

**CAPACIDAD DE SELLE DE DOS TÉCNICAS DE OBTURACIÓN EN
REABSORCIONES INTERNAS SIMULADAS**

KAREN JARAMILLO

KATHERINE GALLO

CLAUDIA SAAVEDRA

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÁREA DE EDUCACIÓN AVANZADA Y CONTINUADA
POSGRADO DE ENDODONCIA
BOGOTÁ 2016**

PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN

KAREN JARAMILLO

KATHERINE GALLO

CLAUDIA SAAVEDRA

ASESORA METODOLÓGICO

Dra. Diana Y Parra

ASESORA CIENTIFICA

Dra. Ana Maribel Bonilla

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
UNICOC
BOGOTA
2016**

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. Aspectos Teórico-Científicos	8-9
1.1. Planteamiento del problema	10
1.2. Pregunta de investigación	10
1.3. Justificación	10
1.4. Propósito	10
2. Marco teórico	11
2.1. Reabsorción radicular	12
2.1.1 Prevalencia	13
2.1.2 Patogénesis e histología	14
2.1.3 Etiología	14
2.1.4 Características clínicas y radiográficas	15
2.1.5 Diferencias radiográficas entre reabsorción radicular externa e interna	16
2.1.6 Técnica radiográfica para diferenciar reabsorción radicular interna y externa	17
2.1.7 Diagnostico	18
2.1.8 Opciones terapéuticas	18
2.1.9 Tratamiento	19
2.2 Primer premolar superior	20
2.3 Segundo premolar superior	21
2.4 Primer premolar inferior	22
2.5 Segundo premolar inferior	22-23
2.6 Selladores	23
2.6.1 Propiedades ideales del sellador	24
2.6.2 Generalidades de los selladores	24
2.6.3 Selección de un sellador	24
2.6.4 Selladores a base de disolventes	24
2.6.5 Selladores basados en oxido de zinc y eugenol	25
2.6.6 Selladores a base de hidroxido de calcio	25
2.6.7 Selladores a base de ionomero de vidrio	25
2.6.8 Selladores a base de silicona	26
2.6.9 Metacrilatos de uretano	26
2.6.10 Selladores a base de resina	26-29
2.7 Materiales de obturación	29
2.8 Técnicas de obturación	29-32
2.8.1 Condensación lateral en frio	32-33
2.8.2 Técnicas de inyección termoplastificada	33
3. Objetivos	33
3.1 Objetivo general	33
3.2 Objetivos específicos	33
4. Hipótesis	34-36
5. Aspectos metodológicos	36-40
6. Procedimiento	40-43
7. Resultados	

8 Discusión
9 Conclusión
Bibliografía

44-48
48
49-56

1. ASPECTOS TEÓRICO – CIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La obturación hermética y tridimensional del sistema de conductos radiculares es un objetivo importante en el tratamiento endodóntico¹. La dificultad de la obturación adecuada del sistema de conductos radiculares se atribuye a diferentes factores como: Complejidad anatómica, configuración morfológica, entre los que se encuentran (múltiples forámenes, conductos delta apicales, accesorios y laterales). Dichos factores pueden constituir una vía para el paso de bacterias y productos de degradación del tejido entre el espacio del conducto radicular y los tejidos periodontales². Otras dificultades en lograr el objetivo de obturación son los fenómenos patológicos³ como la reabsorción radicular interna, que es la pérdida de los tejidos dentales duros como resultado de actividades clásticas⁴. La reabsorción radicular interna se caracteriza por una ampliación radiográfica e irregular de la cámara pulpar, con pérdida de continuidad espacio del conducto. Debido a que el proceso de reabsorción implica una progresiva pérdida de dentina intrarradicular sin deposición de tejidos duros adyacentes a los sitios de reabsorción, que se inicia dentro del canal de la raíz; el defecto incluye parte del espacio del conducto, y por lo tanto el contorno original del canal aparece distorsionado. Defectos e irregularidades generadas en la raíz por la reabsorción interna pueden ser difíciles de obturar adecuada y completamente. El material de obturación debe tener la capacidad de fluir y sellar estos defectos para evitar el fracaso de tratamiento por filtración bacteriana.

La gutapercha se ha utilizado en la odontología como material de obturación desde hace más de 150 años, se han desarrollado varias técnicas para mejorar el selle del conducto radicular previamente preparado. Actualmente, la técnica más aceptada y común es la lateral en frío, que se lleva a cabo mediante la compactación de gutapercha en combinación con un sellador insoluble en conducto radicular¹. En muchos estudios, este método sirve como un estándar conocido para comparar nuevas técnicas de obturación^{5 - 6}. La mayor parte de

nuevas técnicas de obturación de uso térmico suaviza la gutapercha para llenar mejor todos los espacios del sistema de conductos radiculares e istmos⁷. Una de ellas es Obtura II, cuya técnica de inyección de gutapercha ha demostrado ser significativamente superior a la condensación lateral y tiene una mejor adaptación al conducto radicular en forma tridimensional. En un estudio realizado por Anantula K, et al (2011) al evaluar zonas de espacios vacíos en la obturación se encontró que Obtura II mostro mejor adaptabilidad, en comparación con las técnicas de condensación lateral y Guttaflow, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre técnica de condensación lateral y Guttaflow.

Para el tratamiento de reabsorciones internas la técnica de obturación indicada es la gutapercha termoplastificada que resulta en un mejor pronóstico a largo plazo³. Gencoglu et al (2008) examinó la calidad de obturaciones radiculares en dientes con cavidades creadas artificialmente con reabsorción interna. Ellos encontraron que el Microseal (Sybron Endo, Orange, CA) y técnicas de Obturación Termoplásticas Obtura II (Spartan, Fenton, MO) fueron significativamente mejores en la obturación de las reabsorciones artificiales que Thermafil (Dentsply, York, PA), los sistemas de Soft-core (CMS Dental, Copenhagen, Dinamarca), y que la técnica de condensación lateral (CLC). La técnica CLC mostro menos espacios que Obtura II, pero estos fueron obturados por el sellador y no por la gutapercha. Goldman et al (2000) también llegaron a la conclusión de que el sistema Obtura II fue estadísticamente mejor en obturación de los defectos de reabsorción que CLC, Thermafil y una técnica híbrida. Stamos y Stamos (1986) reportaron 2 casos de reabsorción radicular interna en la que el sistema Obtura II mostro éxito en la obturación.

Otra técnica es el sistema de inyección en frío, (Guttaflow) la cual combina sellador y gutapercha en un solo material. Se compone de una matriz de polidimetilsiloxano, que contiene una fina capa de gutapercha. Tiene buenas propiedades debido a su insolubilidad, biocompatibilidad, expansión post-ajuste, gran fluidez. Guttaflow tiene nano-plata en su composición. La Nanoplatina es una plata metálica que se distribuye uniformemente sobre la superficie. Las

propiedades químicas y concentración de la nanoplata no causan corrosión o cambios de color⁸. En el estudio realizado por Suman Yadav, et al (2013) el Guttaflow fluyó significativamente mejor en todas las depresiones y ranuras laterales en los 3 mm apicales en comparación con técnica vertical con calor.

Sin embargo Brackett et al (2006) no encontraron diferencia significativa en la capacidad de selle entre el Guttaflow verticalmente compactado y la gutapercha termoplastificada y sellador AH Plus.

Al tener diferentes alternativas de tratamiento es necesario evaluar la calidad de obturación que se obtiene con cada una de ellas, para cumplir con el objetivo de obturación tridimensional en el tratamiento endodóntico.

1.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la capacidad de selle de la técnica de inyección en frío con condensación lateral y vertical en reabsorciones internas simuladas en premolares unirradiculares, frente a la técnica de gutapercha termoplastificada?

1.3 JUSTIFICACION

La función de la obturación endodóntica es llenar el espacio del conducto y eliminar todas las puertas de entrada entre el conducto radicular y el periodonto. Cuanto mejor sea el selle, mejor es el pronóstico para el diente. Muchas veces la anatomía normal del conducto radicular puede verse afectada por procesos patológicos que dificultan el tratamiento endodóntico. Dentro de estas condiciones se encuentra la reabsorción radicular interna.

La reabsorción radicular interna inflamatoria destruye el tejido dental duro por actividad odontoclástica^{9 10}. El tratamiento de conductos sigue siendo el tratamiento de elección de la reabsorción radicular interna ya que elimina el tejido de granulación y el suministro de sangre de las células clásticas.

Este estudio permitirá conocer el resultado de la obturación de rebsorciones internas simuladas con técnica de inyección en frío y técnica termoplastificada

para construir o ajustar guías y protocolos de manejo, en instituciones y consultorios y finalmente ofrecer opciones de tratamiento para esta patología. Los resultados permiten incrementar el conocimiento acerca de la obturación de reabsorciones internas con técnicas de obturación diferentes.

De igual manera puede establecer alternativas de tratamiento para reabsorciones internas en condiciones clínicas adecuadas para el abordaje de esta patología según los resultados del estudio.

1.4 PROPÓSITO

Durante el tratamiento de la reabsorción interna se deben utilizar técnicas de instrumentación, ayudas ópticas, ultrasonido y técnicas de obturación adecuadas, como la técnica de gutapercha termoplastificada, con la cual se obtiene un resultado favorable en dicho tratamiento pues se cumple con el objetivo de una obturación hermética. En casos donde no se tenga acceso a un sistema de obturación termoplastificada, es necesario buscar alternativas para cumplir con el propósito de un selle tridimensional de dicha patología.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Reabsorción radicular

La reabsorción radicular es la pérdida de los tejidos dentales duros que se da como resultado de actividades clásticas. La reabsorción ocurre como un fenómeno fisiológico o patológico. En la dentición primaria es un proceso fisiológico normal, excepto cuando se produce la reabsorción prematuramente¹¹. Los factores que intervienen en la resorción fisiológica de la raíz en la dentición primaria no se han esclarecido completamente, aunque el proceso parece ser regulado por citoquinas y factores de transcripción que son similares a los procesos involucrados en la remodelación ósea^{12 13}. A diferencia del hueso que sufre remodelación fisiológica continua durante toda la vida, la reabsorción radicular de los dientes permanentes

no se produce como resultado de un proceso fisiológico y esta frecuentemente es de naturaleza inflamatoria. Por lo tanto, la reabsorción radicular en la dentición permanente es un evento patológico; si esta no recibe tratamiento, podría dar lugar a la pérdida prematura de los dientes afectados. La reabsorción radicular se puede clasificar en la reabsorción externa o interna de acuerdo a la ubicación de la reabsorción en relación con la superficie de la raíz^{14 15}. La Reabsorción radicular interna se informó por primera vez en 1830¹⁶. En comparación con la reabsorción radicular externa, reabsorción radicular interna es una ocurrencia relativamente rara, y su etiología y patogenia no han sido completamente dilucidados¹⁷. Sin embargo, esta patología plantea preocupaciones de diagnóstico para el clínico, ya que a menudo se confunde con reabsorción cervical externa (ECR)^{18 19}. Determinar un buen diagnóstico es fundamental para evitar un tratamiento inadecuado de dientes que presentan reabsorción radicular²⁰.

2.1.1 Prevalencia

La reabsorción radicular interna (RRI) es considerada como una enfermedad poco frecuente. La ocurrencia de la reabsorción interna se ha estimado entre 0,01% y 1%. Thoma²¹ informó la presencia de reabsorción radicular interna en 1 de cada 1.000 dientes. Sin embargo, Cabrini et al²² detectaron la resorción interna por examen histológico en 8 de 28 dientes (28%) 49 a 320 días después de la pulpotomía con hidróxido de calcio. En otro estudio de 33 caninos superiores autotrasplantados, 17 (55%) desarrollaron reabsorción interna durante un tiempo de seguimiento de 6 años²³.

La reabsorción radicular interna ha sido descrita como: intrarradicular o apical según la ubicación en la que se observe la condición. La reabsorción interna intrarradicular es una condición inflamatoria que resulta en la destrucción progresiva de dentina y por lo tanto de túbulos dentinales a lo largo de los tercios medio y apical de las paredes del conducto radicular. Los espacios de reabsorción pueden ser ocupados solamente con tejido de granulación o estos pueden tener una combinación de tejido similar al hueso y tejidos mineralizados parecidos al cemento²⁴. La condición es observada más frecuentemente en varones que en

mujeres ^{25 26}. Aunque la reabsorción radicular interna intrarradicular es una entidad clínica relativamente rara, incluso después de una lesión traumática, ^{27 28} una mayor prevalencia se ha asociado con dientes que han sido sometidos a procedimientos específicos tales como autotrasplante ²⁹. Alixskan MK, Turkun ²⁶ examinaron el pronóstico del tratamiento endodóntico de 25 dientes con reabsorción interna con perforación y sin perforación. Los autores informaron que los dientes más comúnmente afectados fueron incisivos superiores.

