstico, así como para la limpieza de instrumentos antes de la esterilización, actualmente su uso principal es para la eliminación de cálculo dental y en la terapia de los conductos radiculares.⁸

El ultrasonido en endodoncia tiene distintas aplicaciones las cuales son:

- ⇒ Mejorar el acceso, encontrar conductos calcificados y remoción de pulpa y calcificaciones.
- ⇒ Eliminación de obstrucciones intraconducto (instrumentos separados, endopostes, puntas de plata y postes metálicos fracturados)
- ⇒ Incrementar la acción de las soluciones irrigantes
- ⇒ Colocación del agregado de trióxido mineral (MTA)
- ⇒ Endodoncia quirúrgica, ayudando en la preparación y posicionamiento del material de obturación
- ⇒ Preparación del conducto radicular

2.5.4 Definición de la técnica de compactación lateral con Ultrasonido

La técnica de compactación lateral con ultrasonido consiste en el relleno del espacio ocupado anteriormente por la pulpa, utilizando gutapercha, cemento sellador y espaciadores que vibran linealmente, activados por una unidad ultrasónica que provee calor para la plastificación de la gutapercha. Esta técnica se ha evaluado clínicamente con resultados favorables.^{37, 38}

2.5.5 Estudios sobre la técnica de obturación con ultrasonido

Alfonso Moreno en 1977, fue el primero en introducir esta técnica. Realizó un estudio comparativo utilizando iodo 131 para evaluar la microfiltración en 20 dientes, 10 dientes fueron obturados con la técnica de condensación lateral en frío y los otros 10 fueron obturados con ultrasonido.³⁷ Utilizó el inserto PR30 para plastificar la gutapercha. En los 10 dientes obturados con la técnica de compactación lateral en



frío se presentó microfiltración de 1 a 3 mm, mientras que en la técnica con ultrasonido sólo en 3 dientes se presentó microfiltración en una media de 0.6 mm y todos mostraron una masa más homogénea. Aunque el estudio tuvo una muestra pequeña, se observó una reducción considerable de microfiltración y una obturación más homogénea al utilizar el ultrasonido.³⁷

Kirk Baumgardner y cols. en 1990 realizaron un estudio in vitro para medir la microfiltración en la técnica de compactación lateral con ultrasonido utilizando tinciones y microscopio de barrido, encontraron menor filtración de la tinción, menor cantidad de espacios y una masa más homogénea en los dientes que fueron obturados con ultrasonido, en comparación con la técnica lateral convencional.³⁹

Tom Gound y cols. en el 2001 realizaron un estudio comparando la técnica de compactación lateral convencional contra la técnica lateral con ultrasonido, en el cual pesaron la cantidad de gutapercha compactada, sin el uso de cemento sellador. Concluyeron que el mayor peso se obtuvo cuando se obturaba con ultrasonido, al termopastificar la gutapercha entraba una mayor cantidad de conos accesorios, también notaron que se utilizaba menos fuerza y tiempo cuando se obturaba con ultrasonido, la fatiga al terminar la obturación también era menor.^{35, 40}

Alexander Deitch y cols. en 2002 realizaron un estudio comparando la densidad de la gutapercha obtenida con la técnica de compactación lateral en frío y con ultrasonido. Encontraron que al compactar con ultrasonido se apreciaba una masa de gutapercha más homogénea, mejor adaptada al conducto y menor cantidad de espacios vacíos en comparación con la técnica lateral en frío.³⁸

Agarwal y cols. en el 2002 realizaron un estudio en donde se comparaban las técnicas de Thermafil, lateral convencional, lateral con ultrasonido y Obtura II, se observó que la obturación con ultrasonido permitía mayor presencia de gutapercha que de cemento, presentando los mismos resultados que la obturación con Obtura II, siendo superiores que las otras dos técnicas.⁴¹

Bailey y cols. en el 2004 realizaron un estudio de cortes transversales, en el cual encontraron que la activación con ultrasonido producía termoplastificación de la gutapercha y menor cantidad de espacios vacíos a lo largo del conducto haciéndolos casi nulos en comparación con la técnica de compactación lateral en frío. Investigaron cual podía ser la combinación de potencia y tiempo adecuados para la utilización del ultrasonido en la obturación de conductos, ya que el sobrecalentamiento puede dañar los tejidos periapicales. Encontraron que una activación en potencia 5 durante 15 segundos (unidad ultrasónica Enac model OE-3; Osada Electric Co. Ltd. California) produce un aumento excesivo en la temperatura,



pudiendo dañar la superficie periapical. Concluyeron que una activación en potencia 5 durante 10 segundos era óptima para termoplastificar la gutapercha.^{42, 43}

Li Peng y cols. en el 2007 realizaron un metanálisis con el propósito de evaluar las diferencias en los resultados clínicos de la obturación con ultrasonido y la condensación lateral en frío. En algunos estudios se encontró un menor número de sobreobturaciones con la técnica convencional, Frajlich y Abarca no encontraron diferencias significativas en extrusión apical entre ambas técnicas sin embargo, este meta-análisis concluyó que hay mayor incidencia de extrusión apical en la técnica con ultrasonido.⁴⁴ Se revisaron los casos clínicos de seis estudios en los que evaluaron los resultados a largo plazo al utilizar la técnica de compactación lateral en frío y con ultrasonido, incluyeron dientes con pulpitis irreversible y periodontitis apical crónica. Michanowicz demostró que 24 meses después del tratamiento, las proporciones de lesiones periapicales disminuyeron de 44% a 15% en el grupo tratado con la técnica de compactación lateral en frío, mientras que en el grupo de compactación con ultrasonido la proporción de lesiones disminuyó de 59% a 5%.⁴⁴ La calidad de la obturación, el resultado a largo plazo y la prevalencia del dolor postoperatorio fueron similares entre estos dos grupos.⁴⁴

Johhanes Mente y cols. en el 2007 realizaron un estudio in vitro evaluando la microfiltración apical en conductos extremadamente amplios obturados con ultrasonido, condensación lateral en frío y compactación termoplastificada. Los resultados obtenidos demostraron que en las muestras obturadas con ultrasonido hubo menor microfiltración apical en comparación con la técnica de compactación lateral en frío y comparable a la de los conductos obturados con la compactación termoplastificada. Los resultados de este estudio sugieren que el uso de la técnica de compactación con ultrasonido es una excelente opción para obturar este tipo de dientes, ya que ofrece un mejor sellado apical que la técnica de compactación lateral en frío.⁴⁵

Barzuna y cols. en el 2008 llevaron a cabo un estudio comparativo entre la técnica de obturación lateral contra la técnica de termoplastificación con ultrasonido, en relación con la eficacia en el tratamiento endodóncico, valorando la filtración apical en micras y el tiempo de operación. En los resultados se obtuvo que más del 50% de las piezas del grupo de ultrasonido no presentaron filtración, mientras que en el grupo de compactación lateral el 50% mostraron filtración superior a 32,5 micras. El ultrasonido proporciona un mejor sellado apical, debido a que las vibraciones ocasionadas por el ultrasonido producen calor, el cual termoplastifica la gutapercha. La diferencia en tiempo de operación de las dos técnicas es mínima pero menor en



la técnica de obturación con ultrasonido. Por otro lado, la técnica de compactación lateral tiene un menor costo en los materiales.⁴⁶

Huberth Araya y cols. en el 2010 estudiaron el incremento de la densidad de la gutapercha con ultrasonido y como una o dos aplicaciones de ultrasonido aumentan la densidad de la gutapercha. Los resultados determinaron que el uso del ultrasonido requiere mayor tiempo operatorio y mayor cantidad de puntas de gutapercha accesorias, mostraron que a la primera aplicación de ultrasonido la densidad aumenta 46.04% y en la segunda 29.70%, concluyeron que esta técnica aumenta en un 75.7% la densidad de gutapercha en la obturación.⁴⁷

Ho, Jeffrey y cols. en el 2015 realizaron un estudio comparativo de calidad de obturación en el cual evaluaron la técnica de compactación lateral en frío, lateral con ultrasonido y la compactación vertical. Se observaron diferencias significativamente importantes en la densidad de la gutapercha, siendo menor en la técnica de compactación lateral en frío en comparación con la vertical y lateral con ultrasonido. Pero no se observaron diferencias significativas entre la compactación lateral con ultrasonido y compactación vertical. Se observó que los conos de gutapercha en la técnica de compactación lateral en frío no presentan buena compactación ni adaptabilidad, tanto a la pared del conducto radicular como a los conos.⁴⁸

La densidad del relleno de gutapercha en la región apical y coronal fue mayor en la técnica con ultrasonido, lo que indica que la compactación lateral con ultrasonido conduce a una mejora global de la calidad de la obturación.⁴⁸

Se han descrito varios protocolos de obturación para la condensación ultrasónica de gutapercha:⁸

- Moreno 1977: Ablandamiento ultrasónico del cono maestro seguido por condensación lateral fría con el inserto PR30.
- Baumgardner y Krell 1990: Activación ultrasónica después de la colocación de cada cono accesorio.
- Amditis y cols. 1992: Una o dos veces de activación ultrasónica después de completar la compactación vertical fría.
- Deitch y cols. 2002: Activación ultrasónica después de la colocación de cada segundo cono accesorio.
- Bailey y cols. 2004: Penetración del ultrasonido sin activar hasta la longitud deseada y activación al sacarlo
- Huberth 2007: Penetración de la punta ultrasónica activada al ingresar y al salir.
- Jácome 2017: Esta modificación se describe en la presente investigación.



