



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

Microfiltración apical de tres cementos endodónticos utilizados
en la obturación de conductos radiculares: Grossman, óxido de zinc-eugenol
y Endofill, estudio *in vitro*, Lima, 2013

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE CIRUJANO DENTISTA**

Presentada por
Merino García, Marcos Emilio

Asesora
Mg. C. D. Ingrid Rosa Isabel Iturria Reátegui

Lima-Perú
2014



DEDICATORIA

Al arquitecto de este universo,
por permitirme nacer en este
mundo y conocer sus misterios.

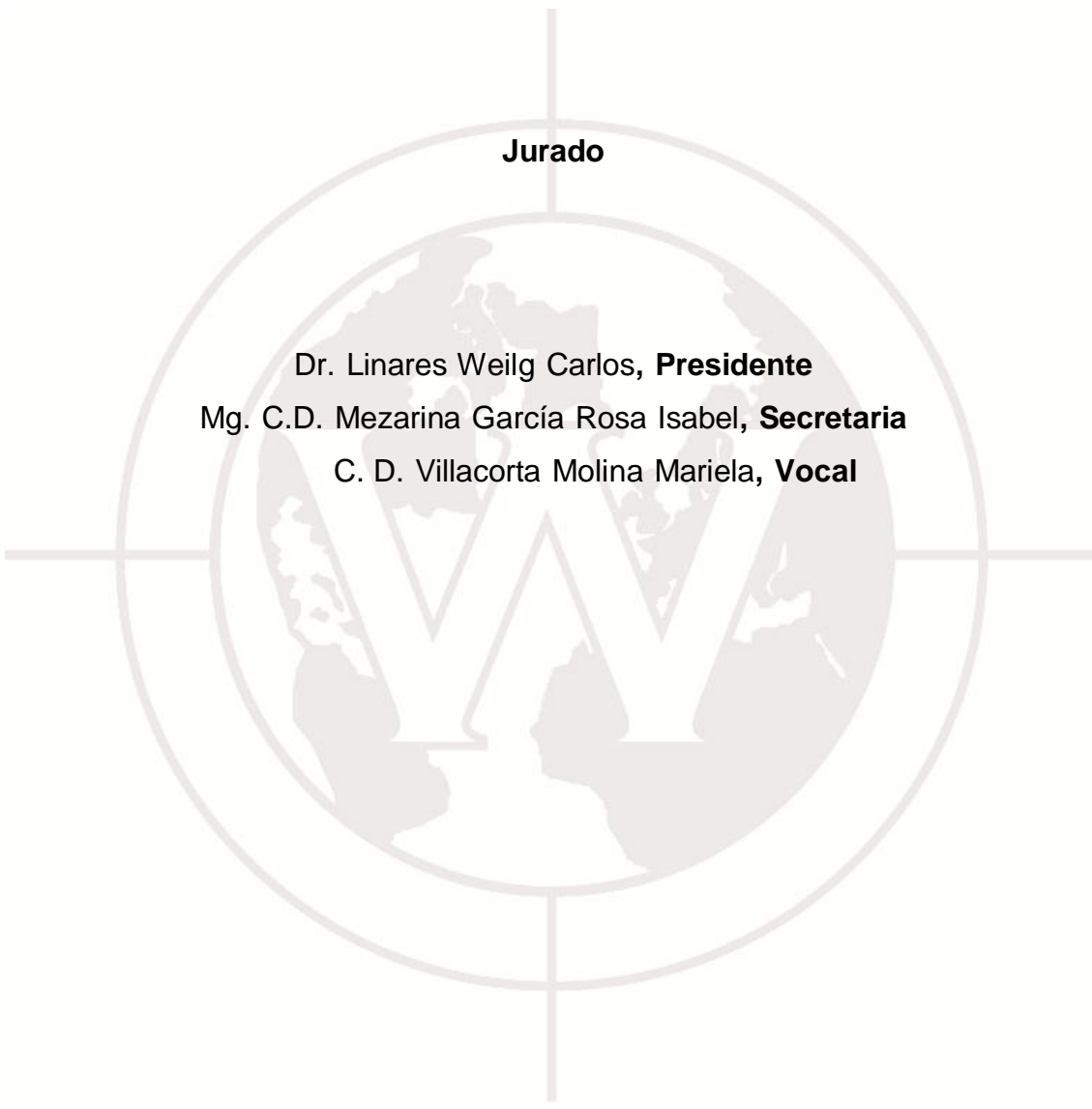
A mis padres, quienes siempre
me dieron aliento y apoyo
incondicional en cada etapa de
mi vida.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres y a toda mi familia, pues de ellos aprendí que después de todo esfuerzo siempre llega una recompensa.

A todas aquellas personas que hicieron posible la conclusión de este trabajo de investigación.



Jurado

Dr. Linares Weilg Carlos, **Presidente**

Mg. C.D. Mezarina García Rosa Isabel, **Secretaria**

C. D. Villacorta Molina Mariela, **Vocal**

ÍNDICE

	Pág.
I. El problema	10
1.1. Planteamiento del problema	10
1.2. Formulación del problema	11
1.3. Justificación	11
1.4. Objetivos	12
1.4.1. Objetivo general	12
1.4.2. Objetivos específicos	12
II. Marco teórico	13
2.1. Antecedentes	13
2.2. Base teórica	16
2.3. Terminología básica	35
2.4. Hipótesis	39
2.5. Variables	40
III. Diseño metodológico	41
3.1. Tipo y nivel de investigación	41
3.2. Población y muestra	41
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.4. Procesamiento de datos y análisis estadísticos	44
3.5. Aspectos éticos	44

IV. Resultados y discusión	45
4.1. Resultados	45
4.2. Discusión	53
V. Conclusiones y recomendaciones	56
5.1. Conclusiones	56
5.2. Recomendaciones	57
Referencias bibliográficas	58
Anexos	62

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	45
Tabla 2	46
Tabla 3	48
Tabla 4	49
Tabla 5	50
Tabla 6	51
Tabla 7	52

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar el nivel de microfiltración apical *in vitro* de tres cementos endodónticos: Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill, utilizados en la obturación de conductos radiculares. Para tal efecto, se recolectaron 30 piezas dentales monorradiculares, las cuales fueron sometidas al tratamiento convencional de conductos, 10 piezas dentales usando el cemento endodóntico Grossman, 10 usando el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol y 10 usando el cemento endodóntico Endofill. Como resultado se obtuvo que el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol presentó una microfiltración promedio de 2,4 mm; el cemento endodóntico Grossman, una microfiltración promedio de 1,9 mm; y el cemento endodóntico Endofill, una microfiltración promedio de 1,3 mm. En conclusión, el cemento endodóntico Endofill obtuvo un menor riesgo de microfiltración apical.

Palabras claves: microfiltración apical, sellado apical, cementos endodónticos.

SUMMARY

The present research aimed to compare the level of apical microleakage in vitro three Cements Endodontics: Grossman, Zinc Oxide - Eugenol and Endofill used in the root canal filling. Eugenol and 10 teeth using Cement Endodontic Endofill

- For this purpose 30 monoradiculares teeth which were subjected to conventional root canal treatment 10 teeth using Cement Endodontic Grossman 10 teeth using Cement Endodontic Zinc Oxide was collected. It was observed that the Endodontic Cement Zinc Oxide - Eugenol, provided an average of 2.4mm, Grossman Endodontic Cement has an average of 1.9mm microfiltration and Endofill Endodontic Cement has an average 1.3mm microfiltration. In conclusion Endofill Endodontic Cement obtained a reduced risk of apical leakage.

Keywords: Apical Microfiltration, Apical Sealing, endodontic cements.

I. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La endodoncia es el campo de la odontología que estudia la morfología, la fisiología y la patología de la pulpa dental, así como la prevención y el tratamiento de sus alteraciones y las repercusiones sobre los tejidos periapicales.

El fracaso en endodoncia se ha relacionado con diferentes factores: obturación incompleta del sistema de conductos radiculares, filtración y fallos por parte del operador en reconocer la presencia de conductos y sus ramificaciones¹.

Uno de los objetivos principales de la terapia de conductos exitosa es la obturación del conducto radicular. Para obtener un buen sellado final será necesario en primer lugar obtener una limpieza y conformación correcta del conducto radicular, ya que al conseguir esto se podrá llegar a una buena obturación de los mismos, lo cual garantizará en gran parte el éxito de la terapia de conductos a largo plazo.

El perfecto selle hermético y la obturación tridimensional del conducto radicular son, sin duda alguna, puntos críticos en la terapéutica endodóntica, al evitar la filtración y la replicación de microorganismos remanentes en el interior del mismo, lo cual es determinante en el éxito o fracaso del tratamiento².

Se ha comprobado que el éxito de los tratamientos endodónticos depende de la perfecta obliteración de los espacios de los conductos radiculares y de perfecto sellado del foramen apical a nivel de la unión dentina cemento, ya

que, según estudios, la mayor causa de fracasos de los tratamientos endodónticos se debe a la microfiltración apical³. Por ello se evaluará la microfiltración apical de tres cementos endodónticos utilizados en la obturación de conductos radiculares, con la finalidad de seleccionar la mejor alternativa para la obturación de conductos radiculares.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál de los cementos endodónticos (Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill) utilizados en la obturación de conductos radiculares presentará un menor riesgo de microfiltración apical *in vitro*, Lima, 2013?

1.3. Justificación

Es de suma importancia conocer no solo las técnicas de obturación endodóntica, sino también el material de elección que permita evitar la microfiltración apical postratamiento endodóntico.

Actualmente existe una mayor cantidad de pacientes que acuden a la consulta odontológica con la idea de no extraerse una pieza dentaria, razón por la cual se debe estar capacitado para poder brindar una atención de calidad, realizar una correcta terapia endodóntica y un tratamiento de emergencia, si el caso lo amerita⁴.

Debido a que los cementos endodónticos Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill son los más comunes del mercado y de amplio uso en diversas instituciones del medio como agentes selladores en la obturación de los conductos radiculares, se requiere evaluar cuál de ellos es el que presenta un mejor sellado apical después de la obturación endodóntica.

Por ello, el estudio busca la comparación del comportamiento *in vitro* de esos tres cementos endodónticos.

Los resultados del estudio determinarán cuál sería el agente de elección que permitirá menor riesgo de microfiltración apical.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la microfiltración apical de los cementos endodónticos Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico Grossman. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.
- Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.
- Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico Endofill. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.
- Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Grossman. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.
- Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Endofill. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.
- Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos Grossman y Endofill. Estudio *in vitro*, Lima, 2013.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Salazar K. (2012) realizó estudios sobre microfiltración apical; con respecto al cemento utilizado, encontró que el cemento Grossman no presentó microfiltración apical en un 45 %⁵.

Ramos J. *et al.* (2011) realizaron estudios sobre la microfiltración apical, y, en cuanto al tipo de cemento utilizado, se encontró presencia de filtración del 25 % para raíces obturadas con cemento de Grossman, al compararlo con el 18,3 % del cemento Top².

Álvarez M. (2010) realizó estudios sobre microfiltración apical con respecto a las piezas obturadas con cemento a base de óxido de zinc más eugenol (Grossman) con obturación por condensación lateral de conos de gutapercha, a las 24 horas presentaron 33,33 % de filtración⁶.

Álvarez A. (2010) realizó estudios sobre microfiltración apical; con respecto a las piezas obturadas con cemento base de óxido de zinc más eugenol (Grossman), presentó 33,33 % de filtración⁷.

Colán P. *et al.* (2008) realizaron estudios para comparar la microfiltración apical *in vitro* obtenida por los cementos endodónticos a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill), resina epóxica (AH-Plus®) y trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®). Se prepararon 165 piezas dentarias unirradiculares recientemente extraídas y donadas para el estudio, de conducto único y de clase I según la clasificación de Zidell, divididas en tres grupos de 53 piezas dentarias por cada cemento y dos grupos control de tres piezas cada uno. Los controles positivos fueron piezas sin obturar

y permeables los dos milímetros más apicales, mientras que a los controles negativos no se les instrumentó, solo se les impermeabilizó con barniz de uñas. Todas las piezas fueron sumergidas en tinta china, luego fueron descalcificadas y diafanizadas. La microfiltración apical fue medida cada 0,5 mm lineales utilizando un estereomicroscopio. Se encontró diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos de cementos selladores ($p < 0,01$). Presentaron de mayor a menor microfiltración el cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Endofill®), trióxido de minerales agregados (Endo CPM Sealer®) y resina epóxica (AH-Plus®), respectivamente⁸.