2.1.2 Patogénesis e histología

La reabsorción radicular interna (TIR) es un fenómeno patológico caracterizado por la pérdida de dentina gracias a la acción de células clásticas. Se produce cuando la pulpa está en una condición de inflamación y el suministro de sangre trae células clásticas hacia la cámara pulpar. Los odontoclastos (células de reabsorción de los dientes) son morfológicamente análogos a los osteoclastos y tienen propiedades enzimáticas para patrones de resorción similares. Sin embargo, son odontoclastos de menor tamaño en las lagunas de reabsorción de osteoclastos ³⁰. Se desconoce si los osteoclastos y células de reabsorción dental (dentinoclastos, odontoclastos, y cementoclastos) son la misma célula, por las similitudes que se encuentran entre ellas. Los odontoclastos tienen un borde irregular, contienen menos núcleos que los osteoclastos. La mayoría de odontoclastos que forman lagunas sobre la dentina son multinucleadas, poseen al menos 10 núcleos. Los odontoclastos oligonucleares (células con menos de cinco núcleos) reabsorben más dentina por núcleo que las células con un mayor número de núcleos ³¹.

Se han descrito dos tipos de reabsorción radicular interna: la reabsorción radicular interna inflamatoria y la reabsorción radicular interna por sustitución.

- En la reabsorción radicular interna inflamatoria, el proceso de resorción de la dentina intrarradicular progresa sin deposición adyuvante de los tejidos duros adyacentes a los sitios de reabsorción. El fenómeno se asocia con la presencia de tejido de granulación en el área donde se está llevando a cabo

la reabsorción, se identifica con radiografías de rutina como una zona radiolucida centrada en el conducto radicular.

- En la reabsorción radicular interna por reemplazo, la actividad de reabsorción causa defectos en la dentina adyacente al conducto radicular con la deposición simultánea de tejido similar al hueso en algunas regiones del defecto. Es el resultado de una ampliación irregular del espacio de la pulpa perdiendo el espacio parcial o totalmente.

La reabsorción radicular interna requiere dos fases: Fase de lesión y fase de estimulación. La fase de lesión está relacionada con los tejidos no mineralizados que cubren la superficie interna del conducto radicular, como son: la preentina y la capa odontoblastica. La fase de estimulación es el proceso principal de la RRI. Cabe destacar que los dientes pueden ser asintomáticos en etapas tempranas de la reabsorción ³²

2.1.3 Etiología

En la etiología de la RRI se han descrito diversos factores etiológicos, el más defendido es el trauma. En un estudio que incluyó 27 pacientes, el trauma fue el factor etiológico más común (43%), seguido por lesiones de caries (25%) ³³. La infección persistente de la pulpa por bacterias provoca la colonización de las paredes de la cámara pulpar por células similares a macrófagos. La acumulación y difusión de este tipo de células es el principal requisito previo para la iniciación de la reabsorción radicular ³⁴. Por tanto el trauma y la inflamación / infección pulpar son los factores que más contribuyen en el desempeño de la enfermedad¹⁰.

2.1.4 Características clínicas y radiográficas

La reabsorción interna suele ser asintomática y a menudo se reconoce clínicamente a través de radiografías de rutina. Cuando se presenta dolor, este puede ser dependiente de la condición pulpar o si la enfermedad a avanzado causando perforación radicular. Por lo tanto, los signos clínicos pueden variar de acuerdo a la ubicación de la RRI y su extensión. Si la reabsorción interna se

encuentra en el parte coronal del conducto radicular, un aspecto clínico que se puede observar es una “mancha rosada” en la corona del diente. El color rosa se relaciona con el tejido conectivo altamente vascularizado adyacente a las células de reabsorción. Este color cambia a gris oscuro cuando la pulpa se necrosa³⁵. A las pruebas de vitalidad, térmicas y eléctricas, el diente responde positivo hasta que la lesión crece significativamente en tamaño y causa una perforación. La inflamación del tejido conectivo que llena la RRI, sufre necrosis y desencadena una periodontitis apical. El diente puede entonces presentar síntomas y posteriormente se pueden producir abscesos perirradiculares. La perforación radicular puede llevar generalmente a la formación de un tracto sinusal, lo que confirma la presencia de una infección del conducto radicular, causado principalmente por bacterias Gram-negativas y anaerobios estrictos³⁶. El desarrollo de la necrosis pulpar completa detiene el progreso de la reabsorción porque las células de reabsorción interrumpen el suministro de sangre y también de nutrientes si la cámara pulpar está invadida de estas células. Radiográficamente la RRI se caracteriza por una aparición de una zona de forma oval dentro de la cámara pulpar o del conducto radicular.

2.1.5 Diferencias radiográficas entre reabsorción radicular Externa e Interna

El defecto de la reabsorción radicular interna es generalmente simétrico y aparece radiográficamente como una radiolucidez redonda o en forma de pera. El proceso de reabsorción comienza desde la pulpa y no es posible seguir la continuidad del conducto radicular dentro del defecto. La radiolucidez suele ser uniforme, con márgenes bien definidos. Por el contrario el defecto de reabsorción externa por lo general no tiene una forma específica. Es más a menudo asimétrica y se encuentra superpuesta sobre el sistema de conductos radiculares, que puede estar adyacente a la radiolucidez. La radiolucidez no es uniforme, y sus márgenes son irregulares e indefinidos.

CUADRO #1 DIFERENCIAS REABSORCIÓN EXTERNA E INTERNA

Descripción	Reabsorción interna	Reabsorción externa
Apariencia general	Redonda o en forma de pera	No forma específica
Densidad	Uniforme	No es uniforme
Márgenes	Agudos y claramente definidos	Irregular, indefinidos
Simetría	Simétrica	Asimétrica
Sistema del conducto radicular	No se puede seguir en el área radiolúcida del defecto	Puede seguirse en área radiolúcida

Fuente: Shanon Patel (JOE. 2010)

2.1.6 Técnica radiográfica para diferenciar reabsorción radicular Interna y externa

Cuando dos objetos están en una línea recta de acuerdo con el observador, el objeto más distante se oculta y se sitúa detrás del otro. Conforme a la técnica de Clark (8) cuando los rayos X del tubo se dirigen desde una angulación mesial o distal, el objeto más distante de la película se moverá en la dirección del haz de rayos X, y el objeto más cercano a la película se mueve en la dirección opuesta. Radiografías Mesio-distal y buco-linguales del sistema de conductos radiculares se siguen en el área del defecto cuando el haz rayos X se dirige perpendicular a la raíz. Cuando el haz de rayos X se toma con ángulo excéntrico de 40°, el defecto de reabsorción externa se desplaza de su posición superpuesta sobre el sistema de conductos pero el defecto de reabsorción interna no cambia de posición. Incluso a una angulación de 60°. El defecto de reabsorción la interna no cambia, aunque el defecto reabsorción externa se observa casi completamente separado del conducto radicular.

Henry & Weinmann han demostrado que la técnica de evaluación radiográfica de cavidades de reabsorción puede ser modificada cambiando el ángulo de incidencia del haz de rayos X, cuando el ángulo horizontal del haz se modificó

para la toma de radiografías de incisivos centrales y laterales, las cavidades que se encuentran en las superficies vestibulares se proyectan hacia las superficies proximales y por tanto mejora la posibilidad de diagnosticarlas. Por lo tanto, es importante mantener un registro de las angulaciones con las que se obtienen las diferentes radiografías para cada paciente, con el fin de replicarlas en exámenes futuros. Andreasen et al. sugirieron que el examen de varias radiografías tomadas con diferentes angulaciones, y la comparación con radiografías anteriores, mejora la posibilidad de visualización de las cavidades de reabsorción, mostraron que las cavidades proximales se detectan más fácilmente que las presentes en las superficies bucales. La superposición del área radiolucida de la reabsorción vestibular sobre el conducto radicular reduce la capacidad del observador para detectar el proceso.

2.1.7 Diagnóstico

El diagnóstico de estas lesiones puede ser complicado y la radiografía convencional es a menudo insuficiente. En etapas tempranas la radiolucidez que causa la reabsorción interna no es detectable en las radiografías, cuando son pequeñas, o debido a las limitaciones de este método dimensional, al poder observar las imágenes solamente en dos dimensiones. La tomografía computarizada con haz cónico (CBCT) es la herramienta más adecuada que permite un diagnóstico más preciso de estas lesiones ³⁷.

Estudios recientes han comparado la efectividad de la radiografía convencional y CBCT para localizar reabsorciones internas o externas simuladas o verdaderas ³⁸ ³⁹ ⁴⁰ ⁴¹ ⁴². Los resultados de estos estudios indican que el CBCT que mejora la posibilidad de localizar relativamente pequeñas lesiones de reabsorción en comparación con radiografías convencionales.

La reabsorción interna se observa con frecuencia en los dientes con pulpitis y necrosis pulpar. Las lesiones no son susceptibles de ser identificadas por métodos clínicos o radiográficos convencionales debido a su pequeño tamaño ⁴³

2.1.8 Opciones terapéuticas

A partir de la información almacenada por el examen clínico, radiográfico o CBCT, varias opciones se pueden considerar:

- (1) Privación terapéutica y seguimiento, en ausencia de signos y síntomas de infección.
- (2) Tratamiento de conducto, con tres alternativas dependiendo de la ausencia o presencia de perforación de la pared radicular.
 - Obturación de conducto radicular completo con gutapercha en las lesiones no perforadas.
 - Obturación combinada con gutapercha en el conducto radicular y MTA para el área de la perforación.
 - Obturación completa con material bioactivo (MTA o Biodentine) en lesiones perforadas a nivel apical.
- (3) Tratamiento apical retrógrado.
- (4) Extracción y reemplazo por implante: La no preservación del diente se indica si el diente está demasiado debilitado para tratar o restaurarlo.

2.1.9 Tratamiento en dientes con reabsorción interna

El tratamiento de conducto seguirá siendo el tratamiento de elección de la reabsorción radicular interna, ya que elimina el tejido de granulación y el suministro de sangre de las células clásticas.

La reabsorción radicular interna presenta problemas específicos en instrumentación y obturación.

La preparación de la cavidad de acceso debe ser lo más conservadora posible para mantener la estructura dental y evitar un mayor debilitamiento del diente ya comprometido. La forma del defecto de reabsorción frecuentemente hace que sea inaccesible la instrumentación mecánica directa¹⁰. La determinación de la longitud de trabajo con un localizador apical electrónico no es viable en caso de reabsorción con perforación. Un gran énfasis debe colocarse en la disolución química del tejido pulpar vital y necrótico con hipoclorito de sodio. El uso de

equipos ultrasónicos activan y mejoran la penetración del irrigante como el hipoclorito a todas las áreas del sistema de conductos radiculares¹⁴. Las puntas de plástico del Endo Activator están indicadas para lograr un desbridamiento quimio-mecánico completo del conducto radicular. El uso de hidróxido de calcio entre sesiones optimiza el efecto de los procedimientos de desinfección. Acerca de la obturación del conducto radicular, el material tiene que fluir para sellar el defecto de reabsorción. Técnicas de gutapercha termoplástica parecen dar los mejores por su fluidez y capacidad de obturar irregularidades del conducto junto con el sellador. Cuando las paredes han sido perforadas, el MTA es el material de preferencia para sellar la perforación, ya que es biocompatible, bioactivo, y bien tolerado por los tejidos perirradiculares ⁴⁴.

En esta situación clínica, cuanto menor es el tamaño de la perforación, es más predecible el pronóstico del diente. Se necesita un enfoque quirúrgico cuando no es viable conseguir el acceso a la lesión a través del conducto radicular. El tratamiento quirúrgico siempre se debe realizar en una segunda intervención, después de realizar el tratamiento ortógrado o retratamiento y la parte coronal del conducto debe estar obturado. El procedimiento quirúrgico permite obtener acceso directo a la lesión y llevar a cabo una limpieza mecánica del defecto con reabsorción⁴⁵.

2.2 Primer premolar superior.

Este diente es el único premolar que normalmente tiene dos raíces en la mayoría de los casos, con variaciones en poblaciones étnicas específicas.

Desde el piso de la cámara pulpar, los dos conductos encontrados del primer premolar se convierten en cónicos de forma uniforme hasta sus ápices, y el conducto palatino es ligeramente el más grande. La porción media y las secciones transversales apicales generalmente tienen forma redonda. Cuando están presentes variaciones en el sistema de conducto, se incrementa la probabilidad de anastomosis comunicante en toda la longitud de los conductos.