2.5.6 Indicaciones

Obturación del sistema de conductos radiculares prácticamente en cualquier situación clínica.⁴⁹

2.5.7 Ventajas y desventajas

La técnica de termoplastificación con ultrasonido ofrece las siguientes ventajas y desventajas:

VENTAJAS

- Toma las ventajas de la técnica lateral en frío como el control apical y las de la técnica de compactación vertical como la homogeneidad y adaptabilidad a las paredes del conducto, evitando sus desventajas como sobrecalentamiento y la extrusión de material fuera del ápice.⁵⁰
- Una obturación más homogénea: toda la longitud del conducto radicular estará compuesto por una masa homogénea y dimensionalmente estable.³⁷
- Versatilidad de las limas ultrasónicas: Las limas utilizadas en la técnica (U-Files o limas de NiTi cortadas) se pueden elegir de acuerdo al tamaño del conducto radicular y también pueden ser precurvadas cuando se utiliza en conductos curvos, la gutapercha no se pega al instrumento mientras la unidad ultrasónica está activada.³⁷
- Aumento de la densidad de gutapercha: permite una mayor presencia de gutapercha que de cemento sellador. El ultrasonido produce vibraciones que termoplastifican la gutapercha, al aplicar presión sella los espacios y lleva el exceso de cemento sellador hacia coronal permitiendo que quepan más conos de gutapercha dentro del conducto radicular.^{43, 47}

DESVENTAJAS

- Una desventaja de trabajar con gutapercha caliente o con algún aparato que emita calor, es que el sobrecalentamiento puede dañar los tejidos periapicales. El límite de seguridad es de 10°C. Sin embargo, el efecto dependerá principalmente del tiempo de aplicación, el contacto con las paredes y la potencia del aparato.^{42, 47}



- Podría existir mayor riesgo de extrusión del material de obturación en la técnica de compactación con ultrasonido que en la técnica de compactación lateral en frío.⁴⁴

2.5.8 Procedimiento

Se describirá el procedimiento de la técnica según el manual de procedimientos de la Clínica de Endodoncia de la DEPEl “*Técnica de obturación mediante termoplastificación con ultrasonido*” del C.D.E.E. José Luis Jácome Musule 2018.⁴⁹

- Secar el conducto con puntas capillary y verificar con puntas de papel.
- Seleccionar las puntas de gutapercha principales y accesorias.
- Desinfectar las puntas de gutapercha (hipoclorito de sodio al 2.5% durante 3 a 4 minutos).
- Introducir la punta de gutapercha en el orificio de la regla calibradora que corresponde a la lima maestra apical.
- Cortar el sobrante de la punta de gutapercha colocada en la regla calibradora con una hoja de bisturí No. 15 para calibrarla o utilizar puntas de gutapercha calibradas 04, 06.
- Introducir la punta maestra de gutapercha dentro del conducto hasta la longitud de trabajo real.
- Comprobar ajuste clínico y radiográfico.
- Mezclar el cemento sellador.
- Seleccionar el espaciador digital o manual de acuerdo al diámetro del conducto.
- Colocar cemento sellador en la punta maestra de gutapercha.
- Llevar la punta de gutapercha al conducto hasta la longitud de trabajo real.
- Colocar espaciador a 1mm ó 2mm menos de la longitud de trabajo real.
- Verificar el espacio para la siguiente punta de gutapercha accesorio.
- Colocar xilol y cemento sellador en la punta de gutapercha accesorio seleccionada.
- Llevar la punta de gutapercha al conducto radicular.



-
- Repetir dos o tres veces (hasta que el espaciador no penetre más allá del tercio coronal del conducto).
 - Colocar adaptador para lima de ultrasonido en la unidad ultrasónica.
 - Seleccionar la lima de ultrasonido de acuerdo al conducto que se va a obturar.
 - Colocar lima dentro del adaptador para lima de ultrasonido.
 - Seleccionar potencia adecuada para obturación de acuerdo a cada unidad ultrasónica.
 - Colocar espaciador digital o manual en el conducto hasta resistencia.
 - Insertar la lima activada con ultrasonido dentro del conducto por 3 a 5 segundos.
 - Insertar esta lima de 3 a 5mm antes de la longitud de trabajo real.
 - Colocar el espaciador digital en el espacio dejado por la lima de ultrasonido a resistencia.
 - Colocar cemento sellador y xilol en la punta de gutapercha accesoria seleccionada.
 - Llevar la punta de gutapercha al conducto radicular hasta la longitud que se requiera.
 - Repetir el procedimiento hasta que exista resistencia de penetración del espaciador.
 - Encender lámpara de alcohol.
 - Calentar instrumento AGC ó Glick #1 al rojo cereza.
 - Colocar el instrumento directamente en la llama.
 - Colocar el instrumento en la entrada del conducto para recortar excedente.
 - Realizar compactación vertical en el conducto radicular.
 - Utilizar Glick No.1 y condensar verticalmente.
 - Comprobar que la obturación se encuentre en la entrada del conducto.
 - Limpiar cámara pulpar con torunda de algodón y xilol.
 - Restaurar el acceso con restauración temporal.



3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obturación de conductos radiculares es la última etapa del tratamiento de conductos, su propósito es impedir el paso de microorganismos que hayan escapado de la terapéutica y que puedan proliferar e irritar nuevamente la región periapical, induciendo una reacción inflamatoria crónica e interferir en el éxito del tratamiento.

Una incorrecta obturación del conducto radicular, generalmente presenta espacios vacíos (áreas ó espacios no obturados) entre el material de obturación y las paredes del conducto, lo cual puede fomentar la filtración de fluidos tisulares y microorganismos, aumentando la probabilidad de fracaso en el tratamiento.

La técnica de compactación lateral en frío es considerada el estándar de oro para la obturación del sistema de conductos radiculares, sin embargo, presenta ciertas desventajas como son una pobre adaptabilidad de la gutapercha a las paredes del conducto radicular, ocupa una gran cantidad de cemento sellador que con el tiempo puede contraerse o disolverse y presenta numerosos espacios vacíos, lo que conlleva a una mayor filtración en comparación con otras técnicas en las que la gutapercha se termoplastifica.

Por esta razón surge el siguiente cuestionamiento:

¿Cuál técnica de obturación del sistema de conductos radiculares tendrá menor porcentaje de áreas no obturadas entre la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de compactación lateral con ultrasonido?



4. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, ha sido notoria la influencia de la tecnología sobre la práctica endodóncica, gracias a esto el éxito de los tratamientos ha ido en aumento, lo cual hace necesario incorporar herramientas y tecnología que mejoren y faciliten los tratamientos.

Es importante conocer cual técnica ofrece una mejor calidad de obturación, una masa de gutapercha más homogénea y una menor cantidad de áreas o espacios no obturados, con el fin de realizar tratamientos de mayor calidad, más predecibles y de manera menos complicada, que ofrezcan un mejor pronóstico del tratamiento de conductos radiculares a largo plazo y así devolver o preservar la salud de los tejidos periapicales y la salud bucal del paciente.

Existen diversas modificaciones de la técnica de compactación lateral con ultrasonido descrita por Alfonso Moreno en 1977, en la presente investigación se comparará la técnica modificada y utilizada en la clínica de Endodoncia de la DEPeI (descrita en el manual de procedimientos de la clínica de Endodoncia de Posgrado, DEPeI, Facultad de Odontología UNAM) contra la técnica de compactación lateral en frío.



5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

- Comparar el porcentaje de áreas no obturadas entre dos técnicas: compactación lateral en frío y compactación lateral con ultrasonido, en dientes anteriores superiores extraídos de humanos, mediante el análisis de observaciones con microscopio estereoscópico de cortes transversales a los 2, 4, 6 y 8 mm de la raíz.

5.2 Objetivos específicos

- Identificar el porcentaje de áreas no obturadas que resultan de la técnica de compactación **lateral en frío** (TCL) en dientes anteriores superiores extraídos de humanos, mediante el análisis de las observaciones con un microscopio estereoscópico de cortes transversales a los 2, 4, 6 y 8 mm de la raíz.
- Identificar el porcentaje de áreas no obturadas que resultan de la técnica de compactación **lateral con ultrasonido** (TCLU) en dientes anteriores superiores extraídos de humanos, mediante el análisis de las observaciones con un microscopio estereoscópico de cortes transversales a los 2, 4, 6 y 8 mm de la raíz.



6. HIPÓTESIS

6.1. Hipótesis de Investigación

La técnica de compactación lateral con ultrasonido tendrá un menor porcentaje de áreas no obturadas en comparación con la técnica de compactación lateral en frío, mediante el análisis en el programa ImageJ de los cortes transversales de los conductos radiculares observados con un microscopio estereoscópico a 56X.

6.2. Hipótesis Estadística

6.2.1 Hipótesis Alterna

El porcentaje de áreas no obturadas será estadísticamente *menor* al emplear la técnica de compactación lateral con ultrasonido en comparación con la técnica de compactación lateral en frío, al llevar a cabo las observaciones con el programa imageJ de los cortes transversales de los conductos radiculares con un microscopio estereoscópico a 56X.

6.2.2 Hipótesis Nula

El porcentaje de áreas no obturadas será igual con la técnica de compactación lateral con ultrasonido que con la técnica de compactación lateral en frío al llevar a cabo las observaciones con el programa imageJ de los cortes transversales de los conductos radiculares con un microscopio estereoscópico a 56X.



7. TIPO DE ESTUDIO

Estudio experimental, in vitro.

8. POBLACIÓN EN ESTUDIO

68 Dientes anteriores superiores extraídos de humanos.

9. CRITERIOS DE SELECCIÓN

9.1 Criterios de inclusión

- Dientes anteriores superiores extraídos de humanos
- Dientes con curvatura menor a 15°
- No presentar fracturas radiculares
- Tener el ápice completamente formado

9.2 Criterios de exclusión

- Dientes con tratamiento de conductos previo
- Dientes en los que el conducto no sea radiográficamente visible

9.3 Criterios de eliminación

- Dientes que presenten obliteraciones al instrumentarlos
- Dientes que sufran complicaciones durante la instrumentación, por ejemplo, fractura de instrumentos



10. VARIABLES

Variable	Definición operacional	Escala de medición
Variable independiente		
Intervención	Grupo de tratamiento al que se asigna de forma aleatoria el diente.	VARIABLE CATEGÓRICA DICOTÓMICA: 0= Técnica de compactación lateral en frío (TCL) 1= Técnica de compactación lateral con ultrasonido (TCLU)
Variables dependientes		
Porcentaje del área no obturada	Porcentaje del conducto radicular de áreas no obturadas determinado por el software ImageJ al analizar los cortes transversales a 2, 4, 6 y 8mm con un microscopio estereoscópico a 56X.	CONTINUA
Porcentaje del área obturada con gutapercha	Porcentaje del conducto radicular obturado con gutapercha, determinado por el software ImageJ al analizar los cortes transversales a 2, 4, 6 y 8mm con un microscopio estereoscópico 56X.	CONTINUA
Porcentaje del área obturada con cemento sellador	Porcentaje del conducto radicular de áreas obturadas con cemento sellador determinado por el software ImageJ al analizar los cortes transversales a 2, 4, 6 y 8mm con un microscopio estereoscópico a 56X.	CONTINUA

11. SELECCIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

El cálculo del tamaño de muestra se llevó a cabo mediante la fórmula para diferencia de proporciones. Estimando encontrar una diferencia del 25% entre la proporción del conducto libre de espacios no obturados entre la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de compactación lateral con ultrasonido (0.68 y 0.93 respectivamente) con una significancia del 0.05 y un poder del 80%⁵¹.

$$n = (Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * \left(\frac{P_1(1 - P_1) + P_2(1 - P_2)}{(P_1 - P_2)^2} \right)$$



G*Power 3.1

Central and noncentral distributions Protocol of power analyses

Test family: Exact

Statistical test: Proportions: Inequality, two independent groups (Fisher's exact test)

Type of power analysis: A priori: Compute required sample size - given alpha, power, and effect size

Input parameters:

- Tail(s): One
- Determine
- Proportion p1: 0.687
- Proportion p2: 0.94
- alpha err prob: 0.05
- Power (1-beta err prob): 0.8
- Allocation ratio N2/N1: 1

Output parameters:

Sample size group 1	34
Sample size group 2	34
Total sample size	68
Actual power	0.8034790
Actual alpha	0.007336523

Options X-Y plot for a range of values Calculate

Se determinó que se requiere una muestra de **68 dientes**, dividiéndolos en dos grupos:

- **34** dientes obturados con la técnica de compactación lateral en frío.
- **34** dientes obturados con la técnica de compactación lateral con ultrasonido.