García L. (2008) realizó estudios con la finalidad de comparar el sellado apical logrado en obturaciones endodónticas entre el sellador de mineral trióxido agregado (Endo CPM Sealer) y el sellador de óxido de zinc-eugenol (cemento Grossman) con la técnica de condensación lateral. Se llevó a cabo este estudio experimental, *in vitro*, prospectivo y transversal, para el cual se seleccionaron 40 dientes humanos unirradiculares recientemente extraídos que presentaran conducto principal recto, con ápices completamente formados, sin curvaturas o calcificaciones extremas. Después de la remoción de las coronas anatómicas, los dientes fueron instrumentados con la técnica en retroceso y, a continuación, distribuidos aleatoriamente en dos grupos de 20 cada uno, para ser obturados con la técnica de condensación lateral. Un grupo con el Endo CPM Sealer y otro con el cemento Grossman. Además, otros dos dientes más fueron obturados, uno como control negativo y otro control positivo. Luego del fraguado, los dientes fueron sumergidos en tubos de ensayo con tinta china negra y fueron centrifugados por cinco minutos a 3000 rpm. Después permanecieron en inmersión pasiva por 72 horas a 37 °C, al cabo de las cuales los dientes fueron lavados en agua corriente y secados. Posteriormente, fueron descalcificados y transparentados para la medición lineal de la filtración apical de tinta y evaluación del sellado apical usando un estereomicroscopio. La medición se hizo en milímetros. Los promedios de microfiltración apical de los grupos experimentales no mostraron diferencias estadísticamente significativas para la prueba t de Student.

En cuanto al sellado apical obtenido, ambos selladores presentaron un predominio de especímenes con sellado aceptable, pero el cemento Grossman mostró la tendencia a ser más efectivo que el Endo CPM Sealer, debido a que presentó un mayor número de especímenes con sellado eficiente. La diferencia no fue significativa para la prueba chi cuadrado⁹.

Barzuna M. (2006) realizó estudios sobre evaluar *in vitro* el nivel de filtración apical de la técnica de obturación con cono único, utilizando conos principales de gutapercha con conicidad 0,04 y cuatro distintos selladores. Para esto, se utilizaron 90 raíces distovestibulares de molares superiores, distribuidas al azar de la siguiente forma: Grupo A: cono único + cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Silco); Grupo B: cono único + cemento a base de hidróxido de calcio (Sealapex); Grupo C: cono único + cemento a base de resina (EndoRez); Grupo D: cono único + cemento a base de silicón (RoekoSeal). Además de un grupo de control positivo y uno negativo, con cinco muestras cada uno. Los resultados obtenidos mostraron que el RoekoSeal fue el sellador que obtuvo los niveles más bajos de filtración; mientras que el EndoRez, los más altos¹⁰.

Veras H. (2005) realizó estudios sobre la microfiltración apical en piezas tratadas endodónticamente utilizando cementos a base de di-metacrilato de uretano (EndoRez) y óxido de zinc-eugenol (Grossman). Se utilizaron 40 piezas dentales monorradiculares que se separaron en dos grupos diferentes, los cuales fueron obturados con un cemento diferente. El resultado obtenido fue el siguiente: el cemento a base de di-metacrilato de uretano (EndoRez) presentó un promedio de 0,653333 mm, mientras que el óxido de zinc-eugenol (Grossman) presentó un promedio de 0,466667 mm. Se concluyó que de los dos cementos sometidos a prueba con el cemento a base de óxido de zinc-eugenol (Grossman) se obtuvo un mejor resultado con respecto a la microfiltración apical, que el cemento a base de di-metacrilato de uretano³.

Morales G. (2002) realizó estudios para evaluar la capacidad de sellado de tres cementos endodónticos: cemento Grossman, ionómero de vidrio y resina epóxica. Se eligieron 72 piezas dentales, con las cuales se procedió a realizar el tratamiento de conducto convencional. La propiedad del sellado apical del cemento de obturación Grossman en este caso reflejó un promedio de 0,80 mm en el nivel de filtración en 24 piezas dentales obturadas. El cemento de obturación ionómero de vidrio reflejó un promedio de 0,72 mm en el nivel de filtración, mientras que el cemento de obturación de resina epóxica reflejó un promedio de 0,41 mm de nivel de filtración, siendo este el más efectivo¹¹.

Pineda M. (2002) realizó estudios con la finalidad de evaluar la efectividad del sellado apical logrado con el cemento sellador a base de ionómero de vidrio KetacEndo. Se prepararon 40 dientes unirradiculares con la técnica de preparación biomecánica en retroceso y se obturaron con la técnica de condensación lateral. Veinte de ellos usaron el sellador KetacEndo y 20 el sellador de Grossman. Después del proceso de microfiltración apical de tinta los especímenes, fueron transparentados para la observación al estereomicroscopio. Los resultados indicaron un menor grado de microfiltración apical para el sellador KetacEndo que para el sellador de Grossman¹².

2.2. Base teórica

2.2.1. Anatomía de los conductos radiculares

El conducto radicular es la parte de la cavidad pulpar correspondiente a la porción radicular de los dientes. En los que presentan más de una raíz se inicia en el piso y termina en el foramen apical. Tiene forma cónica, con la base mayor dirigida hacia el piso y el vértice hacia la porción apical, forma similar a la de la raíz¹³.

El foramen es el orificio apical de tamaño considerable, que puede considerarse como la terminación del conducto principal. También ha sido definido como la circunferencia o borde redondeado (como el de un embudo o cráter) que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. Se confunde con frecuencia el foramen con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, que son cosas diferentes¹³.

Puede haber uno o varios forámenes en el ápice; los múltiples se presentan con frecuencia en los dientes multirradiculares. Cuando está presente más de uno, el mayor se conoce como foramen apical y los pequeños como conductos accesorios (o en combinación como delta). El tamaño del foramen apical en un diente adulto va desde 0,3 y 0,6 mm, los diámetros mayores se encuentran en los conductos distales de los molares inferiores y en la raíz palatina de los superiores. Sin embargo, el tamaño del foramen es imprevisible y no se puede determinar de manera exacta a nivel clínico¹³.

Las foramidas son los diferentes orificios que se encuentran alrededor del foramen y que permiten la desembocadura de los diversos conductillos que forman el delta apical¹³.

En 1912 Fischer destruye la creencia de que el conducto termina en el ápice por un solo foramen, poniendo en evidencia las ramificaciones apicales y estimando que se presentan en el 90 % de los casos¹³.

El número de forámenes apicales es variable. Gutiérrez encontró desde uno hasta 16 foraminas en algún espécimen, dándole un aspecto de criba¹³.

La anatomía del ápice radicular fue bien escrita por Kuttler en 1995, y posteriormente por otros. El conducto radicular recorre la raíz, disminuyendo paulatinamente su diámetro hasta terminar en el ápice radicular, en la denominada *constricción apical*, formando un cono largo y estrecho, llamado *cono dentinario* o *porción dentinaria*; contiene la pulpa con sus células más nobles y diferenciadas, los odontoblastos, que construyen la pared de la dentina que la rodea. Se continúa con otro cono más corto y ancho, el cono cementario o porción cementaria, con tejido

conjuntivo periodontal y células que forman el cemento. Según Kuttler, la porción cementaria tiene forma troncocónica con dos bases: la menor es la unión cemento-dentinaria (UCD); su diámetro es de 224 micras en los jóvenes, y va disminuyendo con la edad hasta las 210 micras. La mayor es la ya citada anteriormente foramen apical¹³.

Donde termina el tejido pulpar, al no haber odontoblastos, deja de formarse dentina; a partir de este punto son los cementoblastos del tejido periodontal los encargados de formar cemento. Así pues, la pulpa termina y comienza el periodonto en la UCD, que es una línea circular que separa los dos tejidos pulpar y periodontal. Este límite anatómico y biológico se debe respetar sin sobrepasarlo, ya que está íntimamente implicado en el pronóstico de la terapia pulpar¹³.

2.2.2. Lesiones periapicales

La naturaleza y el comportamiento de las lesiones que se forman en el vértice de la raíz del diente son un reflejo de las patologías que conducen a la destrucción de la pulpa del diente asociado¹⁴.

Cuando los factores son óptimos (presencia de una pulpitis crónica abierta, bacterias de baja virulencia, un diente más viejo con túbulos de la dentina esclerosados y paciente con buena salud), los cambios del ápice del diente son leves y crónicos. En ocasiones, múltiples factores óptimos se asocian con una escasa o nula en lugar de actuar como estimulantes de las células fibroblásticas y osteoblásticas, así como del tejido cicatrizal y el hueso denso producido en el área. Cuando las patologías son en su mayoría desfavorables (como presencia de pulpitis aguda cerrada, gran número de bacterias muy virulentas y túbulos de dentina abiertos de los dientes jóvenes), la inflamación del ápice del diente se desinfectará con rapidez y se producirán y diseminarán grandes cantidades de toxinas bacterianas y enzimas autolíticas. En estas circunstancias existe una rápida destrucción del tejido periapical y del hueso circundante y el proceso se extiende en seguida a los espacios medulares adyacentes¹⁴.

2.2.3. Sistema de limpieza y conformación de los canales radiculares

El tratamiento del canal radicular consiste en la eliminación completa de la pulpa, la limpieza y la correcta conformación del canal, para finalizar con la obturación, con el fin de que se pueda conservar el diente como una unidad funcional del sistema estomatognático¹⁵.

La fase de instrumentación del conducto radicular siempre va acompañada de la irrigación. Esta fase del tratamiento endodóntico es muy importante, ya que ayuda a eliminar los detritus y restos pulpares producidos por la instrumentación, evitando de esta manera que se tapen dichos conductos. También ayuda a la antisepsia del conducto en casos de conductos infectados¹⁶.

La limpieza es la remoción de todos los contenidos del sistema de los canales radiculares antes de la conformación y durante la misma: el material infectado, el material antigénico, los sustratos orgánicos, la microflora, los productos bacterianos, los restos de comida, las caries, los tejidos remanentes, los dentículos, los cálculos pulpares, el colágeno, las sustancias químicas inflamatorias, los materiales de relleno del canal contaminado y los detritos dentinarios que se producen durante los procedimientos de conformación del canal. La limpieza facilita la extracción mecánica de los contenidos del canal y la disolución química, la detoxificación y la salida de las sustancias de la inflamación y las potencialmente inflamatorias. Una limpieza correcta facilita el uso de los instrumentos para eliminar físicamente las sustancias, la irrigación de los sistemas para eliminar los restos de materiales y la disolución de los contenidos de las zonas inaccesibles gracias a las sustancias químicas¹³.

La conformación es la construcción de una forma cavitaria específica con cinco objetivos mecánicos. La conformación o la preparación radicular permite que los condensadores, los separadores y otros instrumentos de obturación ajusten libremente sin problemas dentro del sistema de

los canales radiculares. Estos instrumentos generan las presiones necesarias para transformar y ajustar la obturación al máximo, forzando la gutapercha contra la micropelícula selladora dentro de todos los forámenes. Igualmente importante es que la conformación facilita la limpieza tridimensional, al ofrecer un acceso directo y fácil a las limas, los escariadores, los instrumentos rotatorios y las soluciones irrigantes durante el tratamiento. La conformación incorrecta conduce a una obturación incorrecta. En un canal con una conformación pobre, existen recovecos en el hueco del canal pulpar vascular que constituyen un lugar para la formación, la acumulación y la persistencia de irritantes nocivos. La lenta diseminación de estas sustancias biológicamente activas a través de los puntos de salida no sellados es la causa más frecuente de los fracasos endodónticos a largo plazo. La conformación es un proceso mecánico que realizan las limas, los escariadores, las fresas Gates-Glidden, las fresas de baja velocidad, las fresas de alta velocidad con punta de diamante, los instrumentos sónicos, los ultrasónicos y los instrumentos de níquel-titanio de diferentes tamaños y otros diseños específicos¹³.