Los estudios han reportado que el promedio de la longitud dental tiene un rango

entre 22.5 y 23.5 mm, y la salida al foramen apical tiene una distancia promedio de 0.55 mm desde el ápice anatómico.

La anatomía radicular externa está compuesta de un tronco radicular cervical que se bifurca en una porción radicular vestibular y palatina más o menos en la mitad de la longitud de la raíz. Todas las superficies radiculares son convexas y se convierten en cónicas hacia los ápices. En la sección transversal, a nivel de tercio medio-apical ambas raíces son más o menos redondas y el delineamiento radicular vestibular es ligeramente mayor en circunferencia.

Los otros tipos radiculares identificables están compuestos de una raíz individual, recta y cónica que tiene un ápice despuntado (romo) y una sección transversal con forma reniforme; y una estructura de 2 raíces, la cual está unida parcial o completamente por un istmo, o una conexión delgada entre las principales partes de la estructura radicular.

La configuración del conducto más común para el primer premolar maxilar es el tipo IV de Vertucci (dos conductos separados en una raíz) con una frecuencia del 60 al 65%. Otra morfología de conducto, el tipo V de Vertucci tiene un conducto que se extiende desde la cámara pulpar hasta el tercio medio radicular, y ahí se divide en dos conductos, y puede encontrarse en el 6-7% de los casos. En casi el 8-9% de los casos, el primer premolar maxilar puede tener un conducto y en el 16-18% de los casos, dos conductos se unen en uno.

2.3 Segundo premolar superior.

Desde la línea amelocementaria, el conducto del segundo premolar se convierte en cónico regularmente hacia el tercio apical donde este se hace más estrecho. El conducto puede ramificarse en conductos separados que vuelven a unirse en el conducto principal en el tercio apical, con ramificación poco frecuente del tercio apical, presentándose dos o más forámenes separados. Los dientes con 2 conductos que salen de la cámara pulpar se han reportado entre un 16% y 28%, sin embargo la variedad de las terminaciones apicales es compleja. Rara vez este diente muestra más de 2 conductos. Aunque la sección transversal mesodistal del espacio pulpar es casi idéntica a la del canino o del primer premolar, la anatomía

del tercio medio y la sección transversal apical estarán regidas por la complejidad del conducto, la presencia de anastomosis, y el grado de ramificación o comunicación accesoria estará presente.

Se ha determinado según los estudios contemporáneos que el promedio de la longitud dental es 22.6 mm y se demostró que el foramen apical está en la superficie radicular lateral el 78% de las veces, proyectándose con una distancia promedio de 0.62 mm respecto al ápice anatómico.

La raíz normalmente es unitaria, cónica y uniforme desde la línea cervical hasta un ápice relativamente romo, el cual con frecuencia se direcciona distalmente en su parte apical. Éste es más ancho en sentido vestibulo-palatino que mesodistal y tiene superficies vestibulares y palatinas convexas así como superficies mesiales y distales entre planas y convexas. En la sección transversal, el delineamiento radicular es ovoide u ovoide aplanado en las partes media y apicales.

Los segundos premolares maxilares tienen un conducto en una raíz en un 38 a 48%, dos conductos que se unen en una raíz en un 20 a 22%, un conducto separado en dos conductos que vuelven a unirse en el tercio apical (tipo III de Vertucci) en un 5 a 10%, dos conductos en dos raíces en un 10 a 20% de los casos, y un conducto que se divide y sale en forma de dos conductos (tipo V de Vertucci) en un 6 a 9%.

2.4 Primer premolar inferior

El primer premolar inferior tiene un espacio pulpar más amplio en sentido vestibulo-lingual, algunos dientes exhiben dos conductos y dos raíces. En su sección transversal cervical el espacio pulpar es ovoide. Su longitud promedio es de 22.5 a 24 mm. Un solo conducto se ha reportado en un 54%, dos conductos 22% y conductos en forma de C en un 18%. Un hallazgo único fue un canal circunferencial (delta apical), que se caracterizó por canal dividido en 3 o 4 canales. La incidencia del canal circunferencial fue del 6% y ocurrió a 3 mm sólo en apical en secciones transversales. La caracterización de esta particular configuración del canal apical y la alta incidencia de múltiples canales pueden explicar el fracaso del tratamiento endodóntico en este grupo de dientes.

Los estudios de la morfología interna del conducto revelaron que un solo conducto estaba presente en el 75.8% de los casos. Dos o más conductos están presentes en el 24.2% de los dientes estudiados. Un solo foramen apical fue encontrado en el 78.9% de los dientes, mientras que el 21.1% tuvo dos o más forámenes apicales. Las configuraciones de los conductos en los primeros premolares mandibulares pueden variar significativamente en relación a la etnia, raza y sexo.

2.5 Segundo premolar inferior

El segundo premolar inferior tiene un espacio pulpar más amplio en sentido vestibulo-lingual que mesodistal, su raíz es normalmente única, la división radicular es rara. Su longitud promedio es entre 22.3 mm a 23.4 mm. Vertucci encontró que el segundo premolar tenía un conducto radicular en el ápice en el 97.5% de los dientes estudiados y dos conductos en solo que el 2.5%. Los premolares mandibulares, debido a sus complicados sistemas de conducto con frecuencia se consideran los dientes más difíciles para realizar un tratamiento endodóntico exitoso. Cuando estos dientes se tratan endodónticamente, deben ser tomadas un mínimo de dos radiografías previas con diferentes angulaciones del cono y deben interpretarse cuidadosamente.

Además, el microscopio de operatorio debe ser usado para facilitar la observación de los puntos de referencia anatómicos en el piso de la cámara pulpar, lo cual puede ayudar a identificar conductos radiculares adicionales o aberraciones de los conductos. Además, el microscopio de operatorio con frecuencia le permite los clínicos observar directamente el punto en el que el conducto principal se bifurca o trifurca y la orientación de la entrada de los conductos. Sin embargo, si la furcación es profunda y los orificios de los conductos se calcifican, su identificación puede ser difícil, incluso con microscopio.

2.6 Selladores

Obturar el conducto radicular con gutapercha fría o caliente sin un sellador resulta en mayor filtración apical, independientemente de la técnica obturación empelada 1 5 6 7. Por lo tanto, el sellador de conducto radicular tiene una importancia

primordial con respecto a los resultados a largo plazo del conducto radicular obturado, porque se necesita un material de sellado para adherir la gutapercha a la dentina del conducto radicular, para llenar las irregularidades y los túbulos dentinales⁴⁶.

La obturación del conducto radicular es compuesta de un cemento sellador con un material de núcleo central, que hasta ahora ha sido casi exclusivamente la gutapercha. El núcleo actúa como un embolo que empuja el sellador para que este fluya, haciendo que se extienda, llene espacios, impregne y se adhiera a la pared dentinal instrumentada. Por diseño, es el sellador el que entra en contacto con los tejidos del conducto radicular. De ello se deduce que el sellador debe poseer muchas cualidades como por ejemplo biocompatibilidad y capacidad de sellado⁴⁷.

2.6.1 Propiedades ideales de material sellador

Los estudios suelen proporcionar una lista de las propiedades deseables de los materiales de obturación radicular, los clásicos son los criterios de Grossman 47, donde se enumeran 10 requisitos para un material de obturación radicular ideal tales como: colocarse fácilmente en el conducto, sellar conductos laterales y apicales, no contraerse después de ser insertado, impermeable a la humedad, bacteriostático o al menos no fomentar crecimiento bacteriano, radiopaco, no pigmentar la estructura dental, no irritar el tejido periapical, estéril o fácilmente esterilizado antes de la inserción, remover fácilmente del conducto radicular si es necesario. Si bien cada propiedad puede ser deseable en sí mismo, debe quedar claro que la técnica y práctica, e incluso algunas de las propiedades biológicamente deseables deben estar subordinadas a las funciones principales de la obturación radicular: llenado y sellado⁴⁸.

El clásico estudio de Washington⁴⁹, marcó la pauta, observando que 58,66% de los fracasos endodónticos se han generado por la obturación incompleta, además estudios han hecho hincapié en que " la falta de selle adecuado es la principal causa del fracaso endodóntico ⁵⁰.

2.6.2 Generalidades de los Selladores

Los selladores son responsables de las principales funciones de la obturación radicular, bloqueo de conductos radiculares, muerte de bacterias que quedan dentro del conducto y el relleno de irregularidades en el conducto preparado.

2.6.3 Selección del sellador

No se sabe si el sellador sea más seguro con condensación lateral en frío, pero la evidencia clínica sugiere que la elección de sellador no puede tener un impacto definitivo en el resultado ^{51 52}.

Un sellador de fraguado lento se prefiere por lo general, ya que permitirá una lubricación adecuada para la inserción de conos accesorios, y consolidación de la obturación si los espacios son detectados en las radiografías durante el procedimiento.

2.6.4 Selladores a base de disolventes

La técnica Johnston-Callahan ⁵³ de acondicionamiento de la superficie de la dentina, el reblandecimiento y movimiento de la gutapercha en el conducto radicular se ha aplicado hasta hoy. Rosin-cloroformo como un sellador / suavizante puede ser utilizado, y formulas con cloropercha disuelta se han añadido a la interface de dentina-gutapercha. El óxido de zinc se puede añadir a la composición, especialmente para reducir la contracción. La filtración debido a la contracción sigue siendo un problema con estos métodos⁵⁴.

2.6.5 Selladores basados en óxido de zinc-eugenol

Materiales de óxido zinc-eugenol han dominado los últimos 70 a 80 años. Los prototipos son: sellador Rickert, en forma comercial de Kerr Pulp y el cemento de Grossman, que tiene varias marcas comerciales, entre ellos sellador Roth y ProcoSol. Rickert añadió polvo de plata para conferirle radiopacidad, mientras que Grossman utilizó bismuto y sales de bario. Los selladores basados en óxido de zinc-eugenol tienen actividad antibacteriana pero también muestran toxicidad cuando se coloca directamente sobre los tejidos vitales⁴⁸.

2.6.6 Selladores a base de hidróxido de calcio

El éxito del hidróxido de calcio como una pasta, apósito y agente de protección, impulsó su uso también como cemento sellador. Sealapex y Apexit son bien conocidos comercialmente en este tipo de material. La reacción de fraguado de estos materiales es bastante compleja; a través del contacto con la humedad, se forma una superficie firme pero la parte más profunda de la mezcla puede permanecer en una consistencia blanda parecida a una masa. El hidróxido de calcio se añade también a los cementos de otras composiciones químicas, tales como selladores basados en resinas y óxido de zinc y eugenol ^{52 55 56 57}, pero hay evidencia limitada de cualquier beneficio derivado de su inclusión en estas formulaciones.

2.6.7 Selladores a base de Ionómero de vidrio

Este tipo de sellador ya no se comercializa. Fueron considerados por ser biocompatiblea y mostrar alguna adhesión a la dentina, lo cual es visto como una propiedad deseable en una obturación radicular. Desde su introducción hace unos 20 años, se han utilizado ampliamente a pesar de los hallazgos de laboratorio sobre la filtración y la desintegración. Un ejemplo de estos cementos selladores es Ketac Endo (3M ESPE, St. Paul, MN, EE.UU.) el cual se aplica en el conducto radicular con un solo cono de gutapercha⁴⁸.

2.6.8 Selladores a base de silicona

Polivinilsiloxanos de adición están bien establecidos en la odontología como materiales inertes, dimensionalmente estables. RoekoSeal (Roeko, Langenau, Alemania) es una pasta blanca, fluida, mientras que GuttaFlow (Roeko) se basa en RoekoSeal, con la adición de polvo de gutapercha.

Los materiales se mezclan con puntas de automezcla similares a materiales de impresión (RoekoSeal) o por trituración (GuttaFlow) antes del transporte al conducto en un cono de gutapercha, o por inyección pasiva a través de cánulas de plástico. Conos únicos de gutapercha que corresponden al tamaño de la preparación apical se adaptan a la longitud en el conducto radicular el cual está

previamente lleno del cemento sellador, activando el flujo del cemento hacia la región apical y a las ramificaciones laterales ⁶¹.

2.6.9 Metacrilatos de uretano

EndoRez (Ultradent, South Jordan, UT, EE.UU.) es un uretano hidrofílico de resina capaz de sellar bien el conducto y penetrar en los túbulos dentinarios. Se deposita en el conducto por inyección pasiva a través de una aguja calibre 30 'Navitip', se utiliza un solo cono a la longitud para fomentar el flujo del material; en combinación con la condensación lateral en frío, este material se asoció con el 91,3% de cicatrización de lesiones periradiculares en 14-24 meses⁶².