El cálculo del tamaño de muestra se realizó con el programa G*Power Versión 3.1.9.2



12. MATERIALES

EQUIPO	MATERIAL	INSTRUMENTAL
<ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonido Varios 370 (NSK®) • Motor Elements (SybronEndo®) • Micromotor (Strong®) • Microscopio estereoscópico modelo MGC-10® Marca LOMO, Rusia • Vernier • Estufa con control de temperatura (Felisa®) • Máquina recortadora (Thing sectioning machine, Gillings-Hamco, USA) • Disco de diamante (Buehler®) • Paralelizador (Leitz®) • Cámara Fotográfica Nikon® 5600 • Cámara Iphone® 7 de 12 megapíxeles 	<ul style="list-style-type: none"> • Puntas de gutapercha no estandarizada F (Hygenic®) • Puntas de gutapercha no estandarizada FM (Hygenic®) • Puntas de gutapercha no estandarizadas MF (Hygenic®) • Puntas de gutapercha no estandarizadas M (Hygenic®) • Xilol • Cemento sellador a base de hidróxido de calcio Sealapex (SybronEndo®) • Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 2.5% • EDTA 17% • Alcohol al 90% • Gasas • Campos de papel • Guantes, cubre boca y lentes de protección • Radiografías (Kodak®) • Aire comprimido • Acrílico autopolimerizable rápido • Monómero • Reglas de plástico • Plastilina • Cajas organizadoras • Laminillas de acrílico 	<ul style="list-style-type: none"> • Disco diamantado de doble luz • Vernier • Limas tipo K #10, 15, 30,35 y 40 (Dentsply Maillefer®) • Limas Protaper Next (Dentsply Maillefer®) • Jeringa de irrigación de 5 ml • Agujas para irrigar Navi-tips (Ultradent®) • Sistema Capillary (Ultradent®) • Fresas Gates-Glidden #2 y3 (Dentsply Maillefer®) • Finger spreaders (Miltex®) • Regla de dedo milimétrica (Miltex®) • Regla calibradora para puntas de gutapercha (Angelus®) • Recortador de gutapercha AGC (TBS®) • Lámpara de alcohol • Espátula para cementos • Loseta de papel • Pinzas de curación • Pieza de baja velocidad (W&H®) • Contraángulo (W&H®) • Ganchos para revelar • Cureta 30/33 (Hu-Friedy®) • Godetes • Kit de Irrigación E12 (NSK®) • Limas para Ultrasonido U-Files (NSK®) • Hoja de bisturí #15



13. MÉTODO

13.1 Entrenamiento

El operador asistió a un curso teórico práctico de la técnica de instrumentación con protaper Next (Dentsply®) y de la técnica de compactación lateral con ultrasonido. Se realizó instrumentación con el sistema rotatorio protaper Next (Dentsply®) de 10 cubos de acrílico de dos conductos de la marca Myltex® 2 molares, 2 premolares y 2 dientes anteriores extraídos de humanos, y se obturaron con la técnica de compactación lateral con ultrasonido.

13.2 Prueba piloto

Se realizó una prueba piloto con 4 dientes premolares extraídos de humanos, se instrumentaron con el sistema rotatorio Protaper Next (Dentsply®) y se obturaron 2 dientes con la técnica de compactación lateral en frío y 2 con la técnica de compactación lateral con ultrasonido.

Se colocaron en la estufa Felisa a $37^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ en agua bidestilada el mismo día para que el cemento sellador fraguara.

Después de 48 horas se realizaron los cortes transversales mediante dos técnicas; una por medio de una pieza de baja velocidad y un disco de diamante de doble luz bajo irrigación continua y la otra con una maquina recortadora con irrigación continua, para saber cuál técnica brindaba mejores cortes y menor arrastre de gutapercha. Los cortes se observaron bajo un microscopio estereoscópico MBC-10 a 56X. De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que la técnica más adecuada para realizar los cortes, siendo la recortadora Thing sectioning machine (Gillings-Hamco®, USA) con disco de diamante.

13.3 Selección de especímenes

Se seleccionaron 68 dientes anteriores superiores extraídos de humanos. (Fig. 17).

Los dientes se mantuvieron en una solución de hipoclorito de sodio al 2,5% durante 24 horas para disolver cualquier tejido remante, posteriormente se colocaron en agua bidestilada para mantenerlos hidratados hasta el momento de su utilización.



Fig. 17 Sesenta y ocho dientes anteriores

Se tomaron radiografías iniciales gemelas (Fig.18 y 19).



Fig. 18 Toma de radiografía

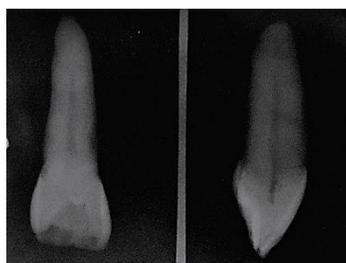


Fig.19 Radiografía inicial

13.4 Instrumentación de conductos radiculares

Para facilitar la instrumentación y obturación de los conductos radiculares se removieron las coronas en la unión cemento-esmalte con un disco de diamante de doble luz de baja velocidad estandarizando la medida de corte a $16 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ desde el ápice radicular hasta el corte a nivel cervical, en cada una de las raíces, se midieron con un vernier manual (Fig. 20 y 21).



Fig. 20 Remoción de corona



Fig. 21 Medición de la muestra



Para comprobar la permeabilidad (Fig.22) se utilizaron limas tipo K #10 (Maillefer®, Suiza).



Fig. 22 Comprobación de la permeabilidad con lima K #10

Todos los conductos se instrumentaron con el sistema rotatorio Protaper Next (Dentsply®) con el motor Elements (SybronEndo®) (Fig. 23) con una velocidad constante de 300 rpm y torque 3.2 Ncm.

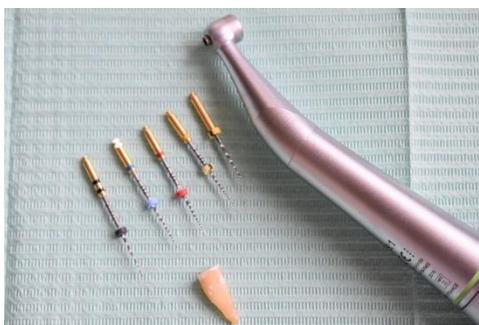


Fig.23 Sistema rotatorio Protaper Next (Dentsply®)

Se instrumentó con las limas #10 y #15 hasta 3mm antes de la longitud de trabajo real (Fig. 24).



Fig. 24 Instrumentación con limas tipo k #10 y #15



Con el motor Elements (SybronEndo®) se instrumentó el tercio cervical y medio con fresas Gates Glidden No. 3 y 2 (Fig. 25), se realizaron movimientos de entrada y salida, girando en sentido horario y sin retirar completamente la fresa del conducto. Se irrigó con hipoclorito de sodio al 2.5% entre el uso de cada fresa Gates Glidden y cada lima (Fig 26).



Fig. 25 Fresas Gates Glidden



Fig. 26 Irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5 %

Se determinó la longitud de trabajo con una lima #10. Se introdujo la lima en el conducto hasta que la punta fuera visible en el foramen apical y se le disminuyo 1 mm para determinar la longitud de trabajo.

Se instrumentó con las limas #10 y #15 hasta la longitud de trabajo real (Fig. 27).



Fig. 27 Instrumentación con limas tipo k #10 y #15

Con el motor (Elements, SybronEndo®) en una velocidad de rotación constante de 300 rpm con una ligera presión apical, se instrumentó con la lima X1, en una o más intenciones hasta alcanzar la longitud de trabajo real. Después con la lima X2, X3 y



X4 hasta alcanzar pasivamente la longitud de trabajo real (Fig. 28). Se instrumentó el tercio apical con limas manuales tipo Flexofile #40 (Fig. 29).



Fig. 28 Lima X4 del Sistema Rotatorio Next (Dentsply®)



Fig. 29 Lima tipo k #40

Se irrigó con 3ml de hipoclorito de sodio al 2.5% entre el uso de cada lima (Fig. 30) y se permearon los conductos con una lima #10, pasando 1 mm más allá del foramen apical para remover barrillo dentinario de la zona.



Fig. 30 Irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%

Después se irrigó con solución fisiológica para evitar la formación de precipitados y con 3ml de EDTA al 17%. Finalmente, los conductos radiculares se secaron con ayuda del sistema Capillary (Ultradent®) (Fig. 31) y se verificó que estuvieran secos con puntas de papel.



Fig. 31 Sistema Capillary (Ultradent®)

Todos los conductos radiculares fueron instrumentados por un mismo operador.



13.5 Obturación de conductos radiculares

13.5.1 Aleatorización

El proceso de aleatorización fue llevado a cabo por un investigador externo, el cual no tuvo contacto con los dientes incluidos en el estudio, asegurando así el cegamiento del procedimiento.