La limpieza y la conformación tiene dos diferencias específicas. La primera de ellas es que el tratamiento es el único procedimiento dental que confía casi por completo en las sensaciones. Nuestro sentido del tacto resulta extremadamente importante en el tratamiento endodóntico. Los mejores resultados se producen con una manipulación delicada de los instrumentos y cierta destreza táctil. El tratamiento en endodoncia se perfecciona mediante el tacto. La segunda diferencia entre la limpieza y la conformación es la aptitud del profesional. La habilidad y la disposición para limpiar y conformar meticulosamente las complejidades anatómicas del sistema del canal radicular son el principal determinante del éxito endodóntico¹³.

2.2.4. Sistema de obturación de los canales radiculares limpios y conformados

Los objetivos de la obturación del espacio del canal radicular preparado están bien fundamentados en el arte y la ciencia de la endodoncia y pueden resumirse en lo siguiente:

Eliminar todas las filtraciones provenientes de la cavidad oral o de los tejidos perirradiculares en el sistema del canal radicular.

Sellar dentro del sistema todos los agentes irritantes que no puedan eliminarse por completo durante el procedimiento de limpieza y conformación del canal.

La razón fundamental para estos objetivos es que se sabe que los irritantes microbianos (los microorganismos, las toxinas y los metabolitos), junto con los productos de degeneración del tejido pulpar, son la principal causa de la necrosis pulpar y la posterior extensión al tejido perirradicular. Las causas principales del fracaso del tratamiento del canal radicular no quirúrgico y quirúrgico son la eliminación parcial de estos factores etiológicos y la no prevención de la posterior irritación por la vía de una contaminación extendida al sistema del canal radicular¹³.

Nunca se subrayará suficientemente la importancia de la obturación tridimensional del sistema del canal radicular. Sin embargo, la capacidad para alcanzar esta meta depende significativamente de la calidad de la limpieza del canal y de la conformación, así como de la habilidad del clínico¹³.

Las perspectivas contemporáneas a la hora de valorar la calidad de obturación del canal radicular confieren una confianza indebida en los estudios de filtración apical, además de la evaluación radiográfica en dos dimensiones. Se tiende a crear en el clínico un falso sentido de seguridad, porque no existe actualmente una técnica para obturar el canal radicular ni ningún material que sea impenetrable a la filtración. Asimismo, se ha demostrado que cuando la apariencia radiográfica del canal rellenado es inaceptable, la probabilidad de filtración es elevada. Además, cuando el relleno radicular es radiográficamente aceptable, la probabilidad de

filtración sigue siendo elevada y el fracaso supera el 14 % de los casos. Al encararse el clínico con estos problemas, debe escoger una forma de tratamiento que se asocie con la mejor limpieza y conformación posible del sistema del canal radicular, junto con una técnica de obturación que proporcione un buen nivel de sellado tridimensional, tanto apical como lateral, dentro de los límites del sistema de canal radicular. Si estos parámetros clínicos se consiguen, existe una elevada probabilidad de alcanzar los parámetros biológicos de la regeneración tisular perirradicular¹³.

La obturación del canal radicular se define y se caracteriza como el relleno tridimensional de todo el sistema del canal radicular lo más cerca posible de la unión cemento-dentinal. Se utiliza una mínima cantidad de sellador en los canales radiculares que se demuestre que son biológicamente compatibles, junto con el material de relleno sólido para establecer un sellado adecuado¹³.

2.2.5. Características ideales del material para llenar el canal radicular

En los últimos 150 años se han recomendado numerosos materiales para obturar el canal radicular.

Históricamente, la gutapercha ha demostrado ser el material de elección para un afortunado relleno del canal en toda la extensión apical. Sus desventajas (carencia de rigidez y adhesividad, facilidad de descolocarse al aplicar presión) no eclipsan sus ventajas. A pesar de los defectos indicados, los cementos selladores siempre se utilizan con gutapercha. Así pues, el actual material de elección es la gutapercha, asociada con los cementos selladores. Ninguna sustancia sola es capaz de obturar el canal como dicta el modelo de tratamiento, a pesar de las técnicas actuales en el sistema de distribución y compactación¹³. El clínico debe mentalizarse en que ningún material ni técnica tendrán éxito sin la adecuada limpieza y conformación del canal radicular. Por otro lado, los materiales y las técnicas mayormente empleadas no proporcionan un sellado impenetrable del sistema canalicular, todos los canales filtran en mayor o menor medida¹³.

2.2.6. Cementos selladores

Las discrepancias morfológicas de los instrumentos entre sí, entre instrumentos y conos de gutapercha, sumadas a la anatomía variada de los conductos radiculares, crean grandes dificultades para la obturación del sistema de conductos radiculares con un material único. Es así que la obturación tridimensional se da a cabo con un sellador endodóntico que complementa a la gutapercha⁵.

Un cemento sellador asociado con gutapercha se utiliza para lograr un sellado impermeable apical; además, sirve de lubricante cuando se inserta el cono de gutapercha, como relleno para cubrir las irregularidades de la preparación, y es necesario porque la gutapercha no sella espontáneamente las paredes dentinales del conducto preparado¹⁷.

El empleo de un sellador para obturar un canal radicular es esencial para el éxito del proceso. No solo aumenta el sellado, sino que también sirve para rellenar las irregularidades del canal y las pequeñas discrepancias entre la pared del canal radicular y el material de relleno sólido^{8,18}.

Los selladores suelen proyectarse a través de los canales accesorios o laterales y pueden ayudar al control microbiano al expulsar los microorganismos ubicados en las paredes del conducto^{18,19}.

Los selladores se utilizan como lubricantes y ayudan al preciso asentamiento del material de relleno sólido durante la compactación. El sellador de conductos radiculares actúa como agente adhesivo para cementar en el conducto el cono primario bien adaptado^{18,19}.

Se puede hacer que antes de que endurezca el cemento, este fluya y llene los conductos accesorios y los forámenes apicales múltiples mediante diversas técnicas¹⁸.

Un buen sellador debe ser biocompatible y bien tolerado por los tejidos perirradiculares. Todos los selladores recién mezclados presentan cierta toxicidad, que se reduce en gran medida al colocarlos. Todos los selladores son reabsorbibles cuando se exponen a los tejidos y a los líquidos tisulares¹³.

Por ende, el sellador tiene el objetivo de ocupar los espacios entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular y sobre todo entre los conos de gutapercha²⁰.

Grossman, en 1958, enumeró los requisitos y las características que debe poseer un cemento sellador de conductos radiculares ideal y que siguen vigentes hoy en día. El cemento sellador ideal debe realizar lo siguiente⁷:

1. Proporcionar adhesión entre el material y la pared del conducto al fraguar.
2. Producir un sellado hermético.
3. Ser radiopaco para poder observarse radiográficamente.
4. Poseer partículas finas de polvo que se mezclen fácilmente con el líquido.
5. No encogerse al fraguar.
6. No pigmentar la estructura dentaria.
7. Ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la reproducción de bacterias.
8. Fraguar con lentitud para permitir un tiempo de trabajo adecuado para la colocación del material de obturación.
9. Ser insoluble en fluidos bucales.
10. Ser bien tolerado por los tejidos periapicales.
11. Ser soluble en un solvente común para retirarlo del conducto radicular si fuese necesario.

2.2.7. Sellado apical

Las perspectivas contemporáneas a la hora de valorar la calidad de la obturación del conducto radicular confieren una confianza indebida en los estudios de filtración apical, además de la evaluación radiográfica en dos dimensiones. Se tiende a crear en el clínico un falso sentido de seguridad, porque no existe actualmente una técnica para obturar el conducto radicular ni ningún material que sean impenetrables a la filtración, y la correlación entre la calidad de la obturación del conducto radicular

(especialmente un sellado impenetrable) y lo que se visiona en una radiografía desde el lado bucal es muy pobre. Asimismo, se ha demostrado que cuando la apariencia radiográfica del conducto rellenado es inaceptable, la probabilidad de filtración es elevada. Además, cuando el relleno radicular es radiográficamente aceptable, la probabilidad de filtración sigue siendo elevada y el fracaso supera el 14 % de los casos. Al encararse el clínico con estos problemas, debe escoger una forma de tratamiento que se asocie con la mejor limpieza y conformación posibles del sistema del conducto radicular, junto con una técnica de obturación que proporcione un buen nivel de sellado tridimensional, tanto apical como lateral y coronal, dentro de los límites del sistema del conducto radicular. Si estos parámetros clínicos se consiguen, existe una elevada probabilidad de alcanzar los parámetros biológicos de la regeneración tisular perirradicular. Estos parámetros se evidencian gracias a la formación de cemento que se obtiene sellando el foramen apical y por la presencia de la inserción de las fibras de Sharpey²¹.

El correcto sellado apical es un principio fundamental para alcanzar el éxito del tratamiento de conductos radiculares, ya que, según diversos estudios, existe un gran número de fracasos por falta de ajuste del material de obturación con las paredes dentinales del conducto¹⁰.

No existe un método universalmente aceptado para evaluar la filtración tanto apical como coronal; sin embargo, a través de los años se han utilizado diferentes métodos, incluyendo la penetración de colorantes por difusión pasiva y centrifugación, radioisótopos, nitrato de plata, penetración bacteriana, microscopía electrónica de barrido, dispositivo de filtración fluida y penetración de iones con métodos electroquímicos¹⁰.

2.2.8. Gutapercha

Una terapia endodóntica exitosa requiere la obturación completa del sistema de conductos con biomateriales no irritantes, ya que la mayoría de las fallas son causadas por un sellado incompleto del conducto radicular. Por lo tanto, es necesario utilizar materiales y técnicas de obturación capaces de producir una barrera lo más hermética posible entre el sistema de conductos y los tejidos perirradiculares²⁰.

La gutapercha ha sido el material semisólido más popular utilizado en la práctica dental. Fue introducida en el campo de la endodoncia por Bowman en 1867. *Gutapercha* es una palabra derivada del idioma malayo (*gutahque* significa *goma* y *pertjahque* se traduce como *sumatra*). Es un coagulado purificado elaborado del látex de un árbol sapotáceo del género *payena* o *pallaquium*, originario de Sumatra, un archipiélago malayo, y Brasil⁵.

La gutapercha químicamente pura se presenta en dos formas cristalinas completamente diferentes: alfa y beta. La mayor parte de la gutapercha comercial es la beta. No existen diferencias físicas entre ambas formas, solo una diferencia en la red cristalina relacionada con diferentes niveles de enfriamiento a partir del punto de fusión. La forma que se utiliza en la práctica dental es la beta, que tiene punto de fusión de 64 °C. La gutapercha se expande un poco al ser calentada, característica deseable para un material de obturación endodóntico⁵.

Después de purificar la materia prima, originalmente obtenida para confeccionar los conos, se le agregan varias sustancias para mejorar sus propiedades físicas y químicas, principalmente dureza, radiopacidad, maleabilidad y estabilidad. Entre estas sustancias se puede mencionar el óxido de zinc, el carbonato de calcio, el sulfato de bario, el sulfato de estroncio, el catgut pulverizado, las ceras, las resinas el ácido tánico, los colorantes y el aceite de clavo⁵.

Composición química de los conos de gutapercha:

Componentes orgánicos

Gutapercha	19-21 %
Ceras y/o resinas colorantes	1,00 %-4,1 %

Componentes iorgánicos

Óxido de zinc	59-75 %
Sales de Bismuto	} 1,17 %
Sulfato de estroncio	
Sulfato de cadmio	

Ventajas

- Buena adaptación de las paredes del conducto radicular.
- Posible ablandamiento y plastificación por medio del calor y disolventes orgánicos.
- Buena tolerancia tisular.
- Radiopacidad adecuada.
- Estabilidad física y química.
- Facilidad de remoción.
- Posibilidad de lograr un mejor sellado.