2.6.10 Selladores a base de resina

Se han consolidado como selladores del conducto radicular mostrando aceptable biocompatibilidad, insolubilidad y estabilidad dimensional⁶³.

El más exitoso de los selladores a base de resina ha sido la serie AH. El prototipo fue desarrollado hace más de 50 años por André Schroeder en Suiza⁶⁴, y es una resina de bisfenol utilizando metenamina para la polimerización. Como metenamina (también conocido como urotropina) emite algo de formaldehído durante la reacción de ajuste⁶⁵, se sustituye por una mezcla de aminas que pueden afectar la polimerización sin la formación de formaldehído. AHPlus es el resultado del desarrollo de este producto. Otra formulación de la resina, hasta hace poco ampliamente utilizada en muchas partes del mundo, es el tipo de resorcina-formaldehído⁶⁶. Una variante de la resina de fenol-formaldehído, este sellador es fuertemente antibacteriano, pero se contrae y deja un tono rojizo en la estructura dental circundante. Como es adecuado para el uso sin la necesidad de un cono de gutapercha como material de núcleo, y como lo establece en una masa muy dura e insoluble, el retratamiento radicular con este material puede ser una experiencia muy frustrante.

2.7 Materiales de obturación

Los materiales endodónticos de obturación pueden ser considerados como verdaderos implantes, por lo tanto deben poseer varias propiedades diferentes con

respecto a sus funciones y ubicación, que van desde la biocompatibilidad a la capacidad mecánica de selle⁴⁸.

Las primeras “obturaciones radiculares” eran probablemente elementos acuñados y fijados en los conductos radiculares expuestos, por trauma o desgaste y causaban dolor al individuo. Por ejemplo, en el pasado se encontró bronce dentro en un canino superior de un soldado romano, exhumado en el desierto de Israel unos 1800 años después de su muerte⁶⁷.

El éxito tratamiento de conductos se basa en el buen diagnóstico, planificación del tratamiento, conocimiento de la anatomía del diente, y los conceptos de desbridamiento, desinfección y obturación⁶⁸. El acceso adecuado a los conductos radiculares permite la completa irrigación por tanto una limpieza, conformación y obturación de calidad⁶⁹.

En 1941, Jasper introdujo los conos de plata; su rigidez hace que sean fáciles de colocar⁷⁰. Sin embargo su incapacidad para llenar el sistema de conductos radiculares de forma regular permite filtración. Se encontró que las puntas de plata se corroen, y los productos de corrosión son altamente citotóxicos, por lo tanto los conos de plata ya no son utilizados para la obturación del conducto radicular⁷¹.

Durante muchos años, la gutapercha ha demostrado ser el material de elección para la obturación exitosa de los conductos radiculares cuando se usa en combinación con un sellador, que es necesario para proporcionar el selle del espacio entre la pared de la dentina y la interface de núcleo (cono de gutapercha) utilizado para la obturación. Los selladores también llenan los espacios e irregularidades del conducto radicular, conductos laterales y accesorios, y los espacios entre los conos de gutapercha utilizados en la condensación lateral⁷².

Grossman describe los requisitos para un material ideal de obturación del conducto radicular:⁷³

- Fácilmente manipulado.
- Amplio tiempo de trabajo.

- Radiopaco y fácilmente detectable en las radiografías.
- Dimensionalmente estable y con ninguna contracción una vez insertado.
- Selle de conductos laterales y apicales.
- Insensible a la humedad y no poroso.
- Inhibición del crecimiento bacteriano.
- No irritante para los tejidos periapicales.
- No se vea afectado por los fluidos tisulares u oxidación.
- No decolorar estructura dental.
- Eliminar fácilmente del conducto radicular si es necesario.
- Estéril.

La gutapercha ha sido el material interno más popular utilizado para la obturación. Se puede hacer fluir con el uso de calor o el uso de disolventes, tales como cloroformo o eucalipto, así como por ultrasonidos y vibración. Es un isómero trans de polisopreno y existe en dos formas cristalinas (alfa y beta) con diferentes propiedades. Conos de gutapercha se componen de aproximadamente el 20% de gutapercha, óxido de zinc 65%, 10% de elementos que le dan radiopacidad, y 5% de plastificantes. Están disponibles en tamaños convencionales y estandarizados. La nomenclatura convencional se refiere a las dimensiones de la punta y el cuerpo (ADA-ANSI N ° 26) ^{74 75}.

Guttaflow es un sistema de obturación fluido en frío que combina el sellador y la gutapercha en un solo material. Se compone de una matriz de polidimetilsiloxano que forma una fina capa de gutapercha. Tiene propiedades muy prometedoras debido a su insolubilidad, biocompatibilidad, expansión post-ajuste, gran fluidez.. Guttaflow tiene nano-plata (plata metálica) en su composición que se distribuye uniformemente sobre la superficie del relleno. Las propiedades químicas y concentración de la nano-plata no causan corrosión o cambios de color⁸.

La fase de gutapercha alfa (fluida) ha aumentado a medida que las técnicas termoplásticas se han vuelto más populares.

Cuadro 2 ESTADOS DE LA GUTAPERCHA

Fase Beta		Fase alfa
<ul style="list-style-type: none"> - Sólida, no fluida - Compáctable - Resultados de compactación en la igualdad de transmisión de fuerzas a la gutapercha y la pared del conducto. - Fuerza de condensación excesiva puede resultar en fractura radicular. 		<ul style="list-style-type: none"> - Flexible - Permite la adaptación a las irregularidades de la pared del conducto - Recristaliza a la fase beta con enfriamiento - Reduce el ajuste: una desventaja - Se funde Cuando se calienta por encima de 65°C - Menos contracción cuando la fase alfa se calienta y se enfría - Dimensionalmente mas estable - Cuando se enfría muy lentamente, recristaliza la fase alfa

Tomado de: Caicedo R et al. Modern perspectives in root canal obturation.

2.8 Técnicas de obturación

Varias técnicas de obturación están disponibles para el tratamiento endodóntico. La elección depende de la anatomía de los conductos y los objetivos únicos del tratamiento en cada caso. La condensación lateral y la condensación vertical caliente de la gutapercha son técnicas que han pasado la prueba a través del tiempo. Los nuevos métodos incluyen el uso de sistemas inyectables, gutapercha termoplastificada, portadores recubiertos con gutapercha fase alfa, materiales de obturación fluidos fríos que combinan la gutapercha y el sellador en un solo producto y gutapercha con ionómero de vidrio incrustado en los conos. Es importante recordar que ninguna técnica de obturación produce un selle hermético completo ^{75 76}.

2.8.1 Condensación lateral en frío

Esta técnica ha sido el "estándar de oro" comparada con otras técnicas. La condensación lateral en frío tiene la ventaja de excelente control de longitud que se puede lograr con cualquiera de los selladores aceptados. Sin embargo, esta

técnica no puede llenar las irregularidades del conducto, así como la técnica de compactación vertical con calor.^{77 78}.

Un cono de gutapercha estandarizado se selecciona con un diámetro consistente con la lima más grande utilizada a la longitud de trabajo. Los conos estandarizados (0.02) por lo general tienen menos conicidad que los conos convencionales y permiten una penetración más profunda del espaciador. Alternativamente, un cono convencional apropiadamente cónico puede ser adaptado cortando pequeños incrementos de la punta. Este "cono maestro" se mide y se sujeta con una pinza de manera que la distancia desde la punta del cono a la pinza es igual a la longitud preparada. El cono se coloca en el conducto; y si se ha seleccionado un tamaño apropiado, habrá resistencia al desplazamiento o "Tug back". Si no hay resistencia, se requieren modificaciones⁷⁹.

La colocación de cono maestro se confirma con una radiografía periapical, el sellador se aplica a las paredes del conducto a través del último tamaño de la lima utilizada a la longitud de trabajo. El espaciador seleccionado debe coincidir con el estrechamiento del conducto. Los conos accesorios apropiados se seleccionan de acuerdo con la conicidad. Espaciadores digitales proporcionan una mejor sensación táctil y han demostrado ser menos propensos a inducir fracturas en la raíz cuando se compara con el espaciador de mano tradicional D-11 T⁷⁹. El espaciador debe encajar dentro de 1 a 2 mm de la longitud preparada, y cuando se introduce en el conducto con el cono maestro en su lugar, debe estar dentro de 2 mm de la longitud de trabajo^{80 81}, después de la colocación, el espaciador se retira girando hacia atrás y adelante. Un cono accesorio se coloca en el espacio hecho por el instrumento y el proceso se repite hasta que la separación no permita que el cono accesorio penetre más allá del tercio coronal del conducto. A continuación el exceso de gutapercha en la cámara, se quema y compacta verticalmente con un condensador caliente en el orificio de conducto o aproximadamente 1 mm por debajo del orificio; en los dientes posteriores, la compactación vertical coronal de la gutapercha caliente de puede mejorar el

sellado; en los dientes anteriores, el nivel deseado es la unión amelo cementaria (CEJ) en la superficie vestibular ⁸².

Guttaflow es una técnica en frío, capaz de fluir que combina el sellador polidimetilsiloxano, gutapercha en polvo con un tamaño de partícula de menos de 30µm y partículas de nanoplata contenidas en una cápsula de plástico que se tritura antes de su uso. La preparación apical debe ser tan pequeña como sea posible para evitar la extrusión y el conducto preparado será obturado con un cono maestro de gutapercha. La viscosidad disminuye bajo presión, permitiendo el flujo en todo el conducto radicular. La gutapercha fluida se puede aplicar directamente en el conducto con una lima, o se recubre el cono principal. *Guttaflow* se estabiliza independientemente de la humedad o la temperatura y tiene muy baja solubilidad. El material se expande ligeramente (0,2%), resultando en un excelente sellado del conducto radicular ^{83 84 85}. *Guttaflow* con un único cono maestro de gutapercha crea un sellado apical que es equivalente al producido con gutapercha y sellador AH Plus, utilizando compactación vertical termoplástica. *GuttaFlow* no debe utilizarse en dientes deciduos, ya que no se reabsorbe. Independientemente de la técnica, cualquier sistema de inyección tiene el potencial significativo de sobreobtención del conducto y el clínico debe controlar la longitud del material de obturación⁸⁶.

El primer paso en una obturación con *Guttaflow* es adaptar un cono maestro (CM). Se selecciona el CM que se ajuste a la longitud de trabajo confirmada (LTC). El CM normalmente corresponde en tamaño a la última lima apical. La adecuación del ajuste del CM se puede medir de 3 maneras; en primer lugar, se visualiza que el CM se desliza fácilmente y completamente al LTC, una muesca de referencia que se hace en el CM con pinzas de algodón debe confirmar que el cono maestro llega a la longitud predeterminada, en segundo lugar, la sensación táctil debe ser utilizada para confirmar el ajuste del CM, un tope apical definitivo se debe sentir cuando el CM está en la LTC, se debe sentir ligera resistencia al retirar el cono maestro y en tercer lugar, una radiografía se utiliza para confirmar la longitud del CM.

Se mezcla la cápsula Guttaflow siguiendo las instrucciones del fabricante y se coloca la cápsula en la pistola de dispensación. Siempre dispensar una pequeña cantidad de Guttaflow mezclado sobre una almohadilla para confirmar que el color es rosa, lo que asegura una mezcla completa. A medida que se inserta el CM en el conducto radicular obligará a que el material fluya. Es deseable que el Guttaflow fluya en toda la anatomía del conducto radicular. La inserción lenta permitirá que cualquier exceso de Guttaflow fluya en el camino de menor resistencia, que es el coronal. La facilidad de su técnica de aplicación, junto con la capacidad del material para expandirse, fluidez y la obturación tridimensional en el conducto radicular hace del Guttaflow una excelente opción para la obturación permanente de los conductos radiculares.

2.8.2 Técnicas de inyección termoplastificada

El sistema Obtura II consiste en una "pistola" de mano con una cámara en la que se cargan barras de gutapercha, junto con agujas de plata de diferentes calibres utilizadas para entregar el material termoplastificado al conducto radicular. La temperatura, y por lo tanto la viscosidad, de la gutapercha se pueden ajustar. Un estudio encontró que a 6 mm desde el ápice, la temperatura interna más alta del sistema Obtura II era 27 °C. Una técnica híbrida se emplea a menudo obturando el conducto aproximadamente 4 a 5 mm desde el ápice utilizando la técnica de compactación lateral antes y llenando gradualmente la porción coronal con gutapercha termoplastificada. La aguja se retira del conducto cuando está lleno, y un compactador humedecido con alcohol se utiliza para compactar la gutapercha. La compactación deberá continuar hasta que la gutapercha se enfríe y se solidifique para compensar la contracción que se produce al enfriar ⁸⁷.