Se colocó un folio específico a cada uno de los 68 dientes, para poder identificarlos y determinar cuáles dientes debían ser obturados con una técnica de obturación y cuáles con la otra. Posteriormente se creó una base de datos que incluía los folios de todos los dientes recopilados en el programa estadístico Stata v.14.

Para realizar la aleatorización se optó por emplear el diseño de aleatorización en bloques balanceados, ya que, al contar previamente con el total de la muestra para el estudio, este diseño permite establecer un mismo tamaño para los grupos de intervención y mantiene la misma probabilidad de pertenecer a cualquiera de los grupos.

En el programa Stata, se ejecutó el comando, " ralloc BlockIdvar BlockSizevar Treatmentvar, nsubj(68) nt(2) ratio(1) equal seed(12) sav(random1)". El cual ordena la aleatorización de los 68 dientes en dos grupos de tratamiento (I y II), en una razón 1:1, para asegurar el equilibrio entre los grupos, es decir, el mismo número de sujetos para cada grupo de intervención. Por último, se indicó emplear una semilla #12, a través de este paso se establece el valor de inicio de la secuencia de aleatorización para que esta técnica pueda reproducirse.

Los **68** dientes se asignaron de forma aleatoria en 2 grupos experimentales:

- Grupo I: Formado por **34 raíces** que fueron obturadas mediante la técnica de compactación **lateral en frío**, utilizando cemento sellador Sealapex (Kerr®).
- Grupo II: Formado por **34 raíces** que fueron obturadas mediante la técnica de compactación **lateral con ultrasonido**, utilizando cemento sellador Sealapex (Kerr®).

Semilla #12 o semilla de aleatorización: valor de secuencia del punto de inicio de la aleatorización, permite replicar una secuencia de números aleatorios.



13.5.2 Obturación del grupo I

Se seleccionaron las puntas de gutapercha principales (FM) y accesorias (MF, F y FM). Se desinfectaron las puntas de gutapercha introduciéndolas en un godete de vidrio con hipoclorito de sodio al 2.5% durante 3 a 5 minutos (Fig. 32).



Fig. 32 Puntas de gutapercha desinfectándose

Se introdujo la punta de gutapercha principal (FM) en el orificio de la regla calibradora que corresponde a la lima maestra apical (Fig. 33), se cortó el sobrante de la punta de gutapercha colocada en la regla calibradora con una hoja de bisturí No 15.

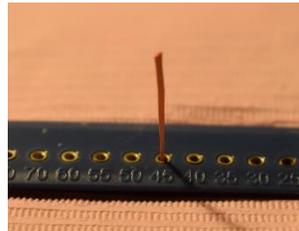


Fig. 33 Calibrado de punta de gutapercha principal

Se introdujo la punta principal hasta la longitud de trabajo real verificando su ajuste clínico y radiográfico (Fig.34).

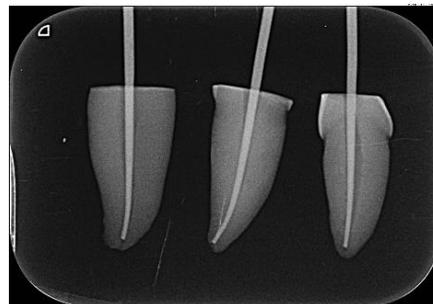
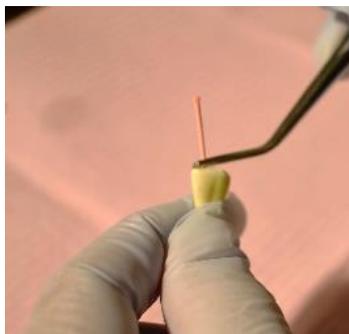


Fig. 34 Ajuste clínico y radiográfico



Se mezcló el cemento sellador Sealapex® en una loseta de papel en proporciones iguales, se realizó la mezcla con una espátula hasta obtener una consistencia cremosa, homogénea y formando una pequeña hebra (Fig. 35).

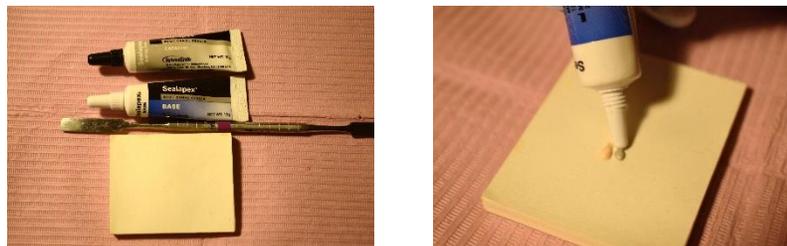


Fig. 35 Cemento sellador

Se seleccionó un espaciador digital Miltex® de acuerdo al diámetro de cada conducto para crear espacio y poder introducir un cono de gutapercha accesoria.

Se colocó cemento sellador en la punta de gutapercha principal y se llevó al conducto realizando movimientos de pincelado en todas las paredes del conducto hasta la longitud de trabajo real (Fig. 36).

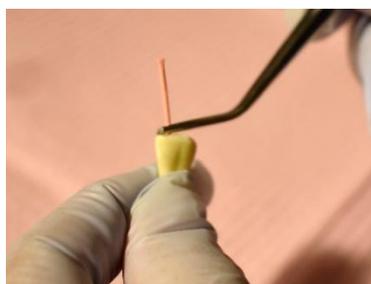


Fig. 36 Colocación de la punta de gutapercha principal

Se colocó el espaciador a 1mm ó 2mm menos de la longitud de trabajo real ó a resistencia (Fig. 37). Se verificó el espacio para la punta de gutapercha accesoria (MF, FM o F).



Fig. 37 Espaciador digital colocado



Se colocó cemento sellador en las puntas accesorias, se repitió el procedimiento hasta obturar por completo el conducto radicular. Se cortó el excedente de gutapercha con un instrumento AGC y se realizó compactación vertical en el conducto radicular con un Glick No.1 (Fig. 38).



Fig. 38 Eliminación de excedente y compactación

13.5.3 Obturación del grupo II

Se seleccionaron las puntas de gutapercha principales y accesorias.

Se desinfectaron las puntas de gutapercha introduciéndolas en un godete de vidrio con hipoclorito de sodio al 2.5% durante 3 a 5 minutos (Fig. 39).



Fig. 39 Puntas de gutapercha desinfectándose

Se introdujo la punta de gutapercha principal (FM) en el orificio de la regla calibradora que corresponde a la lima maestra apical, se cortó el sobrante de la punta de gutapercha colocada en la regla calibradora con una hoja de bisturí No 15 (Fig. 40).

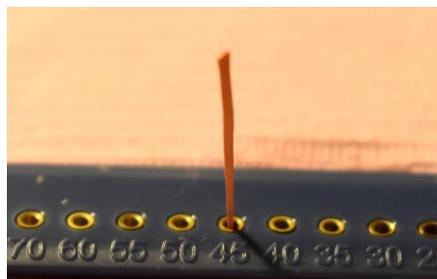


Fig.40 Calibrado de punta de gutapercha principal



Se introdujo la punta de gutapercha principal hasta la longitud de trabajo real verificando su ajuste clínico y radiográfico (Fig. 41).



Fig. 41 Ajuste clínico y radiográfico de la punta de gutapercha principal

Se mezcló el cemento sellador Sealapex en una loseta de papel en proporciones iguales (Fig. 42), se realizó la mezcla con una espátula hasta obtener una consistencia cremosa, homogénea y formando una pequeña hebra.



Fig. 42 Porciones iguales de cemento sellador

Se seleccionó un espaciador digital Miltex® de acuerdo al diámetro de cada conducto para crear espacio y poder introducir un cono de gutapercha accesoria. Se colocó cemento sellador en la punta principal de gutapercha y se llevó al conducto realizando movimientos de pincelado en todas las paredes del conducto hasta la longitud de trabajo real (Fig. 43).

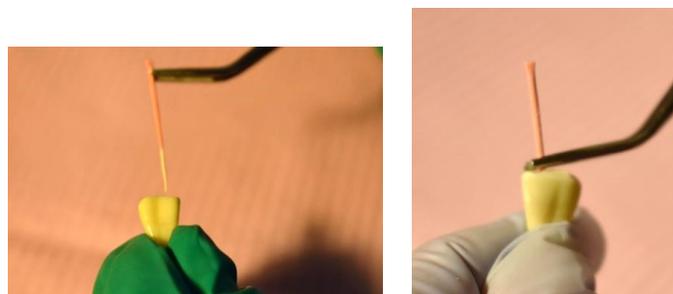


Fig. 43 Colocación de la punta de gutapercha principal con cemento sellador



Se colocó el espaciador a 1mm ó 2mm menos de la longitud de trabajo real ó a resistencia (Fig. 44). Se verificó el espacio para la punta de gutapercha accesoria (MF, FM o F).



Fig.44 Espaciador digital colocado

Se colocó xilol y cemento sellador en las puntas de gutapercha accesorias, se colocaron de dos a tres puntas de gutapercha accesorias.

Después se colocó el adaptador para lima de ultrasonido en la unidad ultrasónica (Fig. 45). Se seleccionó una lima de ultrasonido #25 (U-File NSK) y se colocó dentro del adaptador para lima de ultrasonido (Fig. 46). Se seleccionó una potencia de E4 en la unidad ultrasónica.



Fig. 45 Unidad ultrasónica



Fig. 46 Adaptador para lima de ultrasonido

Se colocó el espaciador digital por unos segundos (de 2 a 3 aproximadamente) en el conducto radicular hasta sentir resistencia, para crear una deformación permanente, al quitar el espaciador digital se insertó la lima de ultrasonido activada dentro del conducto por no más de 10 segundos (Fig. 47) para plastificar la



gutapercha. La lima entró y salió del conducto activada por el ultrasonido, esta se introdujo de 3 a 5mm antes de la longitud de trabajo real.

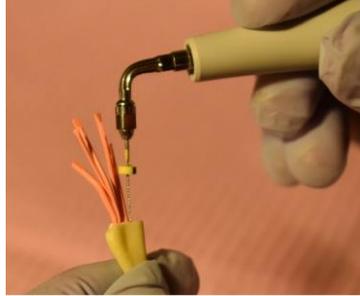


Fig. 47 Lima de ultrasonido activada

Enseguida se colocó el espaciador digital en el espacio creado por la lima de ultrasonido y se llevó una punta de gutapercha accesoria con cemento sellador y xilol hasta la longitud requerida.