Desventajas

- Falta de rigidez, lo cual dificulta su introducción en conductos estrechos.
- Falta de adhesividad, por lo que requiere el complemento de un sellador.
- Por su viscosidad puede sufrir desplazamientos por efectos de la condensación, lo cual puede llevar a la sobreobturación accidental.

2.2.9. Condensación lateral

Antes de llevar a cabo el procedimiento de la obturación, se debe considerar tres métodos para evaluar la adaptación del cono maestro²²:

Prueba visual. Para probar visualmente, la punta debe medirse y sujetarse con una pinza en un sitio que quede a la longitud indicada, luego se lleva la punta hacia el conducto, hasta que las pinzas toquen el punto de referencia externo del diente. Si la longitud de trabajo del diente es correcta y la punta llega hasta su posición, se ha aprobado la prueba visual²².

Prueba táctil. Esta permite saber si la punta encaja de manera justa en el conducto, a lo que se llama *TugBack*²².

Prueba radiográfica. Debe demostrar que la punta maestra se encuentra a la longitud indicada²².

Por medio de espaciadores digitales (*finger spreaders*) inicialmente, y después con el empleo de espaciadores (condensador) laterales (*spreaders*), se abre un espacio junto al cono principal en el conducto radicular con movimiento de compresión lateral para la colocación de nuevos conos, ahora los denominados *accesorios*. Envolviendo por completo los conos accesorios con el cemento obturador, son llevados a los espacios abiertos, y se repite esta operación hasta que no se consiga introducir más el espaciador. Esta técnica es la más empleada por las siguientes razones⁶:

- Tener una eficacia demostrada.
- Relativa sencillez.
- Control del límite apical de la obturación.
- Uso de instrumental sencillo.
- Indicada en la mayoría de los casos.

Descripción: una vez envuelto con cemento el cono principal de gutapercha y colocado en posición en el conducto radicular, se inicia la condensación lateral activa. El *finger spreader* penetrará lentamente al lado del cono principal, con movimientos oscilatorios y presión en dirección al ápice, forzándolo ligeramente contra el cono principal y las paredes del conducto radicular. Este llegará hasta la longitud de trabajo marcada en el espaciador hasta 0,5-1 mm. de esa longitud. El hecho de no conseguir esta profundidad puede conducir a la falta de adaptación del cono maestro de gutapercha hasta alcanzar el tope apical preparado. Conforme el espaciador (condensador) alcanza la profundidad deseada, el cono maestro de gutapercha es compactado lateral y verticalmente, moviendo el instrumento con un arco de 180 grados. Este arco se reduce en los conductos curvos, de acuerdo con el grado de curvatura del conducto⁶.

Cuando se saca el espaciador del conducto para la inserción de un nuevo cono de gutapercha accesorio, el instrumento debe moverse otra vez según un arco de 180 grados, aplicando presión coronal en vez de compactación, ligera pero mantenida para no desalojar los conos compactados. Si el conducto es curvo, el arco de movimiento se debe limitar a unos 90 grados o menos⁶.

Como los conos de gutapercha tienen cierta elasticidad, durante este movimiento el cono es compactado contra una pared particular del conducto, mientras que al mismo tiempo se crea un espacio lateralmente al cono, el cual será llenado por medio de la colocación de conos accesorios, envueltos por completo en cemento. De esta manera, el conducto va a ser llenado en toda su circunferencia, principalmente en los tercios medio y cervical⁶.

Los conos accesorios se eligen de acuerdo con el tamaño del espaciador utilizado, el tamaño del conducto y la posición del espacio creado en el conducto. Estos pueden ser extrafino, fino fino, medio fino, o fino. El cono accesorio se recubre con una pequeña cantidad de cemento y se coloca a la misma profundidad a la que fue introducido el instrumento espaciador.

Conforme el conducto es obturado con conos accesorios de gutapercha en la porción apical, el espacio creado en el mismo se desplaza en sentido coronal. En general, este espacio es más cónico y se pueden utilizar conos accesorios más grandes (tamaños medio fino o fino). A medida que se llevan nuevos conos accesorios, la conformación cónica del conducto radicular hace que los espaciadores, en la secuencia de la condensación lateral, queden con cada colocación de conos, más distantes de la longitud terminal de trabajo, hasta el punto en que el conducto radicular esté bien lleno. Por lo general en este momento los espaciadores penetrarán no más de 2-3 mm en el orificio de entrada del conducto⁶.

Se lleva de nuevo el espaciador al conducto y se repite el procedimiento de empujar el cono principal y secundario contra una de las paredes del conducto radicular. Con esta conducta, el cemento será forzado contra todas las irregularidades y concavidades del conducto. Cuando se retire el instrumento, se tendrá un espacio que será llenado con otro cono secundario. El relleno se va completando con los conos forzados contra las paredes y también con el cemento que va penetrando en las irregularidades y concavidades del conducto radicular. La remoción del espaciador se hace aplicándole un movimiento de rotación antihorario continuo⁷.

Se realiza entonces una toma radiográfica para la verificación de la condensación lateral. En el caso de que la radiografía muestre áreas radiotransparentes en la obturación, esto indicaría la presencia de vacíos o fallas, por lo cual se deberán repetir los procedimientos de condensación lateral hasta conseguir un total relleno del conducto radicular⁷. Después de comprobar el éxito de la condensación lateral radiográficamente, se efectúa la remoción de los excedentes de los materiales obturadores del conducto radicular con la ayuda de un instrumento previamente calentado (condensador de Glick) para quemar los extremos excedentes de los conos accesorios y ablandar la gutapercha en la porción coronal del conducto⁷.

2.2.10. Obturación endodóntica

La obturación de los conductos es el reemplazo del contenido pulpar (normal o patológico) por materiales inertes y/o antisépticos que aislen, en lo posible, el conducto radicular, obturándolo de la zona periapical²³.

Es el relleno hermético tridimensional y estable del espacio del conducto radicular y el sellado del foramen apical en la unión cemento-dentinaria, utilizando materiales inertes y biocompatibles que no interfieran con los procesos biológicos reparadores del periápice⁹.

Se obtura el conducto radicular por tres razones importantes:

- Crear un medio inadecuado de vida a la flora bacteriana residual del conducto que permita su supervivencia y proliferación, llegando a producir irritación a los tejidos del periápice.
- Evitar que los fluidos titulares del periápice penetren al conducto, permaneciendo estancados con la posibilidad de que den lugar a productos tóxicos no compatibles con los tejidos periapicales.
- Evitar la contaminación del conducto con fluidos orales.

La obturación de los conductos radiculares es una de las etapas más difíciles dentro de un tratamiento endodóntico, y frecuentemente constituye la mayor preocupación del odontólogo por una razón predominante: la completa y variable anatomía macroscópica y microscópica de los conductos radiculares¹¹.

2.2.11. Diafanización

La diafanización es una técnica de desmineralización y aclarado de dientes extraídos que permiten observar el interior de los mismos. De entre otros métodos utilizados para el estudio de la anatomía interna, la diafanización es el método más práctico, fácil y económico.

De manera didáctica, el protocolo de diafanización se puede dividir en tres etapas o pasos²⁴:

- 1.º **Descalcificación.** La que tiene por objeto la remoción de la matriz orgánica de colágeno, pudiendo emplearse ácido nítrico al 5 %²⁴.
- 2.º **Deshidratación.** Destinada a remover los fluidos de fijación del tejido mediante diferentes concentraciones de alcohol etanol²⁴.
- 3.º **Transparentación.** Período que sustituye el deshidratante por el solvente, lo que permite la transparentación de las piezas dentales²⁴.

El conocimiento de la anatomía dentaria interna es fundamental para que el cirujano dentista, cuando efectuó el proceso de saneamiento y preparación del conducto radicular, tenga presente que existen innumerables variaciones de dicha anatomía. Es por esto que la forma pulpar y la preparación de la cavidad endodóntica son inseparables. Los recursos con que se cuenta para adquirir este conocimiento son diversos. Entre ellos, fotografías, análisis computarizados, radiografías, cortes seriados, etc. Sin embargo, la técnica de diafanización o transparentación ofrece una observación tridimensional del órgano dentario y auxilia en la visualización objetiva, en comparación con técnicas radiográficas o de radiovisiografía. La cavidad pulpar es el espacio existente en el interior del diente ocupado por la pulpa dental y revestido en casi toda su extensión por dentina, excepto en el foramen apical; esta cavidad pulpar está dividida en la cámara pulpar y el conducto radicular. A nivel histológico y radiográfico, impresiones y transparencias demuestran que el conducto radicular principal puede presentar numerosas ramificaciones que corresponden a conductos accesorios; por esta razón, este espacio recibe el nombre de *sistema de conductos radiculares*. La diafanización dental consiste en la transformación de la estructura dentaria de un diente natural y tornarlo transparente.

La literatura refiere desde 1897 el interés por volver transparente un cuerpo opaco, y fue hasta 1913 que se aplicó la técnica de transparentación dentaria con el propósito de estudiar las obturaciones radiculares. La diafanización ha logrado el crecimiento del área endodóntica, especialmente en investigación y estudio de la anatomía pulpar, en virtud de que se puede observar físicamente el sistema interno de los dientes. En 1917, para efectuar la diafanización, se utilizó caucho y ácido clorhídrico en 2800 dientes, concluyendo que la edad de los dientes influye sobre la morfología de las cavidades pulpares. Posteriormente se hizo fluir tinta china de la cámara pulpar hacia el interior de los conductos; de esta forma, se pudo observar número, forma y trayecto de los mismos. La diafanización, como ya se refirió, es útil para trabajos de investigación. Asimismo, la diafanización de los dientes permite un conocimiento objetivo de la anatomía pulpar y sus variaciones²⁵.

2.2.12. Métodos de evaluación de microfiltración apical

Los métodos utilizados para evaluar el sellado de conductos son penetración de un colorante a lo largo del conducto mediante sección de las raíces, diafanización o transparentación de las mismas, observación al microscopio electrónico de barrido de la penetración de diversas bacterias, determinación por espectrometría de la penetración de radioisótopos mediante una técnica de detección externa, valoración de la penetración de iones y del volumen de gas capaz de desplazarse por el conducto, mediante cromatografía⁵.

Los métodos de valoración de la penetración del tinte utilizan diferentes colorantes, como el azul de metileno, la tinta china o la fucsina básica a diferentes porcentajes y en diferentes períodos de inmersión⁵.

Los resultados conseguidos en las investigaciones acerca del sellado del conducto radicular mediante una serie de cementos o de técnicas de obturación no pueden ser tomados como valores absolutos.

Se trata de datos cuantitativos que permiten verificar comparaciones de la capacidad de sellado entre materiales o técnicas distintas, pero siempre para un mismo método. No se pueden extrapolar los datos conseguidos mediante distintas metodologías⁵.

Por capilaridad

Se desarrolla en los vacíos secos presentes en el seno del relleno radicular. La rapidez y la profundidad alcanzada por el marcador mediante la acción capilar son inversamente proporcionales a la anchura del hueco considerado, y se ven influidas por las propiedades hidrofílicas de la dentina y del material de obturación⁵.

Por la difusión

Esta tiene lugar en los huecos ocupados por líquido y la distribución del agente penetrante. Depende directamente de su concentración en la solución.

Algunos estudios afirman que la penetración de un tinte mediante los dos mecanismos propuestos disminuye si antes no se elimina el aire atrapado en los vacíos creados durante el proceso de obturación. Creen que el aire así retenido actúa como una barrera que impide la difusión pasiva del tinte, y aconsejan aplicar una presión reducida para evacuar el aire antes de exponer las muestras al colorante y medir la filtración⁵.

También se tiene que evaluar la influencia que muestra la posición del diente (horizontal o con el ápice vertical) en la penetración del colorante mediante inmersión pasiva o bien bajo presión reducida de 560 mm Hg. Sus resultados indican menor filtración en todos los grupos en los que los dientes permanecían tumbados, por lo cual concluyen que la postura de las muestras es un factor a tener en cuenta en experimentos que miden la filtración con tintes⁵.