Existen técnicas para evaluar la adaptación de los materiales de obturación a la pared dentinal, entre estas están: Radiografía digital y Microscopía electrónica de barrido (SEM).

La microscopía electrónica de barrido es un campo especializado de la ciencia que emplea el microscopio electrónico como una herramienta y utiliza un haz de electrones para formar una imagen de un espécimen que permite formación de

imágenes y la cuantificación de las características topográficas de la superficie ¹⁵
88.

La radiografía digital es una herramienta que permite observar el contraste entre imágenes radiolucidas y radiopacas (estructuras anatómicas, densidad ósea, entre otras) y la homogeneidad de los materiales dentales. La ventaja de este enfoque es su objetividad en comparación con la interpretación tradicional de las imágenes radiográficas, teniendo en cuenta la limitación natural del ojo humano ^{89 90 91 92}

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la capacidad de selle de la técnica inyección en frío con condensación lateral y vertical, frente a la técnica de obturación con gutapercha termoplastificada en reabsorciones internas simuladas.

3.2 Objetivos específicos

1. Establecer el selle de la obturación de la técnica de inyección en frío con condensación lateral y vertical, frente a técnica de gutapercha termoplastificada, en reabsorciones internas simuladas observadas radiográficamente.
2. Establecer el selle de la obturación de la técnica de inyección en frío con condensación lateral y vertical, frente a la técnica de gutapercha termoplastificada, en reabsorciones internas simuladas observada mediante microscopio electrónico de barrido (SEM).

4. HIPÓTESIS

Hipótesis nula: No hay diferencias significativas en la calidad de selle de reabsorciones internas simuladas en premolares con técnica de inyección en frío y técnica de condensación lateral y vertical, y con técnica de gutapercha termoplastificada.

Hipótesis alterna: Hay diferencias significativas en la calidad de selle de reabsorciones internas simuladas en premolares con técnica de inyección en frío y

tecnic de condensacion lateral y vertical, y con técnica de gutapercha termoplastificada.

5. ASPECTOS METODOLÓGICOS

- **Tipo de estudio:** Experimental *in vitro*
- **Unidad de observación:** Dientes premolares
- **Objeto del estudio:** Interfase de la obturación de técnicas: inyección en frio con gutaflo combinada con condensación lateral y vertical, termoplastificada Obtura II
- **Unidad de medida cuantitativa:** Milímetros
- **Unidad de medida cualitativa:** Obturación parcial, obturación total.
- **Criterios de selección**
 - **INCLUSIÓN:** Premolares con único conducto
 - **EXCLUSIÓN:** Dientes con ápice abierto, con reabsorciones externas, líneas de fractura, raíces curvas, caries radicular, tratamiento endodontico previo
- **Unidad de análisis:**
 - **Radiográficamente:** Obturación total o parcial en la cavidad de reabsorción interna simulada.
 - **SEM:** El espacio entre la gutapercha y la pared de dentina en reabsorciones internas simuladas en mm.

- **Muestra:**

20 dientes premolares uniradiculares serán divididos aleatoriamente en dos (2) grupos: 10 dientes para la técnica de gutaflo con condensación lateral y vertical y 10 dientes para la técnica de gutapercha termoplastificada.

La aleatorización se llevará a cabo asignando un número del 1 al 20 a cada muestra, posteriormente esos números se llevarán a la función de aleatorizar del programa Excel, se ordenaran de menor a mayor los valores, los primeros 10

valores serán escogidos para el grupo #1 y los valores del 11 – 20, serán los del grupo #2.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN O DEFINICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	PLAN DE ANALISIS
Interfase Espacio entre la dentina y el material de obturación en segmento coronal	Area vacia entre material de obturación y la dentina Interfase	Milímetros	Cuantitativa continua	Medir espacio entre la dentina y el material de obturación por medio del SEM
Espacio Interfase entre la dentina y el material de obturación en segmento apical	Area vacia entre material de obturación y la dentina	Milímetros	Cuantitativa continua	Medir espacio entre la dentina y el material de obturación por medio del SEM
Calidad de la obturación	Obturación total: No hay evidencias de espacios vacíos entre el material de obturación y la pared de dentina. Obturación parcial: muestra espacios vacíos entre el material de obturación y la pared de dentina	Característica (total o parcial)	Cualitativa Nominal	Observar radiograficamente el espacio entre el material de obturación y la dentinal.

PLAN DE ANALISIS

VARIABLE	ANALISIS	
Espacio entre la dentina y el material de obturación en el segmento coronal	Porcentaje de cada grupo Promedio	Comparacion entre datos de los dos segmentos
Espacio entre la dentina y el material de obturación en el segmento apical	Porcentaje de cada grupo Promedio	

Calidad de obturación	Comparación entre técnicas Porcentaje	
-----------------------	--	--

6. PROCEDIMIENTO

Se realizó un estudio experimental *in vitro*. Para determinar el tamaño de la muestra del presente estudio, se obtuvo un total de 10 dientes para cada grupo. Se utilizó el software InVivoStat, con los datos del estudio de Upadhyay V, y col. 2011. *A sem evaluation of dentinal adaptation of root canal obturation with guttaflow and conventional obturating material*; para determinar el tamaño de la muestra del presente estudio, dando como resultado un número de 10 dientes para cada grupo. Suponiendo que el nivel de significación se fijó en 5%, y el tamaño de la muestra es 10, la potencia del experimento para detectar un cambio biológicamente relevante 20% con relación grupo control es 72%.

Se recolectaron a conveniencia 20 dientes premolares superiores e inferiores uniradiculares con único conducto verificado clínica y radiográficamente, cuya extracción fue por motivos ortodónticos o enfermedad periodontal. Dentro de los criterios de inclusión se tuvo en cuenta premolares con único conducto y como criterios de exclusión: Dientes con ápice abierto, con reabsorciones externas, líneas de fractura, raíces curvas, caries radicular, tratamiento endodóntico previo.

Los especímenes se almacenaron en agua destilada a temperatura ambiente, se sumergieron en hipoclorito de sodio al 5,25% durante 15 minutos para desinfectar y eliminar residuos de la superficie radicular, se lavaron con agua corriente. Se enumeraron los dientes de 1 – 20. Se tomaron radiografías periapicales con equipo de rayos X (Fiad) y radiovisiografo (Vatech) y software EasyDent4 Viewer a una distancia de 40 cm desde el tubo del equipo al diente, con el posicionador (Endoray). El investigador principal calibró a los estudiantes por medio de preparación y obturación endodóntica utilizando las técnicas seleccionadas para el estudio, y se escogió el operador que realizó todo el procedimiento.

Se decoronaron los dientes con un disco de diamante fino y micromotor (Marathon, Champion) a una longitud de 14mm medidos desde el ápice hacia coronal para estandarizar la longitud radicular. Se estableció la viabilidad del conducto por medio de una lima tipo K #10 observando el sobrepaso de la lima de 1mm por fuera del ápice, se estableció longitud de trabajo a 13mm. Se realizó instrumentación biomecánica con sistema recíprocante a una velocidad de 350 rpm, con la lima large (#040 0.8), realizando un movimiento de picoteo suave con avances de 2 a 3 mm de profundidad, hasta que la lima ingresó en forma pasiva hasta alcanzar la longitud de trabajo irrigando con 5ml de hipoclorito de sodio al 5,25% y lubricante RCprep. Se realizó patencia con lima tipo K #10

Se realizaron marcas guía a 7 mm desde el ápice en cara mesial y distal de cada raíz utilizando un marcador, se seccionaron las raíces transversalmente sobre las marcas con discos de diamante ultra fino. Las cavidades de reabsorción interna experimentales se crearon de acuerdo al procedimiento y diseño de la fresa empleado por Goldberg y col. Ilustrado en la figura 1

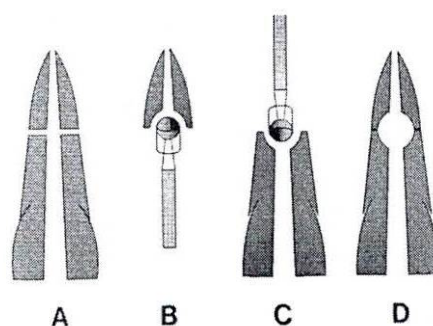


Figura 1. Procedimiento utilizado para realizar cavidades de reabsorción interna simuladas. A: Sección transversal de la raíz a 7mm del ápice. B: cavidad hemisférica creada en la mitad apical utilizando una fresa redonda con una arandela metálica. C: Cavidad hemisférica creada utilizando la fresa redonda. D: unión de ambas mitades mostrando las cavidades de reabsorción interna simuladas.

Tomado de Goldberg y col. 1998

Se crearon cavidades hemisféricas, utilizando pieza de mano de alta velocidad y fresa redonda de diamante # 6, con un tope metálico, para asegurar que la profundidad de las cavidades fuera igual.

Una gota de cianocrilato se llevó con la punta de un explorador dental y se dispersó cuidadosamente en la superficie de dentina alrededor de las cavidades preparadas para unir los fragmentos. Se dejaron secar por un día. Se tomó radiografía para observar las reabsorciones internas.

El ajuste del cono maestro (# 40 0.8) se confirmó visualmente, por medio de una muesca de referencia que se marcó indicando la longitud predeterminedada (13mm). La sensación táctil confirmó el ajuste del cono apicalmente "Tug back". Se tomó conometría, se realizó protocolo de irrigación con 5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% y activación ultrasónica por 1 minuto, seguido de irrigación con 5ml de agua destilada, luego con 1ml de EDTA al 17% y activación ultrasónica por 1 minuto y finalmente 5 ml de agua destilada; se secaron los conductos con puntas de papel.

Los dientes se recubrieron con papel aluminio y se colocaron en bloques de yeso tipo IV, para mantener la unión de las porciones durante el procedimiento de obturación. Los dientes fueron agrupados aleatoriamente por medio del programa Excel y prueba de estadística descriptiva, test de normalidad de Shapiro- Wilk en 2 grupos, cada uno conformado por 10 especímenes.

- Grupo 1: Gutapercha termoplástica
- Grupo 2: Técnica de inyección de gutapercha en frío (Guttaflow) con técnica de condensación lateral y vertical

Los conductos radiculares se obturaron de acuerdo a las siguientes técnicas:

Grupo 1: Gutapercha termoplástica

Previo al proceso de obturación se calibra dentro del conducto el plugger # 20 y la punta para inyección de gutapercha # 25, verificando que la punta entre a una longitud de 10 mm. Se utilizó cemento sellador Top Seal (Dentsply Maillefer), mezclado de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se llevó dentro del conducto radicular por medio de una punta de papel Wave One (#040 0.8) a 13mm.

Se cargaron las píldoras de gutapercha en sistema de inyección de gutapercha termoplástica Obtura II, se ajustó la temperatura a 200°C. Se introdujo el cono

de gutapercha Wave One # 40 0.8 (Maillefer, Dentsply) a 13mm. Se corto a 10 mm, con un Plugger caliente, se realizo condensación vertical dejando 3 mm de gutapercha en tercio apical, se procedio a inyectar gradualmente la gutapercha dentro del conducto hasta que se lleno completamente, se retiro la punta de inyección y se condenso verticalmente con un Plugger. Se realizo toma de radiografía.

Grupo 2: Técnica de inyección de gutapercha en frio (Guttaflow) con técnica de condensación lateral y vertical

Previo al proceso de obturación se calibraron espaciadores # 20 y 25 dentro del conducto. Se utilizó cemento sellador Top Seal (Dentsply Maillefer), mezclado de acuerdo a las instrucciones del fabricante y se llevó dentro del conducto radicular por medio de una punta de papel Wave One (#040 0.8) a 13mm. Se coloco la capsula de Guttaflow dentro de un amalgamador durante 30 segundos para su mezcla según indicaciones del fabricante. Se coloco la capsula dentro de la pistola portadora, se calibro la punta de inyección a 12 mm y se inyecto el Guttaflow dentro del conducto hasta llenarlo totalmente y se inserto el cono maestro dentro del conducto a la longitud de trabajo (13mm).

Se utilizaron los espaciadores digitales N° 20 y 25 (Dentsply Maillefer) y se realizo la técnica de condensación lateral y se introdujeron conos accesorios N° 15 en el espacio creado por el espaciador, el proceso se repite hasta que no hubo espacio para introducir más conos accesorios, se realizo toma de radiografía de penachos, se cortaron los conos con instrumento de Glick caliente y se realizo técnica de condensación vertical, se tomaron radiografías.