Se repitió el procedimiento hasta que hubo resistencia para introducir el espaciador (Fig. 48).

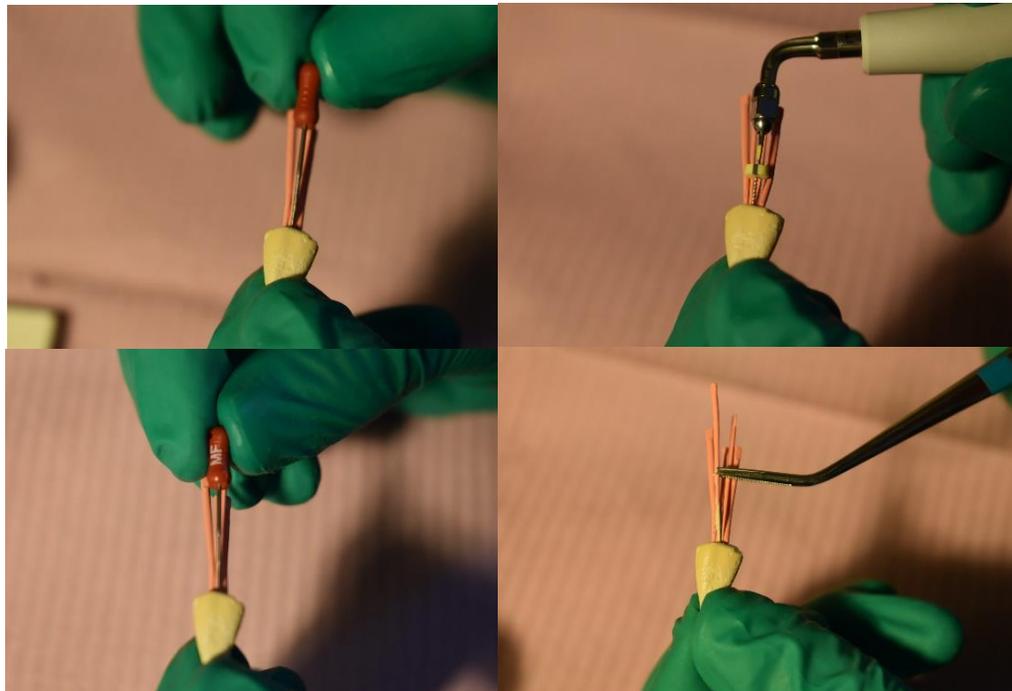


Fig.48 Espaciador digital-lima de ultrasonido-espaciador digital-punta de gutapercha



Se eliminó el excedente de gutapercha con un recortador AGC y se realizó compactación vertical con Glick No.1 (Fig. 49).



Fig. 49 Eliminación del excedente de gutapercha y compactación vertical

13.6 Fraguado del cemento sellador

Una vez obturados todos los conductos radiculares, se almacenaron los dientes durante 3 semanas en la estufa Felisa a una temperatura de $37^{\circ}\pm 1^{\circ}\text{C}$ con una humedad del 100%, para permitir el fraguado del cemento sellador (Fig. 50).



Fig. 50 Estufa Felisa y almacenamiento de muestras en cajas

13.7 Análisis de Cortes transversales

Al sacar los dientes de la estufa Felisa se secaron y midieron con un vernier digital marcando con una línea cada 2 mm hasta llegar a los 8 mm con un lápiz para localizar el lugar de corte, partiendo del ápice hacia coronal (Fig. 51).



Fig. 51 Medición con vernier digital

Todos los dientes se colocaron en reglas de plástico con acrílico transparente, que se utilizaron como base para colocar los dientes, darles soporte, facilitar su manipulación y poder asegurarlos a la platina de la maquina recortadora, se esperó hasta que polimerizara para poder realizar los cortes (Fig. 52). Se colocaron cuatro dientes por regla, teniendo un total de 17 reglas, todas se enumeraron para no confundir las muestras y tener orden en todo momento.

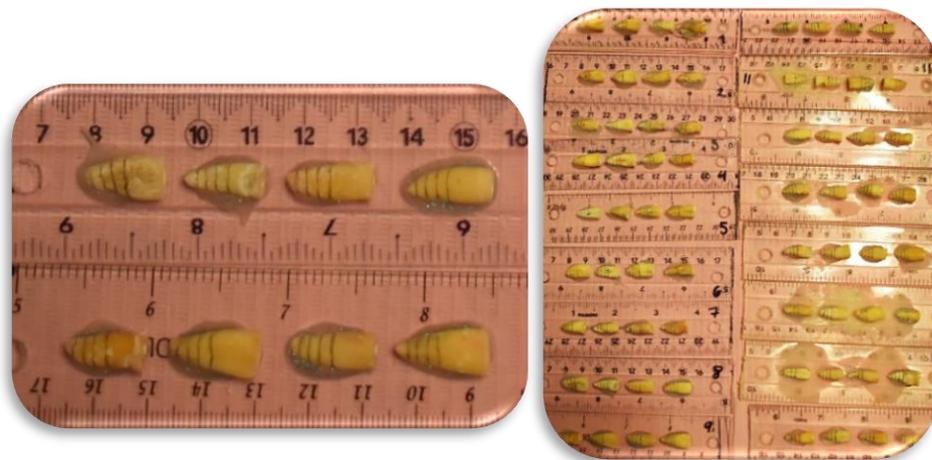


Fig. 52 Dientes montados en reglas de plástico

Una vez polimerizados, los dientes fueron seccionados transversalmente con la máquina recortadora con un disco de diamante de doble luz bajo refrigeración con agua continua y aire comprimido (Fig. 53) para evitar el calentamiento y reducir en lo mayor posible la plastificación de la gutapercha.



Fig. 53 Máquina recortadora

Todos los cortes se colocaron en plastilina y se paralelizaron (Fig. 54) con una prensa paralelizadora (Leitz®), ejerciendo presión sobre las muestras, todos los cortes se guardaron en las mismas cajas respetando la numeración.



Fig. 54 Paralelizado de las muestras y guardado en cajas

Se realizaron las observaciones bajo un microscopio estereoscópico a una ampliación de 56X y se tomaron fotografías digitales, siempre de la misma manera conservando la posición original del diente en una dirección corono-apical (Fig. 55).^{11, 14, 27, 52-55}

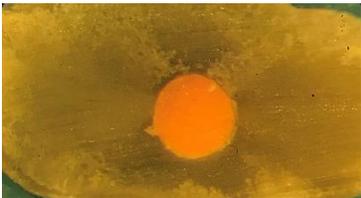
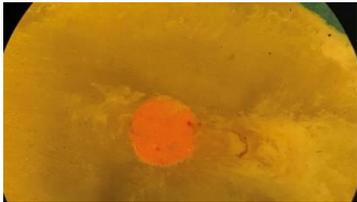
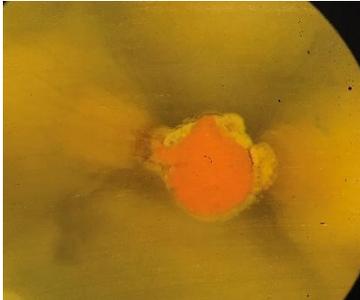
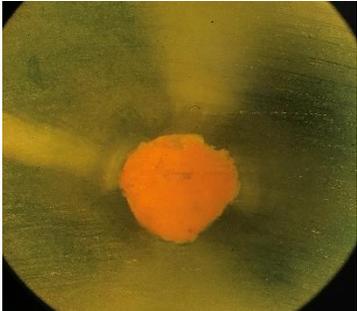
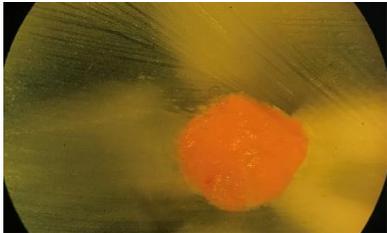
CORTE	Técnica de compactación lateral (TCL)	Técnica de compactación lateral con ultrasonido (TCLU)
2mm		
4mm		
6mm		
8mm		

Fig. 55 Fotografías de los cortes transversales

Las áreas ocupadas por gutapercha, las áreas ocupadas por cemento sellador y las áreas de espacios vacíos se midieron contando los píxeles usando el software ImageJ (Fig. 56). Primero se midió el diámetro total del conducto, después el área de gutapercha y sellador, para obtener el área de espacios vacíos se sumaron área de gutapercha más área de cemento sellador y se le resto el área total del conducto.



Con el programa Excel se capturó la base de datos y se calcularon los porcentajes.¹⁴

56, 57

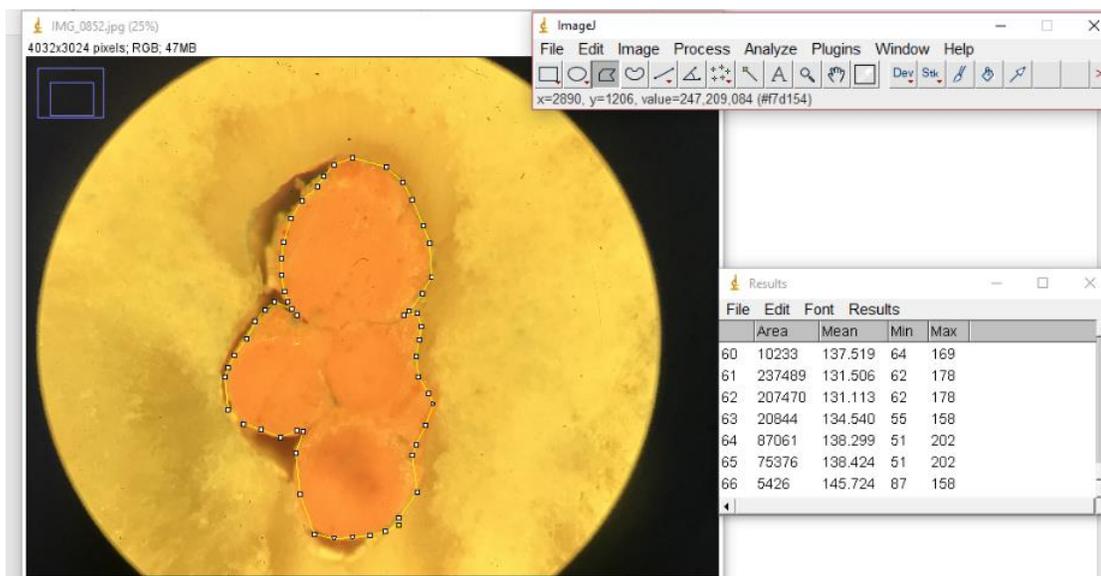


Fig. 56 Programa ImageJ

14. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico de los datos se realizó empleando el programa Stata 13, en dos etapas:

1. Análisis descriptivo
2. Análisis bivariado

14.1 Análisis descriptivo.

Se empleó para resumir la distribución de las variables. Se utilizaron medidas de tendencia central (media y mediana) y de dispersión (rango intercuartílico) para resumir el porcentaje ocupado por gutapercha, cemento sellador y espacios no obturados de los 68 dientes examinados. Se aplicó la prueba de Shapiro Wilk para identificar si las variables numéricas presentaban o no una distribución normal, se encontró que los datos no presentaron una distribución normal, por lo cual se emplearon pruebas no paramétricas.