Otro factor por tener en cuenta para que la tinta penetre correctamente en los dientes es que es necesario un proceso de centrifugación, lo que favorece su difusión, por lo que la filtración pasiva del colorante no es un buen método de estudio, ya que la densidad y tensión superficial de este puede impedir que penetre correctamente por el foramen apical⁵.

La forma de evaluar la penetración de estos tintes es a través del seccionamiento de especímenes o por transparentación⁵.

El seccionamiento de especímenes no es un método adecuado, pues no permiten el análisis tridimensional del espécimen, ya que al seccionarlo se altera la anatomía de este; por el contrario, los de transparentación sí la conservan⁵.

2.3. Terminología básica

Tinta china

Es un colorante estable, de pH neutro, de molécula grande y de tensión superficial alta. Ahlberg, en 1995, reportó valores más elevados en los patrones de filtración del azul de metileno en comparación con la tinta china en todos los grupos examinados. Este resultado es atribuido a que el azul de metileno es una sustancia ácida que tiene la capacidad de producir desmineralización de la dentina, lo que conlleva a que la sustancia penetre más a lo largo del conducto radicular⁵.

Microfiltración apical

Es el movimiento de líquidos periapicales hacia el conducto en dientes, por lo general mediante acción capilar, ya que existe el potencial de comunicación entre el espacio pulpar y el periapical¹⁸. En otros términos, se entiende como la penetración o el pasaje de fluidos, bacterias y sustancias químicas hacia dentro del conducto radicular⁵.

La microfiltración da como resultado un espacio relleno de fluidos en la interfase del material de relleno y las paredes del conducto radicular. Este espacio puede ser el resultado de la deficiente adaptación del material de relleno a las paredes dentinarias, la solubilidad del material, o la inestabilidad volumétrica del sellador, dándose dos interfaces potenciales de microfiltración: entre la gutapercha y el sellador o entre el sellador y las paredes del conducto⁵.

La filtración de colorantes es un método clásico para el estudio de la capacidad de sellado de los materiales de obturación en endodoncia. Grossman, en 1933, realizó el primer estudio a este respecto²⁶.

Los mecanismos de penetración de marcadores están basados en la acción capilar y de difusión. Cuando los pequeños vacíos que pueden existir entre el material obturante y la pared del conducto radicular están secos, la acción capilar puede ocurrir, mientras que la difusión del marcador puede ocurrir cuando los vacíos están llenos de líquido. La profundidad de la penetración del marcador por acción capilar depende del diámetro del vacío, de la hidrofobicidad de la dentina y de los materiales obturantes. Innumerables estudios han demostrado que la fase de obturación está íntimamente relacionada con los porcentajes de éxito o fracaso del tratamiento, por lo que constituye la mayor preocupación del odontólogo obtener una obturación hermética y permanente que asegure una prolongada y útil permanencia del diente tratado. Se estima que el 58,66 % de todos los fracasos endodónticos se deben a la obturación incompleta del conducto radicular y a una falta de sellado. Estos aspectos están íntimamente relacionados, ya que los conductos deficientemente obturados propician el éstasis de un trasudado que, por difusión subsecuente hacia el conducto, originan una mayor microfiltración apical¹⁸.

Los objetivos del tratamiento endodóntico incluyen preparación, desinfección y obturación del sistema de conductos radiculares, para lograr éxito clínico a largo plazo. Las evidencias revelan que la filtración apical y la contaminación por bacterias y su carga son las causas del fracaso endodóntico²⁷.

Cementos selladores

Los cementos se diferencian de las pastas porque endurecen o fraguan en el interior de los conductos radiculares. Se preparan siempre antes de iniciar la obturación, a diferencia de las pastas, que se comercializan como tales, en general⁸.

El objetivo de los cementos es sellar la interfase existente entre la gutapercha y las paredes dentinarias del conducto radicular, con la finalidad de conseguir una obturación del mismo en las tres dimensiones del espacio, de forma hermética y estable⁸.

a. Cemento de óxido de zinc y eugenol

Son los selladores más antiguos. La combinación del óxido de zinc con el eugenol ocasiona el endurecimiento de la mezcla por un proceso de quelación, formándose eugenolato de zinc. El óxido de zinc se utiliza en la composición de numerosos preparados, ya que presenta un ligero efecto de inhibición microbiana al mismo tiempo que un cierto efecto de protección celular⁸.

Para mejorar sus propiedades se le adicionaron otros componentes: resinas, que aumentan su adherencia a las paredes del conducto; antisépticos, para incrementar su capacidad antibacteriana; sales de metales pesados, para que sean más radiopacos; paraformaldehído, que es un potente antimicrobiano y momificante; y corticoides, para disminuir la inflamación y el dolor posoperatorio. La mayoría de estas sustancias poseen un efecto irritante hístico, no estando justificadas la mayoría de ellas⁸.

b. Cemento Grossman

Grossman, en 1936, introdujo en la endodoncia la fórmula inicial de este cemento, cuyos componentes de plata precipitada y óxido de magnesio producían el oscurecimiento de la dentina. En 1958 sustituyó estos elementos y modificó ligeramente las proporciones, obteniendo la fórmula que desde entonces se ha convertido en el estándar contra el que se comparan los otros cementos¹².

Este cemento se ha usado por mucho tiempo, tiene su base en óxido de zinc y eugenol; es decir, está constituido básicamente por el cemento hidráulico de quelación formado por la mezcla de óxido de zinc con el eugenol. Las distintas formulas patentadas contienen además otros componentes, como algunas sales metálicas, para crear una imagen radiopaca, y resina blanca, para mejorar la adherencia y la plasticidad. Se han agregado sustancias para modificar sus propiedades, pero siempre sobre la base de óxido de zinc y eugenol¹¹.

Formula

Óxido de zinc (42 partes).

Estabelita (27 partes).

Subcarbonato de bismuto (15 partes).

Sulfato de bario (15 partes).

Borato de sodio anhídrido (1 parte).

Borato de sodio anhídrido (1 parte).

Líquido: Eugenol.

El óxido de zinc representa el componente fundamental del polvo, y su combinación con el eugenol asegura el endurecimiento del cemento. La resina aumenta la plasticidad y adhesividad del cemento, mientras que el borato de sodio le da propiedades antibacterianas y retarda el tiempo de endurecimiento del cemento.

El eugenol es antiséptico y anodino, con capacidad quelante en presencia de óxido de zinc. Este líquido es incoloro o amarillo claro¹¹. Presentan buenas características fisicoquímicas, como buen tiempo de trabajo, escurrimiento, adhesión a las paredes dentinarias y radiopacidad aceptable. Debe espaturarse con lentitud, incorporando el polvo al líquido. Exagerar la cantidad de líquido lo hace altamente irritante y disminuye las propiedades físicas²⁸.

c. Cemento Endofill

Es un sellador a base de óxido de zinc y eugenol. Según el fabricante, presenta buena tolerancia en los tejidos apicales, alta radiopacidad e impermeabilidad. Tiene una fina granularidad, lo que permite una mezcla homogénea y sin grumos. Es de fácil aplicación. Se presenta en forma de polvo y líquido²⁹.

Yesilsoy *et al.* (1988) estudiaron la toxicidad mediante la inyección en animales, y encontraron que este sellador produjo muy poca reacción inflamatoria y un área local de calcificación mínima²⁹.

Composición

Polvo: óxido de zinc, resina hidrogenada, subcarbonato de bismuto y borato de sodio.

Líquido: eugenol, aceite de almendras dulces y BHT.

2.4. Hipótesis

Existe diferencia al comparar la microfiltración apical de tres cementos endodónticos (Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill) utilizados en la obturación de conductos radiculares. Estudio *in vitro*.

2.5. Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR
Cemento endodóntico (V. Independiente)	Categórica	Tipos de cemento endodóntico	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> • Grossman • Óxido de Zinc - Eugenol • Endofill
Microfiltración apical (V. Dependiente)	Numérica, continua	Nivel de microfiltración apical.	Razón	Valores registrados en milímetros (mm)



III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

El estudio es de tipo experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

3.2. Población y muestra

La investigación fue realizada considerando una población de 30 piezas dentarias unirradiculares según la norma ISO/TR 11405, cuyas muestras serán separadas en tres grupos de 10 piezas cada uno, que no presenten ninguna anomalía anatómica.

Criterios de inclusión

- Dientes sin fractura radicular.
- Dientes con ápice completamente formado.
- Dientes que presenten un solo conducto.
- Dientes sin calcificaciones en el conducto.

Criterios de exclusión

- Dientes multirradiculares.
- Dientes con lesiones cariosas.
- Dientes con restauraciones (resina y/o amalgama).

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos del estudio fueron obtenidos por medio de la observación directa de los especímenes, para lo cual se llevó a cabo la técnica de diafanización propuesta por Robertson en 1980. La información obtenida fue registrada en el instrumento de recolección de datos-B (anexo 5) y luego trasladada a la tabla de consolidación de datos (anexo 6).

Dicho estudio se inició con una prueba piloto que se llevó a cabo con una muestra obtenida de cada grupo de estudio.

Las piezas dentarias fueron previamente seleccionadas para proceder a su limpieza exterior (remoción de cálculos, adherencias fibrosas, etc.); luego de ello, se procedió a tomar las radiografías de diagnóstico previas a la apertura de la cámara pulpar. Usando las limas endodónticas, se realizaron la conductometría y las radiografías respectivas (la información obtenida fue registrada en el instrumento de recolección de datos-A (anexo 3) y luego trasladada a la tabla de consolidación de datos (anexo 4). Luego, la permeabilización de los conductos radiculares para proceder a la preparación biomecánica, conformación escalonada de los conductos radiculares (técnica ápico-coronal) e irrigación continua tras el uso de cada lima endodóntica.

Luego se procedió a realizar la obturación de los conductos radiculares con la técnica de condensación lateral, para lo cual la muestra fue dividida en tres grupos de 10 piezas dentales cada uno: un grupo fue obturado con el cemento endodóntico Grossman (nombre comercial: Grossdent. Fabricante: Laboratorios Farmadenta S. A. Lote N.º 111033. Fecha de vencimiento: noviembre de 2018).

El otro grupo fue obturado con el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol (óxido de zinc. Nombre comercial: óxido de zinc U.S.P. Fabricante: Moyco, reenvasado por Comindent Tarrillo Barba S.A.C. Lote N.º 2917. Fecha de vencimiento: abril de 2016. Eugenol. Nombre comercial: Eugenol U.S.P. Fabricante: Moyco, importado por Comindent Tarrillo Barba S.A.C. Lote N.º 900811E. Fecha de vencimiento: mayo de 2015).

Finalmente, el último grupo fue obturado con el cemento endodóntico Endofill (nombre comercial: Grossdent. Fabricante: Dentsply Maillefer. Lote N.º 755672. Fecha de vencimiento: noviembre de 2015), y el sellado coronal respectivo, con resina.

Luego, los dientes fueron colocados en solución salina (NaCl 0,9 %) en un frasco de vidrio a temperatura ambiente y 100 % de humedad durante 72 horas, para permitir el fraguado de los cementos selladores.

Una vez secos, se aplicó a la muestra barniz protector en toda el área radicular, con excepción del foramen apical. Luego, estas fueron separadas por el tipo de cemento usado y sumergidas en una solución de tinta china en frascos individuales colocados dentro de un recipiente a una temperatura de 37 °C. Al término de cada período (7, 15 y 21 días), las raíces de cada grupo fueron lavadas bajo un chorro de agua corriente durante 15 minutos. Asimismo, el barniz fue retirado de las raíces utilizando una hoja de bisturí número 15.

Seguido a ello, se procedió a la diafanización de las muestras, siguiendo el siguiente protocolo:

Fase de descalcificación

Las piezas dentales fueron sumergidas en ácido nítrico al 5 % durante cuatro días a temperatura ambiente. Después se lavaron en agua corriente durante dos horas y se dejaron secar al aire libre por espacio de tres horas más.