Evaluación radiográfica:

Para establecer la calidad de la obturación en las cavidades de reabsorciones internas simuladas con las diferentes técnicas de obturación. Las radiografías de cada diente se analizarón por un observador entrenado, colocando al azar las radiografías digitales de los especímenes en diapositivas con el programa

Microsoft Power Point. Para el análisis de los datos en cuanto a calidad se utilizó un gráfico de frecuencias acumuladas relativas,

Tomando en consideración la calidad de la obturación de las cavidades de reabsorciones internas simuladas, los especímenes se agruparon de la siguiente manera:

Obturación total: La reabsorción interna simulada fue obturada completamente y no hay evidencias de espacios vacíos entre el material de obturación y las paredes de dentina.

Obturación parcial: La reabsorción interna simulada muestra espacios vacíos entre el material de obturación y la dentina.

Evaluación con el microscopio electrónico de barrido (SEM):

Después de la evaluación radiográfica, los dientes fueron seccionados con un bisturí a nivel de 7mm del ápice. Ambas secciones (coronal y apical) se examinaron bajo SEM a una magnificación de 35 y 40X.

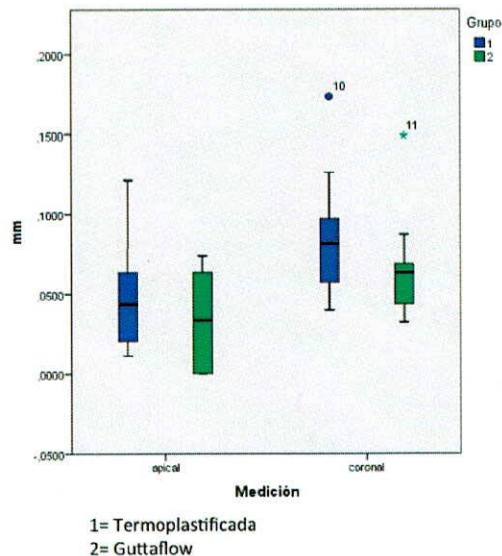
Se midió la interfase en milímetros (mm) en las cavidades de reabsorción interna simuladas entre el material de obturación y la pared de dentina, en la zona de mayor área sin material de obturación, tanto en la sección coronal como apical, mediante el test de Shapiro Wilk, test de U Mann Whitney, test de Levene, test de T student.

7. RESULTADOS

La medición realizada en el segmento coronal para ambos grupos presento un promedio de 0,076 mm con una desviación estándar de 0,036 mm. Para la medición del segmento apical se obtuvo un promedio de 0,043 mm con una desviación estándar 0,034 mm, esto indica que los datos de la medición coronal presentan una mayor dispersión. Tanto para la medición coronal como para la apical el grupo de técnica de obturación de gutapercha termoplástica, presentan promedios más altos que el grupo de inyección en frío (guttaflow), además en promedio la medición apical es mayor a la que se encuentra en la

medición coronal. Con el test de Shapiro-Wilk se concluye que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las dos técnicas de obturación en la medición apical. Para la medición coronal se realizó el test de U Mann Whitney, se concluye que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las dos técnicas de obturación en la medición coronal. Finalmente no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos técnicas, para la medición coronal y apical. (**Grafico 1**).

Grafico 1



Para la variable de calidad, al compararse por medio de un gráfico de frecuencias acumuladas relativas, las diferencias están dadas en que la técnica de obturación termoplastificada tiene una mayor proporción de calidad total, se evidencia que existen diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los dos técnicas (**Grafico 2**).

Grafico 2

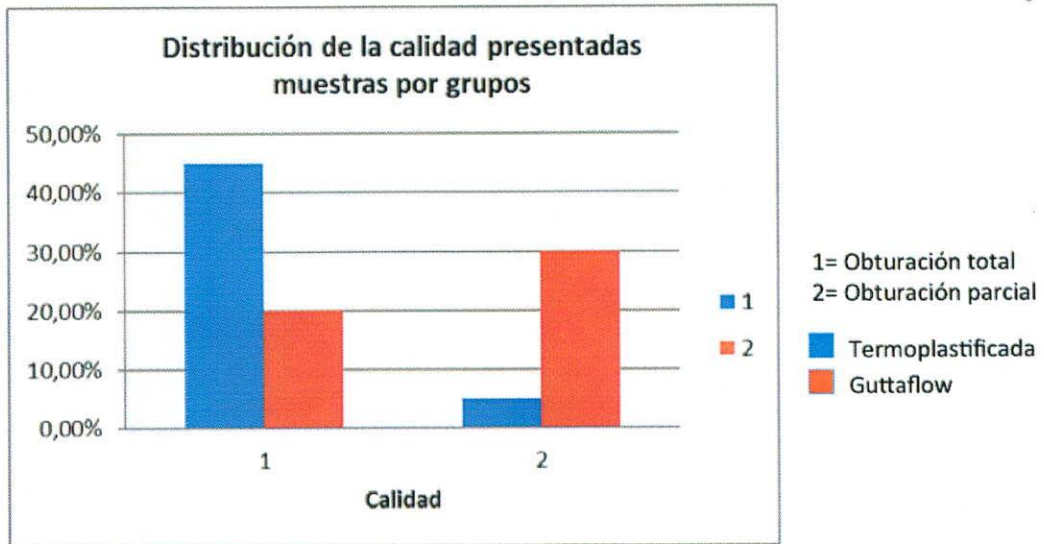


Figura 1. Obturación total con técnica de inyección en frío Guttaflow



Figura 2. Obturación total con técnica de obturación termoplastificada

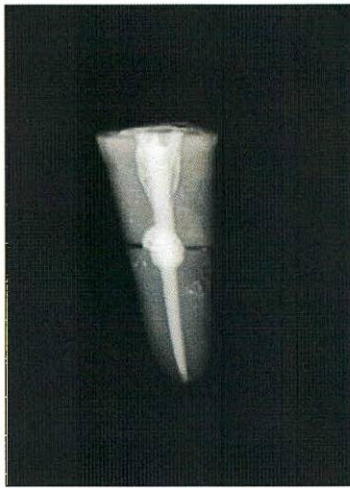


Figura 3. Obturación parcial con técnica de obturación termoplastificada



Figura 4. Obturación parcial con técnica de inyección en frios Guttaflow

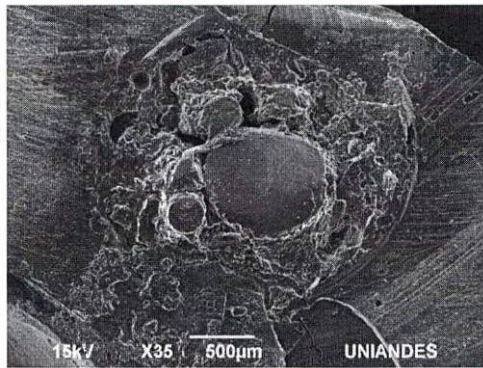


Figura 5. Obturación con técnica de inyección en frío Guttaflow segmento coronal

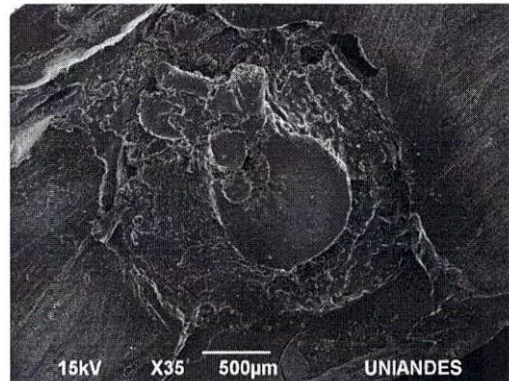


Figura 6. Obturación con técnica de inyección en frío Guttaflow segmento apical

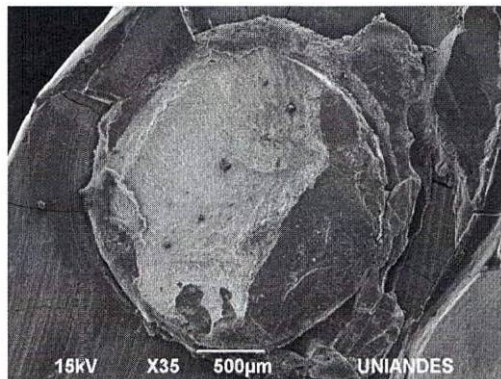


Figura 7. Obturación con técnica de inyección termoplastificada segmento coronal



Figura 8. Obturación con técnica de inyección termoplastificada segmento apical

8. DISCUSIÓN

El objeto de evaluación de este estudio fue la reabsorción radicular interna, que es un proceso patológico, donde se pierde la dentina intrarradicular y cuyo tratamiento endodóntico requiere de un material que fluya y realice un sellado tridimensional para asegurar el éxito del tratamiento². La única forma de conocer si este sellado es herméticamente válido es bajo la experimentación de diferentes técnicas de obturación, como se muestra en este trabajo donde se compararon con un mismo diseño experimental y fueron evaluadas con el uso de una técnica objetiva, cuantificable y precisa como es la microscopía electrónica.

La gutapercha es el material para la obturación del conducto radicular usada universalmente desde su introducción en 1867. Conductos radiculares han sido obturados utilizando la técnica de condensación lateral que ha demostrado que carece de homogeneidad y replicación exacta de las irregularidades del sistema de conductos radiculares.

Existen diferentes trabajos donde se comparan técnicas de obturación con el uso de gutapercha, en los cuales se encuentran algunos resultados similares con relación a las ventajas presentadas por este material, por ejemplo en el estudio de Canalda *et al*, 1997⁹³, donde se evaluaron tres técnicas de obturación y no se encontraron diferencias significativas entre ellas. Estos resultados indican que las técnicas de obturación con gutapercha termoplastificada son similares a la técnica de obturación lateral en frío utilizada como estándar.

Gulabilava, Hont y Long en 1998⁹⁴, usaron gutapercha con técnicas de obturación Alpha Seal, Thermafil y Quick fill, tomando como estándar la técnica de obturación lateral en frío y se evidenció que la técnica Alpha Seal y la técnica estándar (condensación lateral en frío) tuvieron el mayor número de unidades experimentales con presencia de filtración.

Estudios más recientes han incluido otras técnicas de obturación como lo son el sistema Obtura II o la técnica híbrida de Tagger. Teles *et al* en el 2012⁹⁵ las compararon con la condensación lateral en frío, encontrando que la técnica híbrida

de Tagger obtuvo los mejores resultados, esto basado en datos obtenidos de radiografías digitales. Goldberg, Artaza y De Silvio, 2001⁹⁶, compararon diferentes técnicas de obturación que incluían: técnica híbrida, Ultrafil , Obtura II , System B + Obtura II y Thermafil, donde evaluaron cualitativamente la capacidad de selle por medio de radiografías posteriores al procedimiento, encontrando que no hay diferencias entre las técnicas.

Bakht, Umer y Raza, 2012⁹⁷, encontraron que no hay diferencias entre Obtura II y la técnica de condensación lateral en frío; resultados que concuerdan con anteriores estudios y los resultados del presente.

Samson y col, 2013⁹⁸, evaluaron Obtura II, Thermafil y condensación lateral encontrando que el método Thermafil presenta menor penetración del colorante que las otras dos técnicas.

Guttaflow es un sistema de obturación fluido en frío. Se compone de una matriz de polidimetilsiloxano que forma una fina capa de gutapercha. Tiene propiedades como: insolubilidad, biocompatibilidad, expansión post-ajuste y fluidez. Guttaflow tiene nano-plata (plata metálica) en su composición.

El equipo de Brackett en el 2006⁹⁹ en la universidad de Georgia evaluaron este material con el uso de cuatro técnicas de obturación. Los autores de ese trabajo concluyeron que el uso de Guttaflow con cono único crea un selle apical que es equivalente a la producida con gutapercha y AH Plus usando compactación vertical.

Anantula, y Kumar 2011¹⁰⁰ compararon técnicas de obturación: Obtura II, guttaflow y la técnica estándar de condensación lateral y al evaluar los espacios de filtración o vacíos por medio de estereomicroscopia, encontraron que el que presentaba menor filtración era el sistema Obtura II.