14.2 Análisis bivariado

Se estableció un $\alpha=0.05$ para las pruebas de hipótesis.

Se empleó un análisis de diferencia de medianas de Wilcoxon para determinar si el porcentaje de gutapercha, cemento sellador y espacios vacíos difiere entre la técnica TCL y TCLU en cada uno de los cortes transversales. También se realizó un análisis de Friedman para determinar si el porcentaje de gutapercha, cemento sellador y espacios vacíos difiere entre los cortes transversales a 2, 4, 6 y 8 mm en cada técnica de obturación.



15. RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados generales del espacio ocupado por gutapercha, cemento sellador y espacios vacíos del total de las observaciones.

Tabla 1. Porcentaje promedio de espacios ocupados por gutapercha, cemento y espacios vacíos del conducto radicular.

	Media	Mediana	Iqr
Gutapercha	90.0	92.6	9.58
Cemento	6.6	4.6	5.41
Espacios vacíos	3.4	1.9	3.31

Se observó que en general, la mayor parte del conducto radicular fue ocupada por la gutapercha 92.6%, seguido del cemento 4.6% y un 1.9% de espacios vacíos.

Al comparar el porcentaje general del conducto radicular que es ocupado por gutapercha, cemento y por espacios vacíos entre las dos técnicas de obturación (TCL y TCLU) se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre las dos técnicas. La técnica lateral con ultrasonido en comparación con la técnica lateral en frío tuvo una mediana mayor de porcentaje de gutapercha ocupado en el conducto radicular (94.4% y 87.4% respectivamente), así como un menor porcentaje ocupado por espacios vacíos (1.3% y 4.2% respectivamente) [Tabla 2]

Tabla 2. Porcentaje promedio de los espacios ocupados por gutapercha, cemento y espacios vacíos entre las dos técnicas de obturación

	TCL (n=34)		TCLU (n=34)		P
	Media	Mediana (Iqr)	Media	Mediana (Iqr)	
Gutapercha	86.3	87.4 (11.76)	86.3	94.4 (4.36)	0.001
Cemento	8.3	7.2 (7.67)	5.0	3.8 (2.99)	0.001
Espacios vacíos	5.4	4.2 (5.77)	1.5	1.3 (1.32)	0.001

*Test de Wilcoxon de suma de rangos



Al comparar los resultados del espacio ocupado por la gutapercha entre las dos técnicas de obturación en cada corte, se observó que las raíces obturadas con la técnica TCLU presentaban un mayor porcentaje de gutapercha en los conductos radiculares a nivel de 4, 6 y 8 mm ($p < 0.05$) [Figura 3], pero a los 2mm no se observaron diferencias significativas en el espacio ocupado por la gutapercha. [Tabla 3]

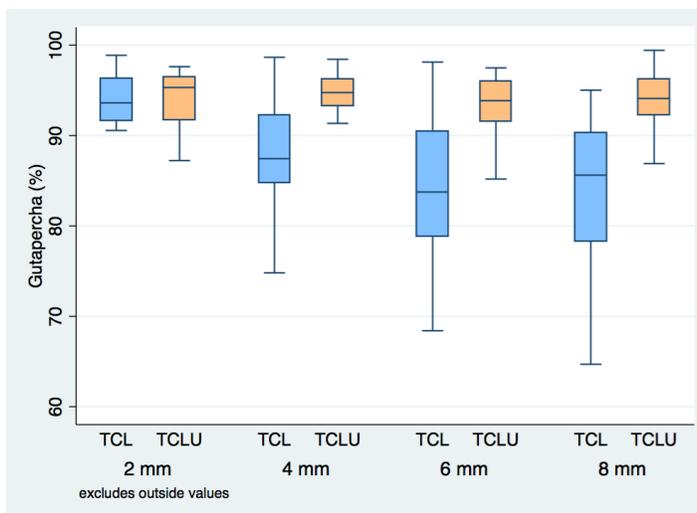


Figura 3. Distribución de espacios con gutapercha entre las técnicas de obturación TCL y TCLU a los 2, 4, 6 y 8mm.

Tabla 3. Distribución del porcentaje ocupado por espacios con gutapercha, cemento y espacios vacíos entre las dos técnicas de obturación en cada corte

	TCL (n=34)		TCLU (n=34)		p
	Media	Mediana (Iqr)	Media	Mediana (Iqr)	
Gutapercha					
2 mm	89.6	93.6 (4.64)	93.9	95.3 (4.81)	0.372
4 mm	87.4	87.4 (7.52)	93.3	94.8 (2.93)	0.001
6 mm	84.5	83.8 (11.65)	92.9	93.9 (4.41)	0.001
8 mm	84.1	85.6 (11.97)	94.1	94.1 (3.98)	0.001
Cemento					
2 mm	6.1	3.6 (3.97)	4.6	3.3 (2.87)	0.636
4 mm	8.5	7.4 (4.31)	5.4	3.7 (2.88)	0.001
6 mm	10.3	9.7 (8.64)	5.4	4.1 (2.66)	0.001
8 mm	8.1	6.6 (7.57)	4.5	3.9 (1.92)	0.011



Espacios vacíos						
2 mm	4.3	1.7 (2.98)		1.5	1.3 (1.09)	0.088
4 mm	4.1	3.7 (3.6)		1.3	1.1 (1.23)	0.001
6 mm	5.1	4.3 (5.39)		1.8	1.5 (1.51)	0.001
8 mm	7.8	7.2 (6.04)		1.4	1.3 (1.33)	0.001
*Test de suma de rangos						

Al comparar cada corte transversal se observó que a los 4, 6 y 8 mm, la técnica TCL presentó un mayor porcentaje de espacio ocupado por cemento, en comparación con la técnica TCLU ($p < 0.05$) [Figura 4], sin embargo, a los 2mm no se observaron diferencias significativas ($p = 0.63$) en el espacio ocupado por el cemento. [Tabla 3]

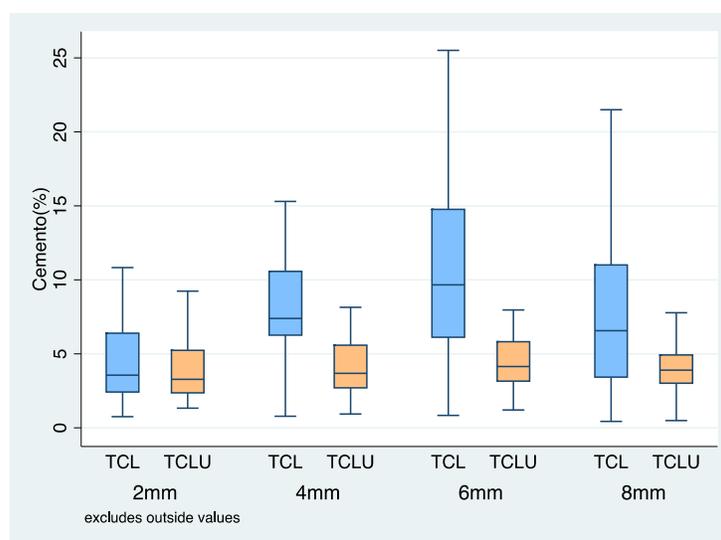


Figura 4. Distribución del porcentaje del conducto ocupado por cemento entre las técnicas de obturación TCL y TCLU a los 2, 4, 6 y 8mm.

Al comparar cada corte transversal se observó que, a los 4, 6 y 8 mm, la técnica TCL presentó un mayor porcentaje de espacios vacíos, en comparación con la técnica TCLU ($p < 0.05$) [Figura 5], sin embargo, a los 2mm el porcentaje de espacios vacíos fue muy similar entre ambas técnicas de obturación (1.7% y 1.3% respectivamente, $p = 0.63$). [Tabla 3]

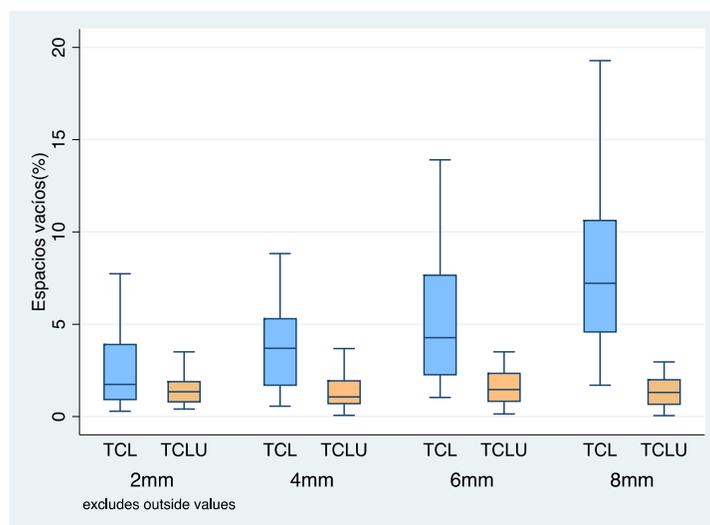


Figura 5. Distribución del porcentaje ocupado por espacios vacíos entre las técnicas de obturación TCL y TCLU a los 2, 4, 6 y 8mm.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas del porcentaje obturado con gutapercha entre los distintos cortes transversales tanto en los dientes que emplearon la técnica TCL y la técnica TCLU. En los dientes obturados con la técnica TCL, se observó una mayor proporción de espacios con gutapercha a nivel de los 2 mm (93.6%) y una menor proporción de espacios obturados con gutapercha a los 6mm (83.8%). En los dientes obturados con la técnica TCLU se observó un comportamiento similar. [Tabla 4]