Fase de deshidratación

Las piezas dentales fueron sumergidas en alcohol etílico al 80 % por espacio de una hora. Luego en alcohol etílico al 90 % por una hora más; y finalmente en alcohol etílico al 100 % por tres horas, cambiando la solución cada hora.

Fase de transparentación

Las piezas dentales fueron sumergidas en salicilato de metilo al 100 % por dos horas para observar el proceso de transparencia de las piezas dentarias. Las piezas dentales permanecieron sumergidas en esta solución (salicilato de metilo al 100 %), para que no pierdan la propiedad de transparentación. Seguidamente, la penetración de la tinta china fue evaluada independientemente utilizando un calibrador digital tipo venier y una cámara digital Nikon D7000 de 16.2 megapíxeles, con lente de 50 mm.

La microfiltración será medida en milímetros, desde el ápice hacia la extensión más coronal visible en el material de obturación o las paredes del conducto.

3.4. Procesamiento de datos y análisis estadístico

La comparación de las variables de estudio fue realizada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, Kruskal-Wallis y la prueba de U de Mann Whitney, con un nivel de significancia de 5 %. El procesamiento de los datos se realizó mediante el programa SPSS, versión 15.

3.5. Aspectos éticos

El estudio fue realizado *in vitro*, considerando las implicancias que podría tener en seres humanos.

Las piezas dentales fueron obtenidas, previa autorización, de pacientes con prescripción de exodoncia de premolares unirradiculares, por tratamiento preortodóntico, y almacenadas en solución salina hasta el inicio de la prueba piloto. Luego de ser procesadas y habiéndose recabado la información pertinente al presente estudio, se dispuso su conservación de acuerdo con protocolos establecidos, con la finalidad de que puedan servir para posteriores estudios.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

El objetivo del estudio fue evaluar el nivel de microfiltración apical de tres tipos de cementos endodónticos que ocurre en 30 piezas dentales extraídas (10 piezas por tipo de cemento endodóntico).

En la tabla 1 se puede observar que las microfiltraciones registradas en los datos están alrededor de 1,9 mm (promedio) \pm 0,9 mm (desviación estándar). Se registraron valores que van desde 1 mm hasta 5,3 mm; además, el valor de la mediana indica que el 50 % de los datos registrados no superar el 1,5 mm.

Tabla 1. Medidas estadísticas del nivel de filtración apical

Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Nivel de microfiltración (mm)	1.9	0.9	1.5	1	5.3

Tabla 2. Medidas estadísticas del nivel de filtración apical, según tipo cemento endodóntico

Observando las estadísticas por cada tipo de cemento endodóntico presentadas en la tabla 2, se encuentra lo siguiente:

Las microfiltraciones registradas en las piezas dentales a las cuales se aplicó el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol están alrededor de 2,4 mm (promedio) \pm 1,3 mm (desviación estándar). Se registraron valores que van desde 1,2 mm hasta 5,3 mm; además, el valor de la mediana indica que el 50 % de los datos registrados no superar el 1,9 mm.

Las microfiltraciones registradas en las piezas a las cuales se aplicó el cemento endodóntico Grossman están alrededor de 1,9 mm (promedio) \pm 0,7 mm (desviación estándar). Se registraron valores que van desde 1,2 mm hasta 3,2 mm; además, el valor de la mediana indica que el 50 % de los datos registrados no superar el 1,8 mm.

Las microfiltraciones registradas en las piezas a las cuales se aplicó el cemento endodóntico Endofill están alrededor de 1,3 mm (promedio) \pm 0,3 mm (desviación estándar). Se registraron valores que van desde 1 mm hasta 1,9 mm; además, el valor de la mediana indica que el 50 % de los datos registrados no superar el 1,3 mm.

Estadísticos	Media	Desviación Estándar	Mediana	Mínimo	Máximo
Oxido de Zinc-Eugenol	2.4	1.3	1.9	1.2	5.3
Grossman	1.9	0.7	1.8	1.2	3.2
Endofill	1.3	0.3	1.3	1.0	1.9

Figura 1. Gráfico de distribución de las microfiltraciones, según tipo de cemento endodóntico

La información registrada en cada grupo muestra que el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol registra microfiltraciones más altas, seguido del cemento endodóntico Grossman. Por último, el cemento endodóntico Endofill presenta valores más bajos de microfiltraciones.

También se observa que las desviaciones estándar en los tratamientos son diferentes; además, la mediana y el promedio son distantes. Esto se debe a un problema de asimetría en la distribución de los datos, lo cual puede apreciarse también en los gráficos de cajas donde la forma de ellas no son simétricas.

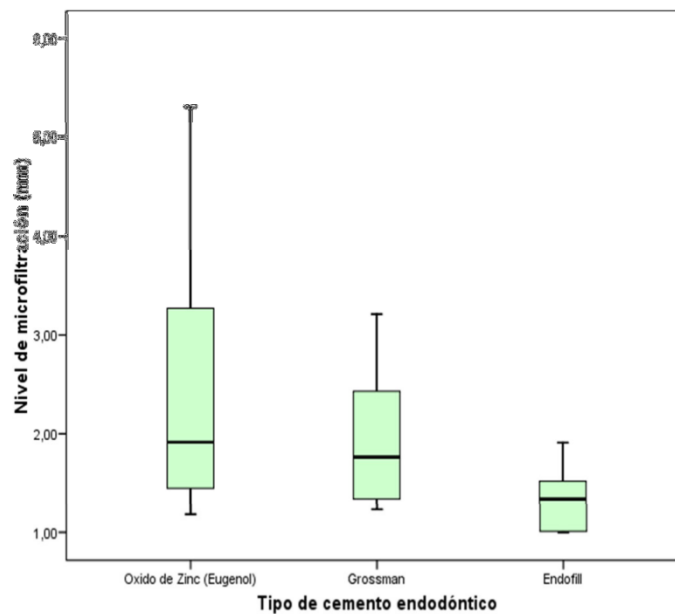


Tabla 3. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para muestras pequeñas, en las mediciones de las microfiltraciones

En la tabla 3 se aprecian los resultados para evaluar el supuesto de normalidad y determinar la prueba estadística adecuada. Los resultados determinaron que los datos registrados en el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol no se distribuyen normalmente (Shapiro 0,83; $p < 0,05$). Por tanto, se procederá a comparar las puntuaciones por grupo utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Tipo de cemento endodóntico	Shapiro-Wilk	n	p
Oxido de Zinc-Eugenol	0.830	10	0.034
Grossman	0.858	10	0.072
Endofill	0.925	10	0.401

Tabla 4. Prueba de comparación por rangos Kruskal Wallis, de las mediciones de las microfiltraciones según tipo de cemento endodóntico

Se encontró diferencia estadísticamente significativa en las mediciones de las microfiltraciones apicales (a través de los rangos de los valores observados) entre los tratamientos. Es decir, el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol presenta una filtración promedio de 2,4mm, la cual es mayor (también en rango promedio: 19.8), que la del cemento endodóntico Grossman, con una filtración promedio de 1,9mm (rango promedio: 17,1) y que la del cemento endodóntico Endofill, con una filtración promedio de 1,3mm. La diferencia es estadísticamente significativa (KW 7,213; $p < 0,05$).

Tipo de cemento endodóntico	N	Rango promedio	Kruskal-Wallis	p ^a
Oxido de Zinc-Eugenol	10	19.8	7.213	0.027
Grossman	10	17.1		
Endofill	10	9.6		

Tabla 5. Comparación de los rangos de las mediciones de las microfiltraciones, entre los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Grossman

En la tabla 5 se observa que las microfiltraciones en el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol son más profundas (en promedio como en los rangos de sus mediciones) comparadas con las microfiltraciones del cemento endodóntico Grossman; pero dicha diferencia no es estadísticamente significativa.

Tipo de cemento	N	Rango promedio	U de Mann Whitney	p
Oxido de Zinc-Eugenol		11.6	39	0.406
Grossman		9.4		

Tabla 6. Comparación de los rangos de las mediciones de las microfiltraciones, entre los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Endofill

En la tabla 6 se observa que las microfiltraciones en el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol son más profundas (en promedio, como en los rangos de sus mediciones), comparadas con las microfiltraciones del cemento endodóntico Endofill. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Tipo de cemento	N	Rango promedio	U de Mann Whitney	p
Oxido de Zinc-Eugenol		13.7	18	0.015
Endofill		7.3		

Tabla 7. Comparación de los rangos de las mediciones de las microfiltraciones, entre los cementos endodónticos Grossman y Endofill

En la tabla 7 se observa que las microfiltraciones en el cemento endodóntico Grossman son más profundas (en promedio, como en los rangos de sus mediciones), comparadas con las microfiltraciones del cemento endodóntico Endofill. Esta diferencia es estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

Tipo de cemento	N	Rango promedio	U de Mann Whitney	p
Grossman		13.2	23	0.041
Endofill		7.8		

Los resultados determinaron que el cemento endodóntico Endofill presentó microfiltraciones más pequeñas que las del cemento endodóntico Grossman y las del cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol. Dicha diferencia es estadísticamente significativa. El cemento endodóntico Grossman presenta filtraciones con menos profundidad que el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol, pero dicha diferencia no es estadísticamente significativa.

4.2. Discusión

La presente investigación permitió comparar la microfiltración apical de tres cementos endodónticos: óxido de zinc-eugenol, Grossman y Endofill, utilizados en la obturación de conductos radiculares, para determinar cuál de ellos presenta un menor riesgo de microfiltración apical.

Salazar K. (2012) obtuvo resultados al realizar estudios sobre microfiltración apical, determinando que el cemento endodóntico Grossman presentó microfiltración en 55 %. Ramos J. *et al.* (2011) realizaron estudios sobre microfiltración apical. En cuanto al cemento endodóntico Grossman, encontraron que presentó microfiltración en 25 %, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico Grossman presentó 34 % de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que los autores sumergieron sus muestras en tinta china por espacio de tres días, y en azul de metileno por espacio de dos días, respectivamente, mientras que, en el presente estudio, las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.

Álvarez M. (2010) obtuvo resultados al realizar estudios sobre microfiltración apical en piezas obturadas con cemento endodóntico Grossman, que presentó microfiltración en 33,33 %. Asimismo, Álvarez A. (2010) realizó estudios de microfiltración apical, y, en cuanto al cemento endodóntico Grossman, obtuvo resultados de microfiltración en 33,33 %, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico Grossman presentó 34 % de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que los autores sumergieron sus muestras en azul de metileno por de dos a siete días, mientras que en el presente estudio las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.

Colán P. *et al.* (2008) realizaron estudios de microfiltración apical. En cuanto al cemento endodóntico Endofill, obtuvieron resultados de $1,057 \pm 0,362$ mm de microfiltración, lo cual difiere con los resultados

obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico Endofill presentó un promedio de 1,3 mm de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que los autores sumergieron sus muestras en tinta china por siete días, mientras que en el presente estudio, las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.

García L. (2008) obtuvo resultados al realizar estudios sobre microfiltración apical, encontrando que el cemento endodóntico Grossman presentó una microfiltración promedio de 0,394mm. Veras H. (2005) realizó estudios de microfiltración apical. En cuanto al cemento endodóntico Grossman, obtuvo resultados promedio de 0,4666667 mm de microfiltración apical. Asimismo, Morales G. (2002) realizó estudios para evaluar la capacidad del sellado apical. En cuanto al cemento endodóntico Grossman, obtuvo resultados promedio de 0,80 mm, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico Grossman presentó un promedio de 1,9 mm de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que los autores sumergieron sus muestras en tinta china por espacio de 72 horas, en azul de metileno por espacio de 24 horas y en un medio (no especificando cuál), por espacio de 48 horas, respectivamente; mientras que en el presente estudio, las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.

Barzuna M. (2006) realizó estudios de microfiltración apical. En cuanto al cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol, obtuvo resultados promedio en microfiltración de 2,96 mm, lo cual difiere con los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol presentó un promedio de 2,4 mm de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que el autor sumergió sus muestras en tinta china por espacio de tres días, mientras que en el presente estudio, las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.