Kapoor, Singh, Bansal, Paul, 2013¹⁰¹ realizaron una comparación de la técnica de condensación lateral frente a guttaflow usando 80 molares humanos, en los cuales evaluaron la filtración del material a través de la penetración de tinte basada en la técnica de aclaramiento de Robertson, sus resultados demostraron

menor permeabilidad de tinte en dientes obturados con guttaflow que con la condensación lateral, esto debido a la presencia de partículas de tamaño muy pequeño (nano-partículas < 30 micras) que aumentan la capacidad de fluidez de Guttaflow, mayor difusión y adaptación a las paredes del conducto radicular y túbulos dentinarios.

Kumar, Shivanna, y Joshi, 2012¹⁰² compararon la capacidad de fluidez de Guttaflow y Sistem B, donde Guttaflow fluyo significativamente mejor en los surcos y depresiones en los 3mm apicales.

Pocos trabajos han incursionado en el uso de la microscopia electrónica para la evaluación de técnicas de obturación. Vujašković y Teodorović, 2010¹⁰³, evaluaron cualitativamente los materiales Ketac-Endo y GutaFlow, clasificando la adhesión como: extremadamente buena, buena o relativamente buena, donde se encontró que Guttaflow tiene una capacidad de selle fuerte y una excelente adhesión a las paredes de la dentina y a la gutapercha. Ketac-Endo demostró excelente unión a la dentina con una capacidad de adhesión ligeramente mas debil a la gutapercha en comparación con Guttaflow.

Upadhyay, Upadhyay, Panday, Chturvedi y Bajpai, 2011¹⁰⁴ utilizaron microscopia electronica de barrido (SEM), encontrando buena capacidad de selle de Guttaflow, los autores lo atribuyen a que tiene una estructura homogénea con partículas de gutapercha y penetra los túbulos dentinales, ademas presenta buena adherencia a la gutapercha. Estos resultados concuerdan con los encontrados en el presente estudio.

De manera similar como se evaluo la calidad de obturación en este trabajo (total y parcial), Goldberg, Massone E, Esmoris, Alfie, 2000¹⁰⁵ evaluaron técnicas de obturación de condensación lateral, tecnica hibrida, Obtura II y Thermafil, usando radiografías donde encontraron que la mejor técnica de obturación fue Obtura II, resultados que concuerdan con los encontrados en este estudio.,

Otros estudios han evaluado distintas variables como la contaminación bacteriana posterior a la filtracion de material donde al comparar la condensación vertical con

gutapercha / AH Plus, la técnica de cono único con Activ GP; y la técnica de cono único con Gutta-Flow se encontró que el material y técnica de obturación que permitía menos filtración era la gutapercha con AH Plus y técnica de condensación vertical en un tiempo de 100 días, por tanto el Guttaflow al parecer permite la filtración de microorganismos después del procedimiento (Monticelli *et al*, 2007¹⁰⁶), estos resultados nos parecen particularmente importantes y podemos recomendar la implementación en próximos trabajos de investigación en esta línea.

La dificultad para construir la discusión de resultados se debe a la variación en el uso de técnicas para la evaluación del selle de los materiales, esto impidió comparaciones directas con otros trabajos debido a la diversidad de técnicas como la estereomicroscopia cuantitativa, radiografía cualitativa, espectrofometría, sistema de penetración de tinte, solo por nombrar algunos, lo cual no permite una homogeneidad de los resultados obtenidos por los diferentes grupos. Las principales técnicas utilizadas en la literatura y materiales y método de obturación se resumen en la Tabla 1. Cabe resaltar el hecho que existen técnicas interesantes a implementar como la técnica de sistema de presión de filtración de fluido que se basa en la evaluación de movimiento de agua y podría llegar a ser una técnica posiblemente muy “sensible” para evaluar estas técnicas de obturación (Bracket *et al* , 2006¹⁰⁷)

Tabla # 1. Resumen de las diferentes técnicas de medición del selle

Técnica de medición	Material /método obturación	Autores
Estereomicroscopia evaluando penetración de tinta	Guttapercha (multifase, quickfill y condensación lateral)	Canalda, Berástegui y Brau, 1997
Estereomicroscopia de cuatro mediciones en la fuga	Guttapercha (Alpha Seal , Thermafil y Quick fill)	Gulabilava, Hont y Long, 1998
Evaluación visual de	Guttapercha (Obtura II y	Teles , Pardini , Kenji y

radiografías digitales (score)	Tagger)	Gomes , 2012
Espectrofotometría (Densidad óptica)	Guttapercha (Thermafil, Obtura II)	Samson <i>et al</i> , 2013
Sistema de presión de llenado de fluido	Guttaflow (modificaciones del master cone)	Bracket <i>et al</i> , 2006
Evaluación visual de radiografías	Guttapercha (Obtura II y estándar)	Bakht, Umer y Raza, 2012
Técnica de penetración de tinta y radiografías digitales	Guttapercha(Tagger, estándar, Thermafil)	Dantas <i>et al</i> , 2013
Radiografías y Estereomicroscopia score	Guttapercha (Ultrasonic Condensation, Thermafil, Obtura II)	Agarwal, Rajkumar y Lakshminarayanan , 2002

Al igual que en ese estudio el SEM permitió la evaluación de la capacidad de sellado y la adherencia del sellador a las paredes de la dentina.

El grupo de trabajo de este estudio recomienda la utilización de al menos de dos técnicas para evaluar el sellamiento que debe incluir una técnica visual como estereomicroscopia o SEM y una técnica alterna como la espectrofotometría o sistema de presión de flujo.

9. CONCLUSIÓN

En el presente estudio, no hay diferencias significativas entre las obturación termoplastificadas con Obtura II y las obturaciones con Guttaflow, de manera que dichas obturaciones realizadas con GuttaFlow mantuvieron una buena capacidad de selle de los defectos creados con niveles satisfactorios sobre la medición microscópica, tanto en los segmentos apicales como coronales dándonos una opción adecuada para el manejo de las RRI a un menor costo.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Schäfer E. Root filling materials. *Dtsch Zahnärztl Z* 2000; 55:15–25.
- ² Barroso J M, Carrasco L D, Capelli A, Guerisol D M Z, Saquy P C, Pécora J D. Influence of gutta-percha points on the filling of simulated lateral canals. *J Appl Oral Sci* 2005; 13(2):176-179
- ³ Bille ML, Nolting D, Kvetny MJ, Kjaer I. Unexpected early apical resorption of primary molars and canines. *Eur Arch Paediatr Dent* 2007; 8:144–9.
- ⁴ Patel S, Pitt Ford TR. Is the resorption external or internal? *Dent Update* 2007; 34: 218–29.
- ⁵ Dummer PMH, Lyle L, Rawle J, Kennedy JK. A laboratory study of root fillings in teeth obturated by lateral condensation of gutta-percha or Thermafil obturator. *Int Endod J* 1994; 27:32–8.
- ⁶ Valli KS, Rafeek RN, Walker RT. Sealing capacity in vitro of thermoplasticized gutta-percha with a solid core endodontic filling technique. *Endod Dent Traumatol* 1998; 14:68–71.
- ⁷ Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:105–8.
- ⁸ <http://www.guttaflow.com> 2007
- ⁹ Haapasalo M, Endal U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Topics* 2006; 14:60–79.
- ¹⁰ Patel S, Ricucci D, Durak C, Tay F. Internal root resorption: a review. *J Endod* 2010; 36:1107–21
- ¹¹ Bille ML, Kvetny MJ, Kjaer I. A possible association between early apical resorption of primary teeth and ectodermal characteristics of the permanent dentition. *Eur J Orthod* 2008; 30:346–51.
- ¹² Harokopakis-Hajishengallis E. Physiologic root resorption in primary teeth: molecular and histological events. *J Oral Sci* 2007; 49:1–12.
- ¹³ Yildirim S, Yapar M, Sermet U, Sener K, Kubar A. The role of dental pulp cells in resorption of deciduous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2008; 105:113–20.
- ¹⁴ Andreasen JO. Review of root resorption systems and models: biology of root resorption and the homeostatic mechanisms of the periodontal ligament. In: Davidovitch Z, ed. *Proceedings of the International Conference on the Biological Mechanisms of Tooth Eruption and Root Resorption*. Birmingham, UK: Ebsco Media; 1988:9–21.

-
- ¹⁵ Tronstad L. Root resorption: etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dent Traumatol* 1988; 4:241–52.
- ¹⁶ Bell T. *The anatomy, physiology, and disease of the teeth*. Philadelphia, PA: Carey and Lee Publishing; 1830. 171–2.
- ¹⁷ Levin L, Trope M. Root resorption. In: Hargreaves KM, Goodis HE, eds. *Seltzer and Bender's dental pulp*. Chicago, IL: Quintessence Publishing Co Inc; 2002:425–48.
- ¹⁸ Gulabivala K, Searson LJ. Clinical diagnosis of internal resorption: an exception to the rule. *Int Endod J* 1995; 28:255–60.
- ¹⁹ Patel S, Kanagasingham S, Pitt Ford T. External cervical resorption: a review. *J Endod* 2009; 35:616–25.
- ²⁰ Frank AL. External-internal progressive resorption and its nonsurgical correction. *J Endod*
- ²¹ Thoma K. Central osteoclastic resorption of dentine and complete repair with osteodentine in the permanent tooth of an adult. *Dent Items Interest* 1935; 57:28.
- ²² Cabrini R, Maisto O, Manfredi E. Internal resorption of dentine; histopathologic control of eight cases after pulp amputation and capping with calcium hydroxide. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1957; 10:90–6.
- ²³ Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Longterm evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand* 1983; 41:23–31
- ²⁴ Lyroudia KM, Dourou VI, Pantelidou OC, Labrianidis T, Pitas IK. Internal root resorption studied by radiography, stereomicroscope, scanning electron microscope and computerized 3D reconstructive method. *Dent Traumatol* 2002; 18:148–52.
- ²⁵ Goultschn J, Nitzan D, Azaz B. Root resorption: review and discussion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 54:586–91.
- ²⁶ C, alixskan MK, Tu" rku" n M. Prognosis of permanent teeth with internal resorption: a clinical review. *Endod Dent Traumatol* 1997; 13:75–81.
- ²⁷ Andreasen JO, Andreasen FM. Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc* 1992; 88(Suppl 1):95–114.
- ²⁸ Andreasen JO. Luxation of permanent teeth due to trauma: a clinical and radiographic follow up study of 189 injured teeth. *Scand J Dent Res* 1970; 19:273–86.
- ²⁹ Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Long term evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand* 1983; 41:23–31.

-
- ³⁰ M. Fernandes, I. de Ataide, and R. Wagle, "Tooth resorption part I—pathogenesis and case series of internal resorption," *Journal of Conservative Dentistry*, vol. 16, no. 1, pp. 4–8, 2013.
- ³¹ R. F. Ne, D. E. Witherspoon, and J. L. Gutmann, "Tooth resorption," *Quintessence International*, vol. 30, no. 1, pp. 9–25, 1999.
- ³² Z. Fuss, I. Tsesis, and S. Lin, "Root resorption—diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors," *Dental Traumatology*, vol. 19, no. 4, pp. 175–182, 2003.
- ³³ M. K. Caliskan and M. Turkun, "Prognosis of permanent teeth with internal resorption: a clinical review," *Dental Traumatology*, vol. 13, no. 2, pp. 75–81, 1997.
- ³⁴ C. Wedenberg and S. Lindskog, "Experimental internal resorption in monkey teeth," *Endodontics & Dental Traumatology*, vol. 1, no. 6, pp. 221–227, 1985.
- ³⁵ Silveira F, Nunes E, Soares J A, Ferreira C L, and Rotstein I, "Double "pink tooth" associated with extensive internal root resorption after orthodontic treatment: a case report," *Dental Traumatology*, vol. 25, no. 3, pp. e43–e47, 2009.
- ³⁶ Sassone L M, Fidel R, Faveri M, Fidel S, Figueiredo L, and Feres M, "Microbiological evaluation of primary endodontic infections in teeth with and without sinus tract," *International Endodontic Journal*, vol. 41, no. 6, pp. 508–515, 2008.
- ³⁷ Estrela C, Bueno M R, Alencar A H., "Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography," *Journal of Endodontics*, vol. 35, no. 11, pp. 1491–1497, 2009.
- ³⁸ Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod* 2007; 33:1121–32.
- ³⁹ Patel S, Dawood A, Wilson R, Horner K, Mannocci F. The detection and management of root resorption lesions using intraoral radiography and cone beam computed tomography—an in vivo investigation. *Int Endod J* 2009; 42:831–8.
- ⁴⁰ Estrela C, Bueno MR, De Alencar AH, et al. Method to evaluate inflammatory root resorption by using cone beam computed tomography. *J Endod* 2009; 35:1491–7.
- ⁴¹ Kamburoglu K, Kursun S. A comparison of the diagnostic accuracy of CBCT images of different voxel resolutions used to detect simulated small internal resorption cavities. *Int Endod J* 2010; 43:798–807.
- ⁴² Kamburoglu K, Kursun S, Yüksel S, Oztas, B. Observer ability to detect ex vivo simulated internal or external cervical root resorption. *J Endod* 2011; 37: 168–75.
- ⁴³ Cornel Gabor C, Tam E, Shen Y, Haapasalo M. Prevalence of Internal Inflammatory Root Resorption. *J Endod* 2012; 38:24–27