Tabla 4. Comparación del porcentaje de gutapercha entre los cortes transversales							
	TCL				TCLU		
	Media	Mediana (Iqr)	p		Media	Mediana (Iqr)	p
2 mm	89.6	93.6 (4.64)	0.0143	2 mm	93.9	95.3 (4.81)	0.0026
4 mm	87.4	87.4 (7.52)		4 mm	93.3	94.8 (2.93)	
6 mm	84.5	83.8 (11.65)		6 mm	92.9	93.9 (4.41)	
8 mm	84.1	85.6 (11.97)		8 mm	94.1	94.1 (3.98)	
*test de Friedman							

Se observaron diferencias estadísticamente significativas del porcentaje ocupado por el cemento entre los distintos cortes transversales tanto en los dientes que emplearon la técnica TCL y la técnica TCLU. En los dientes obturados con la técnica TCL, se observó una mayor proporción de espacios con cemento a nivel de los 6 mm (9.7%) y una menor proporción de espacios obturados con gutapercha a los



2mm (3.6%). En los dientes obturados con la técnica TCLU se observó un comportamiento similar. [Tabla 5]

Tabla 5. Comparación del porcentaje de cemento entre los cortes transversales							
Cemento							
	TCL		p	TCLU			p
	Media	Mediana(Irq)			Media	Mediana(Irq)	
2 mm	6.1	3.6 (3.97)	0.0214	2 mm	4.6	3.3 (2.87)	0.0024
4 mm	8.5	7.4 (4.31)		4 mm	5.4	3.7 (2.88)	
6 mm	10.3	9.7 (8.64)		6 mm	5.4	4.1 (2.66)	
8 mm	8.1	6.6 (7.57)		8 mm	4.5	3.9 (1.92)	
*test de Friedman							

Con respecto al porcentaje ocupado por espacios vacíos no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos cortes transversales tanto en los dientes en que se empleó la técnica TCL y la técnica TCLU. [Tabla 6]

Tabla 6. Comparación del porcentaje de espacios vacíos entre los cortes transversales							
Espacios vacíos							
	TCL		p		TCLU		p
	Media	Mediana (Irq)			Media	Mediana (Irq)	
2 mm	4.3	1.7 (2.98)	0.1106	2 mm	1.5	1.3 (1.09)	0.2222
4 mm	4.1	3.7 (3.6)		4 mm	1.3	1.1 (1.23)	
6 mm	5.1	4.3 (5.39)		6 mm	1.8	1.5 (1.51)	
8 mm	7.8	7.2 (6.04)		8 mm	1.4	1.3 (1.33)	
*test de Friedman							



16. DISCUSIÓN

Alfonso Moreno en 1977 introduce la técnica de compactación lateral con ultrasonido, sin embargo, la técnica de activación del ultrasonido para termoplastificar la gutapercha ha sufrido diversas modificaciones. Este autor utilizó el inserto PR30 para termoplastificar, estando activado se introducía al conducto después de colocar el cono maestro, el inserto tenía que estar 5mm antes de la longitud de trabajo real y trabajar durante 3 a 4 segundos, se retiraba e inmediatamente se colocaba un condensador y la colocación de un cono accesorio y se repetía el procedimiento.³⁷ Bailey introducía el inserto de ultrasonido sin activar hasta la longitud deseada y salía activado, activaba el ultrasonido de 3 a 5 segundos.⁴³ Hubert Arayala introducía la punta ultrasónica activada, al salir del conducto también debía estar activada.⁴⁷ Alexander Deitch sugiere realizar la activación del ultrasonido después de haber colocado dos puntas accesorias.³⁸ Baumgardner y Krell, sugieren el uso del ultrasonido después de la colocación de cada punta accesorio.³⁹ En la presente investigación se sugiere realizar primero la técnica de compactación lateral en frío, utilizando de 2 a 3 conos accesorios, después se inserta la lima activada con ultrasonido dentro del conducto por menos de 10 segundos, al salir del conducto también debe estar activada, se coloca el compactador y un cono accesorio con cemento sellador y xilol y se repite el procedimiento.

Se han realizado diversas investigaciones para comparar la técnica de compactación lateral en frío y la técnica de compactación lateral con ultrasonido, siguiendo diferente metodología.

Alfonso Moreno realizó un estudio comparativo donde utilizó iodo 131 para evaluar la microfiltración y encontró que existía una menor microfiltración en la técnica de compactación lateral con ultrasonido y una obturación más homogénea.³⁷

Baumgardner y Krell, utilizaron tinciones para medir microfiltración y escaneo con microscopio electrónico, encontraron que al obturar con ultrasonido la masa de gutapercha era más homogénea, presentaba menor cantidad de espacios vacíos y una mejor compactación hacia las paredes del conducto radicular.³⁹ Estos resultados coinciden con la investigación que realizaron Bazurna y cols. en la cual encontraron que el uso del ultrasonido proporciona un mejor sellado apical, pero que el costo era mayor al igual que el tiempo operacional.⁴⁶ Johhanes y cols. encontraron que el uso de ultrasonido es una excelente opción para obturar conductos muy amplios.⁴⁵



Alexander Deitch y cols. así como Agarwal y cols. encontraron mayor densidad de gutapercha en los conductos obturados con la técnica de compactación lateral con ultrasonido en comparación con la técnica convencional y que al emplear el ultrasonido se ocupan más puntas de gutapercha accesorias.^{35, 38} Al emplear la técnica de compactación lateral con ultrasonido la densidad de la gutapercha aumenta como se ha podido observar en distintas investigaciones^{42, 43 38, 45, 47, 48}

La metodología utilizada en el presente estudio se basa principalmente en mediciones del área obturada con gutapercha, cemento sellador y espacios vacíos por medio de cortes transversales observados bajo un microscopio estereoscópico y análisis de fotografías con el programa ImageJ, este programa se ha utilizado en otras investigaciones para calcular porcentajes de áreas obturadas con gutapercha, áreas con cemento sellador y áreas no obturadas.^{11, 14, 27, 52-55 14 56, 57}

Los cortes transversales de los dientes y los cálculos del porcentaje de gutapercha, de cemento sellador y espacios vacíos se realizaron en el tercio apical, debido a la complejidad de esta zona anatómica y por lo tanto la importancia de un sellado adecuado en este sitio⁵⁷.

Al realizar los cortes se irrigó con suficiente agua y aire comprimido para disminuir el calor y la plastificación de la gutapercha, sin embargo, en algunas fotografías se pudo observar cierto grado de arrastre de gutapercha, lo cual pudo haber afectado en cierta medida, ocultando algunos espacios vacíos o áreas con cemento sellador por gutapercha. Se hizo énfasis en la calidad de las fotografías, ya que a partir de ellas se realizó el análisis de las obturaciones.

Los resultados de esta investigación coinciden con diversas investigaciones^{35, 37-48} al encontrar que la técnica de compactación con ultrasonido mostró una mejor calidad de obturación en comparación con la técnica de compactación lateral en frío, en el presente estudio la técnica de compactación lateral con ultrasonido mostró un menor porcentaje de áreas sin obturar, menor porcentaje de espacios ocupados con cemento sellador y mayor cantidad de gutapercha en comparación con la técnica de compactación lateral en frío.



17. CONCLUSIONES

En relación con los resultados obtenidos en esta investigación, se rechaza la hipótesis nula (de no diferencia entre ambas técnicas). La técnica de compactación lateral con ultrasonido mostró un menor porcentaje de áreas sin obturar, menor porcentaje de espacios ocupados con cemento sellador y mayor cantidad de gutapercha en comparación con la técnica de compactación lateral en frío, los resultados fueron estadísticamente significativos.

Con respecto a las diferencias encontradas en los cortes realizados entre las dos técnicas, a los 4, 6 y 8mm, la técnica de compactación lateral con ultrasonido mostró menor porcentaje de áreas sin obturar, menor porcentaje de espacios ocupados con cemento sellador y mayor cantidad de gutapercha en comparación con la técnica de compactación lateral en frío, los resultados fueron estadísticamente significativos. En los cortes realizados a los 2mm los resultados no fueron estadísticamente significativos entre ambas técnicas.

Con respecto a las diferencias encontradas entre los cortes, la mayor cantidad de gutapercha se encontró a los 2mm y la menor a los 6mm en ambas técnicas, con resultados estadísticamente significativos. La mayor cantidad de espacios obturados con cemento se encontró a los 6mm y la menor a los 2mm en ambas técnicas, con resultados estadísticamente significativos. Con respecto al porcentaje ocupado por espacios vacíos no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los distintos cortes transversales tanto en los dientes en que se empleó la técnica TCL y la técnica TCLU. Esto se traduce en una obturación más homogénea a los 2mm, al emplear cualquiera de las dos técnicas de obturación.

Se comprobó que la modificación de la técnica de compactación lateral con ultrasonido descrita en esta investigación, presenta resultados clínicos favorables y superiores a la técnica de compactación lateral en frío durante la obturación del sistema de conductos radiculares, produce una obturación con mayor cantidad de gutapercha, menor cantidad de espacios vacíos y menor cantidad de espacios obturados con cemento sellador que con el tiempo pueden disolverse o contraerse, lo anterior podría traducirse en menor filtración en la obturación y mejor calidad en ésta.

La técnica de termoplastificación con ultrasonido tiene un mayor costo en comparación con la técnica lateral en frío, debido al uso de la unidad ultrasónica, sin embargo, el uso de este dispositivo en endodoncia ha servido para mejorar y optimizar diversos procedimientos en el área, no solo en la obturación, por lo que



es preferible recurrir a su uso. Los beneficios serán a largo plazo en la salud del paciente, teniendo un mayor control de la enfermedad pulpo-periapical y mejorando el pronóstico del tratamiento de conductos.