Pineda M. (2002) realizó estudios sobre microfiltración apical. En cuanto al cemento endodóntico Grossman, obtuvo resultados promedio de 1,7000 mm, lo cual difiere de los resultados obtenidos en el presente estudio, en el que se obtuvo que el cemento endodóntico Grossman presentó un promedio de 1,9 mm de microfiltración apical. La diferencia en los resultados tiene como probable origen que el autor sumergió sus muestras en tinta china por espacio de 72 horas, mientras que en el presente estudio, las muestras fueron sumergidas en tinta china por 21 días.



V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El estudio determinó que sí existen diferencias al comparar las microfiltraciones apicales de los tres cementos endodónticos (Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill) utilizados en la obturación de conductos radiculares, a un nivel de significancia del 5 %.

- Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico Grossman presentaron una microfiltración promedio de 1,9 mm de tinta china, representando un porcentaje de 34 %.
- Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol presentaron una microfiltración promedio de 2,4 mm de tinta china, representando un porcentaje de 43 %.
- Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico Endofill presentaron una microfiltración promedio de 1,3 mm de tinta china, representando un porcentaje de 23%.
- Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Grossman, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 0,5 mm, ($p > 0,05$).
- Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos óxido de zinc-eugenol y Endofill, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 1,1mm, ($p < 0,05$).
- Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos Grossman y Endofill, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 0,6mm, ($p < 0,05$).

5.2. Recomendaciones

1. Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda el uso del cemento endodóntico Endofill, por presentar menor riesgo de microfiltración apical postratamiento endodóntico.
2. Según los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda discontinuar el uso del cemento endodóntico óxido de zinc-eugenol, por presentar mayor riesgo de microfiltración apical postratamiento endodóntico.
3. Se recomienda investigar, conocer y emplear el uso del método de diafanización dental para el reconocimiento de la anatomía interna de las estructuras dentarias.
4. Se recomienda realizar estudios sobre microfiltración apical en piezas multiradiculares.
5. Se recomienda realizar estudios para evaluar el sellado apical usando otras técnicas de obturación endodóntica.
6. Se recomienda realizar estudios comparando a los cementos endodónticos empleados en esta investigación con cementos a base de hidróxido de calcio, ionómero de vidrio, resina o silicona.
7. Se recomienda realizar estudios de sobremicrofiltración apical usando los equipos de RVG dental, para obtener imágenes de alta calidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Greco Y. *et al.* (2009). “Morfología de los conductos radiculares de premolares superiores e inferiores”. Artículo de investigación; 27(1), enero-marzo 2009.
2. Ramos J. *et al.* (2011). “Microfiltración apical en raíces preparadas con Protaper manual y obturadas con condensación lateral y cono único”, *Revista Colombiana de Investigación en Odontología*; 2 de diciembre de 2011. Estados Unidos. Disponible en <http://www.rcio.org/index.php/rcio/article/view/62/150>
3. Veras H. (2005). *Estudio comparativo in vitro de la microfiltración apical en piezas tratadas endodónticamente utilizando cementos a base de: Di-metacrilato de uretano (Endo-REZ®) y Óxido de Zinc más Eugenol (Grossman) realizado en la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala durante los meses de agosto a octubre del año 2005.* [Trabajo para optar el título de Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
4. Balboa I. (2010). *Evaluación de la capacidad del sellado apical de tres cementos endodónticos: Endo CPM Sealer, Roeko Seal y AH Plus; in vitro.* [Trabajo para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de Odontología.
5. Salazar K. (2012). *Evaluación in vitro de la microfiltración apical de conductos radiculares obturados utilizando 2 cementos a base de óxido de zinc, Grossdent y Endobalsam, en piezas dentarias uniradiculares.* [Trabajo para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, EAP de Odontología.


6. Álvarez M. (2011). *Estudio in vitro de la microfiltración apical en piezas tratadas endodónticamente utilizando un cemento a base de Resina (TOP SEAL ®) con obturación de cono único de gutapercha comparado con piezas tratadas endodónticamente utilizando cemento a base de óxido de zinc más Eugenol (GROSSMAN) con obturación por condensación lateral de conos de gutapercha.* [Tesis]. Guatemala.
7. Álvarez A. (2011). *Estudio in vitro de la microfiltración apical en piezas tratadas Endodónticamente utilizando un cemento a base de resina (top Seal®) con obturación de cono único de gutapercha comparado Con piezas tratadas endodónticamente utilizando cemento a base de óxido de zinc más eugenol (Grossman) con obturación por Condensación lateral de conos de gutapercha.* [Tesis]. Guatemala.
Colán P. et al. (2008). "Microfiltración apical *in vitro* de tres cementos utilizados en la obturación de conductos radiculares". *Rev. Estomatológica Herediana*; 18(1):9-15.
8. García L. (2008). *Evaluación del sellado apical en obturaciones endodónticas utilizando sellador de mineral trióxido.* [Trabajo para optar el título de Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología.
9. Barzuna M. (2006). *Comparación del nivel de filtración apical de la técnica de cono único utilizando gutapercha de conicidad y cuatro diferentes selladores.* Costa Rica: Asociación Costarricense de Congresos Odontológicos.
10. Morales G. (2002). *Evaluación in vitro del sellado apical de tres diferentes cementos endodónticos utilizando técnica de condensación lateral en piezas monorradiculares extraídas.* [Trabajo para optar el título de Cirujano Dentista]. Guatemala: Universidad Francisco Marroquín, Facultad de Odontología.

11. Pineda M. (2002). "Evaluación del sellado apical en la técnica condensación lateral con sellador a base de ionómero de vidrio". *Odontología Sanmarquina*. (7):23-28.
12. Cohen S. y Burns R. (1999). *Vías de la pulpa*. 7.^a ed. España: Harcourt.
13. Philips J. *et al.* (2008). *Patología oral y maxilofacial contemporánea*. Madrid.
14. Aracena D. *et al.* (2012). "Comparación de la calidad de obturación radicular, entre el sistema termoplastificado y el sistema de compactación lateral en frío". *Int. J. Odontostomat.*; 6(2):115-121.
15. Flores S. (2004). "Endodoncia clínica". *Manual de Prácticas*. Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Programa de Odontología.
16. Ramírez T. *et al.* (2010). "Evaluación del selle apical de tres sistemas de obturación de conductos: *in vitro*". *Publicación Científica* N.º 12. Costa Rica: Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica.
17. Ricaldi P. (2006). *Microfiltración apical en dientes uni-radicales utilizando dos cementos: MTA-Ahplus y Ahplus. Estudio in vitro*". [Tesis]. Lima.
18. Topalian M. (2002). *Efecto citotóxico de los cementos selladores utilizados en endodoncia sobre el tejido periapical*. Venezuela.
19. Hilú R. *et al.* (2009). "El éxito en endodoncia" 27(3), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, julio-setiembre de 2009.
20. Gómez D. (2006). *Estudio comparativo de la microfiltración apical entre la técnica de Tagger y la técnica de condensación lateral en conductos radiculares curvos*". [Tesis]. Lima.
21. Arballo Y. (2008). *Estudio comparativo de tres técnicas de obturación: condensación lateral, GutaFlow y McSpadeen, para evaluar el nivel de filtración ápico-coronal por medio de corte longitudinal*. [Tesis]. Morelia, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología, Especialidad de Endodoncia.


22. Carreón S. (2006). *Evaluación de la microfiltración apical posterior a la obturación con gutapercha reblandecida en Xilol y gutapercha sin reblandecer por medio de la medición ápico coronal del material de tinción en cincuenta raíces de premolares unirradiculares inferiores en el laboratorio de la clínica de endodoncia de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, setiembre 2005 a agosto 2007*. [Tesis]. Morelia, México: Universidad Michoacana San Nicolás Hidalgo, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Odontología, Especialidad en Endodoncia.
23. Sánchez C. y Ugarte F. (2009). *Empleo de tres técnicas de diafanización dental como recurso didáctico para la visualización de los conductos radiculares en la terapia endodóntica* [Tesis para optar el grado académico de máster en Endodoncia]. Tarija, Bolivia: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.
24. Chegüe N. et al. (2007). "Técnica de diafanización en dientes humanos extraídos como material didáctico para el conocimiento del sistema de conductos radiculares". *Medicina Oral*; 9(3):78-80.
25. Tabares P. et al. (2008). "Análisis de los métodos de filtración". *Cient.Dent*, 6(1):21-28.
26. Guerrero C. et al. (2010). "Evaluación del sellado apical de sistemas resinosos en la obturación de conductos radiculares: estudio *in vitro*", *Acta Odontológica Venezolana*; 48(1), marzo de 2010. Caracas, Venezuela..
27. Gómez P. (2004). "Cementos selladores en endodoncia". *Ustasalud Odontología*; 3:100-107.
28. Racciatti G. (2000). *Agentes selladores en endodoncia*. Rosario, Argentina: Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Rosario.
29. Iturria I. (2005). *Capacidad de adhesión a esmalte de los adhesivos de una sola botella, después del tratamiento con agentes blanqueadores*. [Tesis]. Lima: USMP.

ANEXOS

Anexo 1



Universidad Privada
**NORBERT
WIENER S.A.**
Calidad académica al alcance de todos.




ISO 9001:2008

Lima, 04 de noviembre de 2013

Señor
Marcos Emilio Merino Garcia
Bachiller

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y en referencia a su solicitud presentada sobre la realización de su proyecto de investigación titulado: "SELLADO APICAL DE TRES CEMENTOS ENDODÓNTICOS GROSSMAN, OXIDO DE ZINC EUGENOL Y ENDOFILL. ESTUDIO IN VITRO, LIMA 2013", hacemos de su conocimiento que el Área de Material Didáctico, a cargo de la Ing. Jessica Leguía, le brindará las facilidades necesarias para que pueda realizar el levantamiento de información de su trabajo de investigación.

Es propicia la ocasión para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.



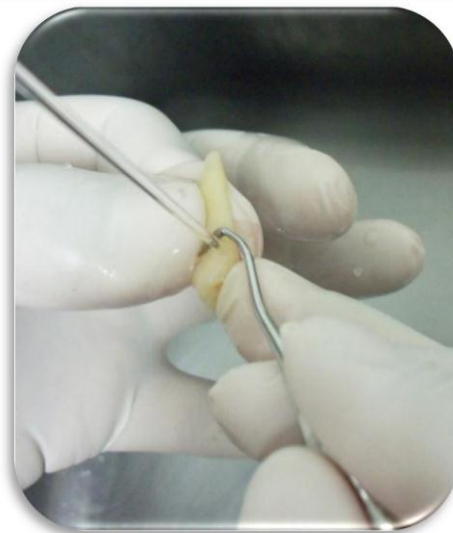
Dr. Carlos Linares Weilly
DIRECTOR DE LA ESCUELA ACADÉMICO
PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