-
- ⁴⁴ Main C, Mirzayan N, Shabahang S, and Torabinejad M, "Repair of root perforations using mineral trioxide aggregate: a long-term study," *Journal of Endodontics*, vol. 30, no. 2, pp. 80–83, 2004.
- ⁴⁵ Evans G E, Bishop K, and Renton T, "Update of guidelines for surgical endodontics—the position after ten years," *British Dental Journal*, vol. 212, no. 10, pp. 497–498, 2012.
- ⁴⁶ Schäfer E, et al. Effect of Three Different Sealers on the Sealing Ability of Both Thermafil Obturators and Cold Laterally Compacted Gutta-Percha. *Journal of endodontic* 2002; 28:638-41
- ⁴⁷ Grossman LI. *Endodontic Practice*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1978
- ⁴⁸ . Ørstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological and clinical testing. *Endodontic Topics* 2005, 12, 25–38
- ⁴⁹ Ingle JI, Beveridge EE, Glick DH, Weichman JA Chapter 1: Modern Endodontic Therapy. *Endodontics*, 4th edn. Malvern: Ingle and Bakland, 1984: 1–52.
- ⁵⁰ Harty FJ. Chapter 7: Conventional Root Canal Therapy – II. *Endodontics in Clinical Practice*, 1st edn. Bristol: Harty FJ, Wright, 1982: 137–172.
- ⁵¹ Huuonen S, Lenander-Lumikari M, Sigurdsson A, Ørstavik D. Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicone-based and a zinc oxide-eugenol-based sealer. *Int Endod J* 2003; 36: 296–301.
- ⁵² Waltimo TM, Boiesen J, Eriksen HM, Ørstavik D. Clinical performance of 3 endodontic sealers. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001; 92: 89–92.
- ⁵³ Johnston H. The Callahan method of root filling. 1931; 18: 1893–1895.
- ⁵⁴ Beyer-Olsen EM, Ørstavik D, Eriksen HM. Radiographic voids and leakage along root fillings in vitro. *Int Endod J* 1983Apr; 16: 51–58.
- ⁵⁵ Da Silva LA, Leonardo MR, da Silva RS, Assed S, Guimaraes LF. Calcium hydroxide root canal sealers: evaluation of pH, calcium ion concentration and conductivity. *Int Endod J* 1997; 30: 205–209.
- ⁵⁶ Barbosa HG, Holland R, de Souza V, Dezan EJ, Bernabe PF, Otoboni JA, Nery MJ. Healing process of dog teeth after post space preparation and exposition of the filling material to the oral environment. *Braz Dent J* 2003; 14:103–108.
- ⁵⁷ Gambarini G, Andreasi-Bassi M, Bolognini G, Testarelli L, Nocca G, Ceccarelli L, Scatena R, Lupi A, Castagnola M. Cytotoxicity of a new endodontic filling material. *Aust Endod J* 2003; 29: 17–19.
- ⁶¹ Whitworth J. Methods of filling root canals: principles and practices. *Endodontic Topics* 2005, 12, 2–24

-
- ⁶² Zmener O, Pameijer CH. Clinical and radiographic evaluation of a resin-based root canal sealer. *Am J Dent* 2004; 17: 19–22.
- ⁶³ McMichen FR, Pearson G, Rahbaran S, Gulabivala K. A comparative study of selected physical properties of five root-canal sealers. *Int Endod J* 2003; 36: 629–635
- ⁶⁴ Schroeder A. The impermeability of root canal filling material and first demonstrations of new root filling materials. *SSO Schweiz Monatsschr Zahnheilkd* 1954; 64: 921–931.
- ⁶⁵ Spangberg LS, Barbosa SV, Lavigne GD. AH 26 releases formaldehyde. *J Endod* 1993; 19: 596–598.
- ⁶⁶ Schwandt NW, Gound TG. Resorcinol-formaldehyde resin “Russian Red” endodontic therapy. *J Endod* 2003; 29: 435–437.
- ⁶⁷ Zias J, Numeroff K. Operative dentistry in the second century BCE. *J Am Dent Assoc* 1987; 114: 665–666.
- ⁶⁸ Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974; 18:269-296.
- ⁶⁹ Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am.* 1967; 11:723-744.
- ⁷⁰ Jasper E. Adaption and tolerance of silver point canal filling, *J Dent Res.* 1941; 4:355.
- ⁷¹ Seltzer S, Green DB, Weiner N, DeRenzis F. A scanning electron microscope examination of silver cones removed from endodontically treated teeth. 1972. *J Endod.* 2004; 30(7):463-474.
- ⁷² Grossman L: *Endodontics*, ed 11, Philadelphia, 1988, Lea & Febiger
- ⁷³ Friedman CE, Sandrik JL, Heuer MA, Rapp GW. Composition and physical properties of gutta-percha endodontic filling materials. *J Endod.* 1977; 3:304-308.
- ⁷⁴ Mayne JR, Shapiro S, Abramson I. An evaluation of standard 7Pd gutta percha points. I. Reliability and validity of standardization
- ⁷⁵ Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations: part 1. *Am J Dent.* 2002; 15:198-210.
- ⁷⁶ Hilton TJ. Can modern restorative procedures and materials reliably seal cavities? In vitro investigations: part 2. *Am J Dent.* 2002; 15:279-289.
- ⁷⁷ Wu MK, Wesselink PR A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001; 34:137-141.

⁷⁸ Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. A preliminary study of the percentage of gutta-percha-filled area in the apical canal filled with vertically compacted warm gutta-percha. *Int Endod J.* 2002; 35:527-535.

⁷⁹ Zmener O, Hilu R, Scavo R. Compatibility between standardized endodontic finger spreaders and accessory gutta percha cones. *Endod Dent Traumatol.* 1996; 12:237-239.

⁸⁰ Joyce AP, Loushine RJ, West LA, Runyan DA, Cameron SM. Photoelastic comparison of stress induced by using stainless-steel versus nickel-titanium spreaders in vitro. *J Endod.* 1998; 24:714-715.

⁸¹ Allison DA, Michelich RJ, Walton RE. The influence of master cone adaptation on the quality of the apical seal. *J Endod.* 1981; 7:61-65.

⁸² Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod.* 1997; 23:533-534.

⁸³ Brackett MG, Martin R, Sword J, Oxford G, Rueggeberg FA, Tay FR, Pashley DH. Comparison of seal after obturation techniques using a polydimethylsiloxane-based root canal sealer. *J Endod.* 2006; 32(12):1188-1190

⁸⁴ Mayer B, Roggendorf MJ, Ebert J, Petschelt A, Frankenberger R. Influence of sealer placement on apical extrusion of two root canal sealers. *Int Endod J.* 2005; 38(12):928.

⁸⁵ Ideniz AU, Orstavik D. Physical properties of newly developed root canal sealers. *Int Endod J.* 2005; 38(12):935.

⁸⁶ Leski M, Pawlicka H. A comparison of the penetration of three sealers into dentinal tubules: a SEM study. *Int Endod J.* 2005; 38(12):932.

⁸⁷ Sweatnran TL, Baumgartner JG, Sakaguchi RL. Radicular temperatures associated with thermoplastic gutta percha. *J Endod.* 2001; 27:512-515

⁸⁸ Abed S, Ibensouda S, Latrache H, Hamadi F. Scanning Electron Microscopy (SEM) and Environmental SEM: Suitable Tools for Study of Adhesion Stage and Biofilm Formation. www.intechopen.com

⁸⁹ Cunha SS, Sarmiento VA, Ramalho LMP, Almeida D, Veeck EB, Costa NP, Mattos A, Marques AM, Gerbi M, Freitas A C. Effect of laser therapy on bone tissue submitted to radiotherapy: experimental study in rats. *Photomed Laser Surg.* 2007. 25:197-204

⁹⁰ Azoubel MCF, Sarmiento VA, Lima VLC, Azoubel E, Bittencourt S, Cunha FQ, Ribeiro RA, Brito GAC. Adjunctive benefits of systemic etoricoxib in non-surgical treatment of aggressive periodontitis short-term evaluation. *J Periodontol* 2008. 79:1719-1725

⁹¹ Fonseca RB, Branco CA, Soares PV, Correr-Sobrinho L, Haiter-Neto F, Fernandes-Neto AJ, Soares CJ. Radiodensity of base, liner and luting dental materials. *Clin Oral Invest* 2006. 10:114-118

-
- ⁹² Ohki M, Okano T, Nakamura T Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs. *Dentomaxillofacial Radiol* 1994. 23:77–82 □
- ⁹³ Canalda, C., Berástegui y Brau, E.. Apical Sealing using two Termoplasticized guttapercha techniques compared with lateral condensation. *JOE* 1997. 23 ,636-638
- ⁹⁴ Gulabilava K, Holt R y Long B. An in vitro comprasion of thermoplasticised gutta-percha obturation techniques with cold lateral condensation. *Endodontics y dental traumatology*. 1998. 14, 267- 269
- ⁹⁵ Teles C, Pardini R, Kenji C y Gomes F. Filling of simulated lateral canals using different obturation techniques: analysis through IDA digital radiograph system. *RSBO*. 2012. 9, 254-259
- ⁹⁶ Goldberg,F, Artaza L y De Silvio A. Effectiveness of Different Obturation Techniques in the Filling of Simulated Lateral Canals. *Journal of endodontics*. 2001. 27, 362-364
- ⁹⁷ Bakht B, Umer F y Raza F. A clinical trial of cold lateral compaction with Obtura II technique in root canal obturation. *Journal of Conservative Dentistry* . 2012. 15, 156- 160
- ⁹⁸ Samson E, Kulkarni S, Kumar S y Likhitkar M. An In-Vitro Evaluation and Comparison of Apical Sealing Ability of Three Different Obturation Technique - Lateral Condensation, Obtura II, and Thermafil. *Journal of International Oral Health*. 2013. 5, 35-43
- ⁹⁹ Brackett M, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeber F, Tay F y Pashley D. Comparison of seal after obturation technique using polydimethylsiloxane based root canal seal. 2006. 32, 1188- 1190
- ¹⁰⁰ Anantula K y Kumar A. Evaluation and comparison of sealing ability of three different obturation techniques — Lateral condensation, Obtura II, and GuttaFlow: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. 2011. 14, 57-61
- ¹⁰¹ Kapoor V, Singh H, Bansal R y Paul S. Qualitative and Quantitative Comparative Evaluation of Sealing Ability of Guttaflow, Thermoplasticized Gutta Percha and Lateral Compaction for Root Canal Obturation: A Cohort, Controlled, Ex-Vivo Study. *OHMD*. 2013. 12, 155-161
- ¹⁰² Kumar D, Shivanna V y Joshi V. Evaluation of guttaflow and guttapercha in filling of lateral grooves and depressions in a single rooted tooth - An in vitro study. *Endodontology*. 2012. 24, 33 – 39
- ¹⁰³ Vujašković M y Teodorović N. Analysis of Sealing Ability of Root Canal Sealers Using Scanning Electronic Microscopy Technique. *Srp Arh Celok Lek*. 2010. 138, 694-698
- ¹⁰⁴ Upadhyay V, Upadhyay M, Panday R, Chturvedi T y Bajpai U (2011). A SEM evaluation of dentinal adaptation of root canal obturation with GuttaFlow and conventional obturating material. *Indian Journal of Dental Research*. 2011. 22, 881

¹⁰⁵ Terry P, Sierra C. Interfase y calidad de la obturación con diferentes técnicas en reabsorciones internas simuladas, observadas radiográficamente y bajo microscopia electrónica de barrido. UNICOC 2013.

¹⁰⁶ Monticelli F, Sadek F, Schuster G, Volkmann K, Looney S, Ferrari M, Toledano M, Pashley D y Tay F. Efficacy of two contemporary single-cone filling techniques in preventing bacterial leakage. J Endod. 2007. 33, 310-313.

¹⁰⁷ Brackett M, Martin R, Sword J, Oxford C, Rueggeber F, Tay F y Pashley D. Comparison of seal after obturation technique using polydimethylsiloxane based root canal seal. 2006. 32, 1188- 1190