Agradecimientos

CD. David Calderon Uriostegui

Aleatorización y análisis estadístico



19. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.angelusdental.com/products/details/id>.
2. <https://www.kerrdental.com/kerr-endodontics>.
3. <https://krobalto.com/endodoncia/103-roeko-seal.html>.
4. <http://brasselerusa.com/wp-content/files/IFU-0018%20Brasseler%20USA%20ES%20BC%20Sealer%20IFU%20REV%20B>.
5. Estrela C. *Ciencia Endodóntica* Sao Paulo: Artes Médicas, 2005, p.539-77.
6. Cohen S and Hargreaves KM. *Cohen vías de la pulpa*. 10a ed. España: Elsevier, 2011, p.349-83.
7. Leonardo M. *Endodoncia: Tratamiento de conductos radiculares: Principios Técnicos y Biológicos*. Sao Paulo: Artes Médicas, 2005, p.647-62 Y 941-1031.
8. Plotino G, Pameijer CH, Maria Grande N and Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*. 2007; 33: 81-95.
9. De Lima Machado ME, Souza AdDS, de Britto ML, Pallota RC, Massaro H and Lombardi A. *Endodoncia: de la biología a la técnica*. 1a ed. Caracas: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica CA.(AMOLCA), 2009, p.321-53.
10. Ingle JIB, Hernández LKG and Luis J. *Endodoncia*. 5a ed. México: Mc Graw-Hill, 2004, p.581-669.
11. Schäfer E, Köster M and Bürklein S. Percentage of Gutta-percha-filled Areas in Canals Instrumented with Nickel-Titanium Systems and Obturated with Matching Single Cones. *Journal of Endodontics*. 2013; 39: 924-8.
12. Li G-h, Niu L-n, Selem LC, et al. Quality of Obturation Achieved by an Endodontic Core-carrier System with Crosslinked Gutta-percha Carrier in Single-rooted Canals. *Journal of dentistry*. 2014; 42: 1124-34.
13. Iglesias EF, Freire LG, de Miranda Candeiro GT, dos Santos M, Antoniazzi JH and Gavini G. Presence of Voids after Continuous Wave of Condensation and Single-cone Obturation in Mandibular Molars: A Micro-computed Tomography Analysis. *Journal of Endodontics*. 2017; 43: 638-42.
14. Schäfer E, Schrenker C, Zupanc J and Bürklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *Journal of Endodontics*. 2016; 42: 294-8.
15. Martínez MAC. Estudio comparativo de filtración apical entre las técnicas de obturación lateral y vertical en endodoncia. *Revista Oral*. 2010; 11: 573-6.
16. Grossman LTM, Grossman ML and Muruzabal TM. *Práctica Endodóntica*. 3a ed. Argentina: Mundi, 1981, p.277-80.
17. Maisto O. *Endodoncia* 14 ed. Buenos Aires: Mundi, 1984, p.197-210.
18. Nica LM, Didilescu A, Rusu D, Bacila A and Stratul S-I. Photomicrographic evaluation of the apical sealing capacity of three types of gutta-percha master cones: an in vitro study. *Odontology*. 2012; 100: 54-60.
19. R Torabinejad WR. *Endodoncia. Principios y Práctica*. 4a ed. España: Elsevier, 2010, p.298-319.
20. Canalda S and Brau E. *Endodoncia Técnicas Clínicas y bases Científicas* 3a ed. Barcelona: Masson 2014, p.206-27.
21. Gupta R, Dhingra A and Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR*. 2015; 9: Zc15-7.



22. Castillo CCS, Guerrero J y Boladoll EC. Estudio comparativo de la microfiltración apical de tres sistemas de obturación endodóncica: Estudio in vitro. *Revista Odontológica Mexicana*. 2009; 13: 136-40.
23. Paredes-Vieyra J and Enriquez FJ. Success rate of single- versus two-visit root canal treatment of teeth with apical periodontitis: a randomized controlled trial. *J Endod*. 2012; 38: 1164-9.
24. Singla R, Marwah N and Dutta S. Single Visit versus Multiple Visit Root Canal Therapy. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2008; 1: 17-24.
25. Soares IJ and Goldberg F. *Endodoncia. Técnica y fundamentos*. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2002, p.141-65.
26. Keçeci AD, Çelik Ünal G and Şen BH. Comparison of cold lateral compaction and continuous wave of obturation techniques following manual or rotary instrumentation. *International Endodontic Journal*. 2005; 38: 381-8.
27. Schäfer E, Nelius B and Bürklein S. A comparative evaluation of gutta-percha filled areas in curved root canals obturated with different techniques. *Clinical Oral Investigations*. 2012; 16: 225-30.
28. Vitti RP, Prati C, Silva EJNL, et al. Physical Properties of MTA Fillapex Sealer. *Journal of Endodontics*. 2013; 39: 915-8.
29. Braun AY. Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. *Revista de la sociedad de Endodoncia de Chile*. 2015; 31: 4-8.
30. Debelian G and Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *Giornale Italiano di Endonzia*. 2016; 30: 70-80.
31. Hammad M, Qualtrough A and Silikas N. Evaluation of Root Canal Obturation: A Three-dimensional In Vitro Study. *Journal of Endodontics*. 2009; 35: 541-4.
32. Wu MK, Van Der Sluis LWM and Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *International Endodontic Journal*. 2002; 35: 527-35.
33. Van Der Sluis LWM, Gambarini G, Wu MK and Wesselink PR. The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *International Endodontic Journal*. 2006; 39: 472-6.
34. Souza EM, Wu MK, Van Der Sluis LW, Leonardo RT, Bonetti-Filho I and Wesselink PR. Effect of filling technique and root canal area on the percentage of gutta-percha in laterally compacted root fillings. *International Endodontic Journal*. 2009; 42: 719-26.
35. Gound TG, Riehm RJ, Makkawy HA and Odgaard EC. A Description of an Alternative Method of Lateral Condensation and a Comparison of the Ability to Obturate Canals Using Mechanical or Traditional Lateral Condensation. *Journal of Endodontics*. 2000; 26: 756-9.
36. Wu M-K, Bud MG and Wesselink PR. The quality of single cone and laterally compacted gutta-percha fillings in small and curved root canals as evidenced by bidirectional radiographs and fluid transport measurements. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2009; 108: 946-51.
37. Moreno W. Thermomechanically softened gutta-percha root canal filling. *Journal of Endodontics*. 1977; 3: 186-8.
38. Deitch AK, Liewehr FR, West LA and Patton WR. A Comparison of Fill Density Obtained by Supplementing Cold Lateral Condensation with Ultrasonic Condensation. *Journal of Endodontics*. 2002; 28: 665-7.
39. Baumgardner KR and V. Krell K. Ultrasonic condensation of gutta-percha: An in vitro dye penetration and scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*. 1990; 16: 253-9.



40. Gound TG, Riehm RJ, Odgaard EC and Makkawy H. Effect of Spreader and Accessory Cone Size on Density of Obturation Using Conventional or Mechanical Lateral Condensation. *Journal of Endodontics*. 2001; 27: 358-61.
41. Agarwal M, Rajkumar K and Lakshminarayanan L. Obturation of internal resorption cavities with 4 different techniques: An in-vitro comparative study. *Endodontology*. 2002; 14: 3-8.
42. Bailey G, Cunnington S, Ng YL, Gulabivala K and Setchell D. Ultrasonic condensation of gutta-percha: the effect of power setting and activation time on temperature rise at the root surface—an in vitro study. *International endodontic journal*. 2004; 37: 447-54.
43. Bailey G, Ng YL, Cunnington S, Barber P, Gulabivala K and Setchell D. Root canal obturation by ultrasonic condensation of gutta-percha. Part II: an in vitro investigation of the quality of obturation. *International endodontic journal*. 2004; 37: 694-8.
44. Peng L, Ye L, Tan H and Zhou X. Outcome of Root Canal Obturation by Warm Gutta-Percha versus Cold Lateral Condensation: A Meta-analysis. *Journal of Endodontics*. 2007; 33: 106-9.
45. Mente J, Werner S, Koch MJ, et al. In Vitro Leakage Associated with Three Root-filling Techniques in Large and Extremely Large Root Canals. *Journal of Endodontics*. 2007; 33: 306-9.
46. Mayid Barzuna Ulloa RUQ. Comparacion del Selle Apical de dos técnicas de obturación en endodoncia: Lateral modificada vrs. Ultrasonido. *Revista IDental* 2008; 11: 11-23.
47. Araya-Rodríguez H and González-Tejedor A. Incremento de la Densidad de la Gutapercha con Ultrasonido. *Revista Científica Odontológica*. 2010; 2.
48. Ho ESS, Chang JWW and Cheung GSP. Quality of root canal fillings using three gutta-percha obturation techniques. *Restorative Dentistry & Endodontics*. 2016; 41: 22-8.
49. Jacome MJ, Luis. TÉCNICA DE OBTURACIÓN MEDIANTE TERMOPLASTIFICACIÓN CON ULTRASONIDO. In: UNAM FdOD, (ed.). *Manual de Procedimientos de la clínica de Endodoncia Tomo I*. Ciudad Universitaria 2017, p. 96-107.
50. Zmener O and Banegas G. Clinical experience of root canal filling by ultrasonic condensation of gutta-percha. *Dental Traumatology*. 1999; 15: 57-9.
51. Schafer E, Schrenker C, Zupanc J and Burklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod*. 2016; 42: 294-8.
52. Van der Borden WG, Wu MK and Wesselink PR. Percentages of gutta-percha-filled canal area observed after increased apical enlargement. *J Endod*. 2010; 36: 139-42.
53. Wu D, Tang Z, Zhang G and Liu W. The sealing ability of a new silicone-based root canal filling material (GuttaFlow): an in vitro study using the percentage of gutta-percha-filled area. *Dental materials journal*. 2011; 30: 569-75.
54. Capar ID, Ertas H, Ok E and Arslan H. Comparison of single cone obturation performance of different novel nickel-titanium rotary systems. *Acta odontologica Scandinavica*. 2014; 72: 537-42.
55. Rossetto DB, Fernandes SL, Cavenago BC, Duarte MA, Ordinola-Zapata R and de Andrade FB. Influence of the method in root canal filling using active lateral compaction techniques. *Brazilian dental journal*. 2014; 25: 295-301.
56. Yilmaz A and Karagoz-Kucukay I. In vitro comparison of gutta-percha-filled area percentages in root canals instrumented and obturated with different techniques. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2017; 51: 37-42.
57. De-Deus G, Maniglia-Ferreira CM, Gurgel-Filho ED, Paciornik S, Machado AC and Coutinho-Filho T. Comparison of the percentage of gutta-percha-filled area obtained by Thermafil and System B. *Australian endodontic journal : the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*. 2007; 33: 55-61.