Central telefónica: 706-5555
www.uwiener.edu.pe
e-mail: info@uwiener.edu.pe

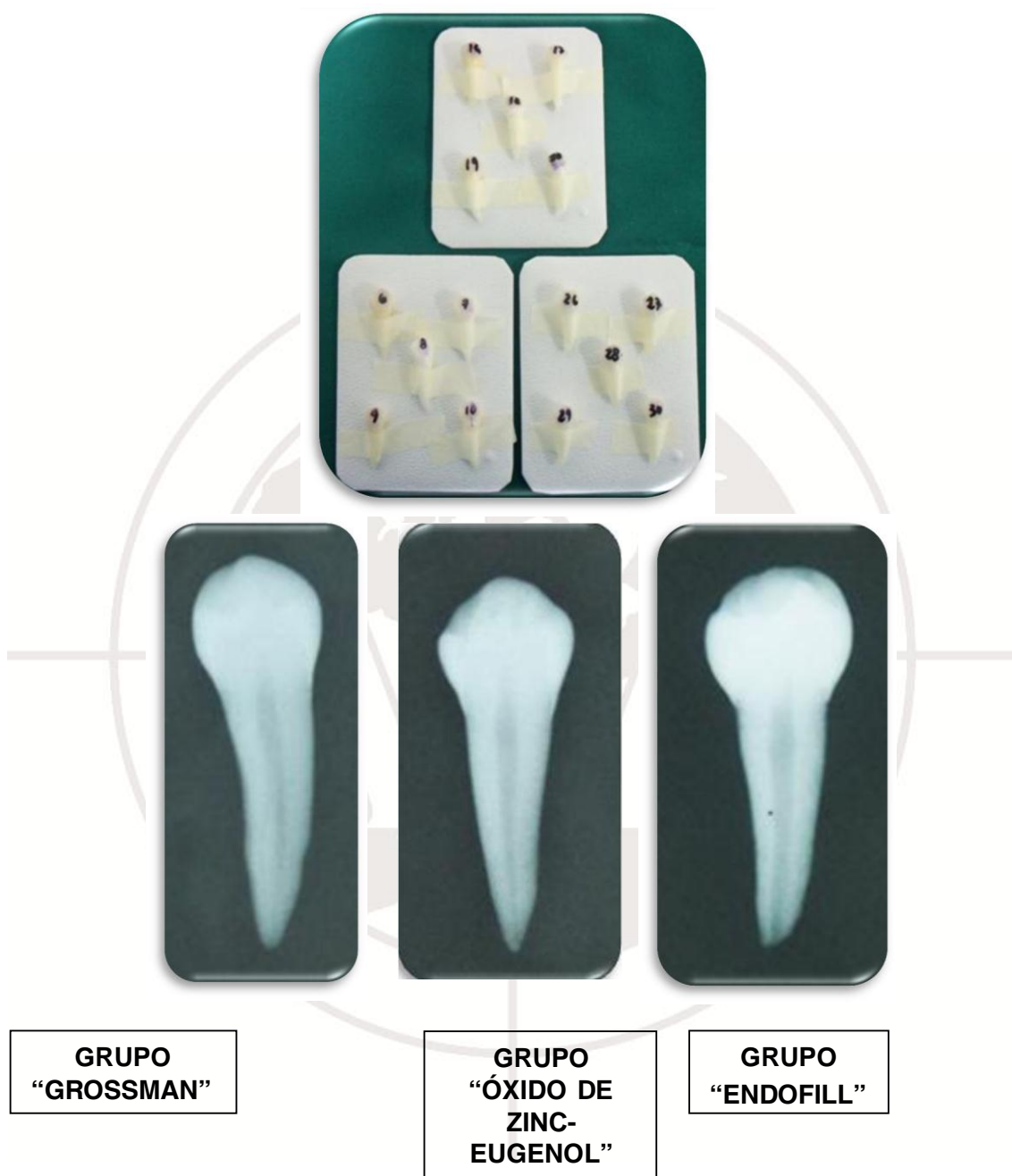
Jr. Larrabure y Unanue 110 - Lima
Av. Arequipa 440 - Lima

Anexo 2. Evidencia fotográfica

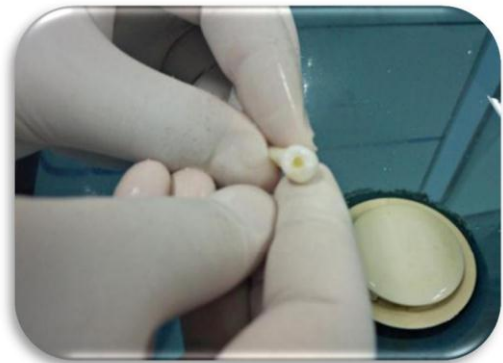
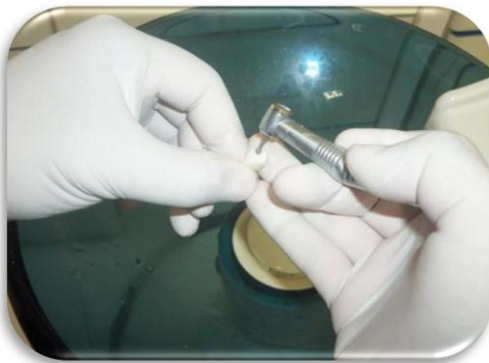
Selección de piezas dentarias para su limpieza (remoción de cálculos, adherencias fibrosas, etc.)



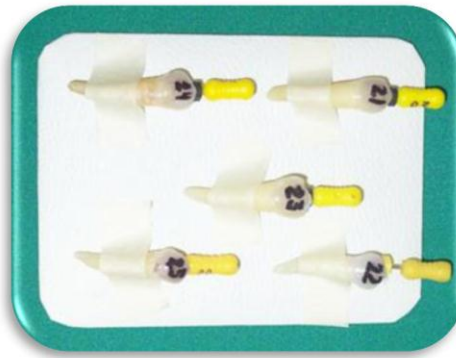
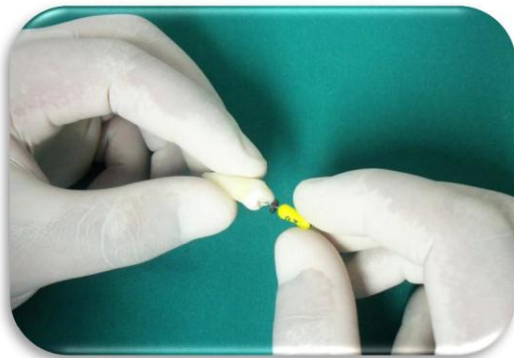
Toma de radiografías de diagnóstico previas a la apertura de la cámara pulpar



Apertura de la cámara pulpar



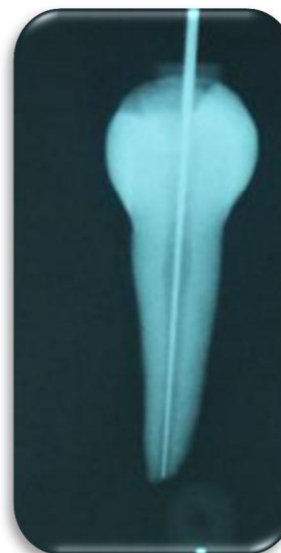
Procedimientos y radiografías de conductometría



**GRUPO
"GROSSMAN"**



**GRUPO
"ÓXIDO
DE
ZINC-EUGENOL"**



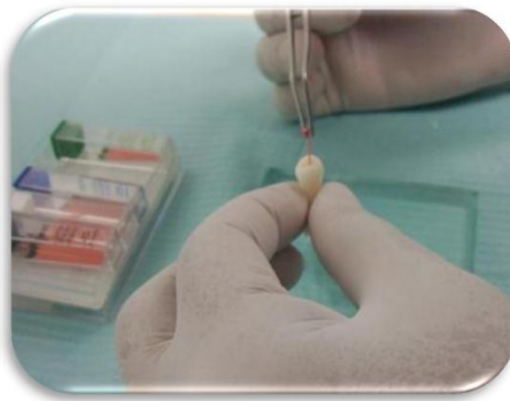
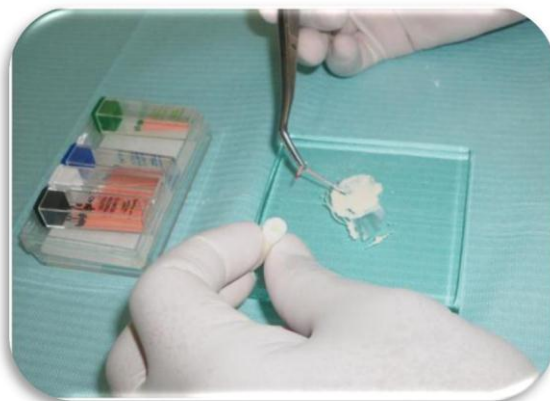
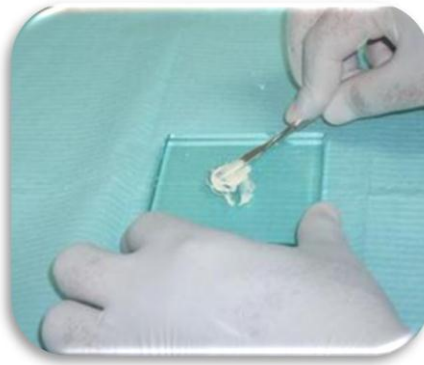
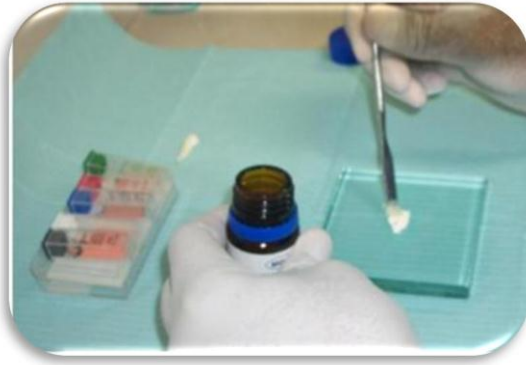
**GRUPO
"ENDOFILL"**

Preparación biomecánica, conformación escalonada de los conductos radiculares (técnica apico-coronal) e irrigación continua



Obturación endodóntica usando los cementos endodónticos Grossman, óxido de zinc-eugenol y Endofill y radiografías de control





**GRUPO
"GROSSMAN"**



**GRUPO
"ÓXIDO DE ZINC-
EUGENOL"**



**GRUPO
"ENDOFILL"**

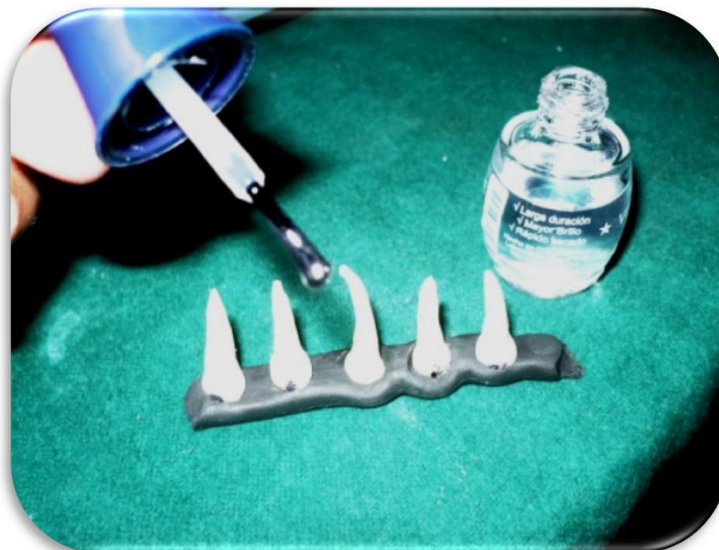
Restauración coronal posendodóncia, con resina compuesta



**Fraguado de cementos selladores en solución salina (NaCl 0,9 %) en
frascos de vidrio**



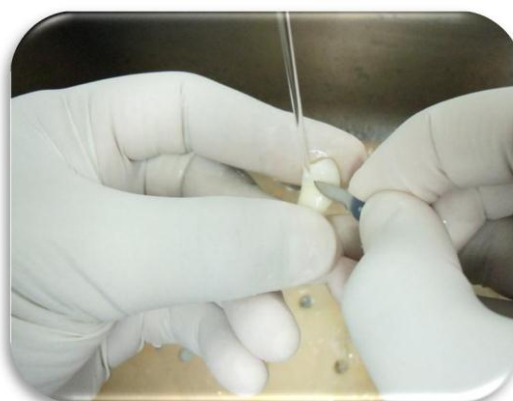
**Aplicación de barniz protector en la zona radicular con excepción
del foramen apical**



Piezas dentarias sumergidas en tinta china



Lavado de piezas dentales en un chorro de agua corriente durante 15 minutos. Asimismo, se removió el barniz de las raíces usando una hoja de bisturí N.º 15



PROCESO DE DIAFANIZACIÓN DENTAL

Fase de descalcificación



Las piezas dentales fueron sumergidas en ácido nítrico al 5 % durante 4 días a temperatura ambiente; después, se lavaron en agua corriente durante 2 horas y se dejaron secar al aire libre por espacio de 3 horas.

Fase de deshidratación

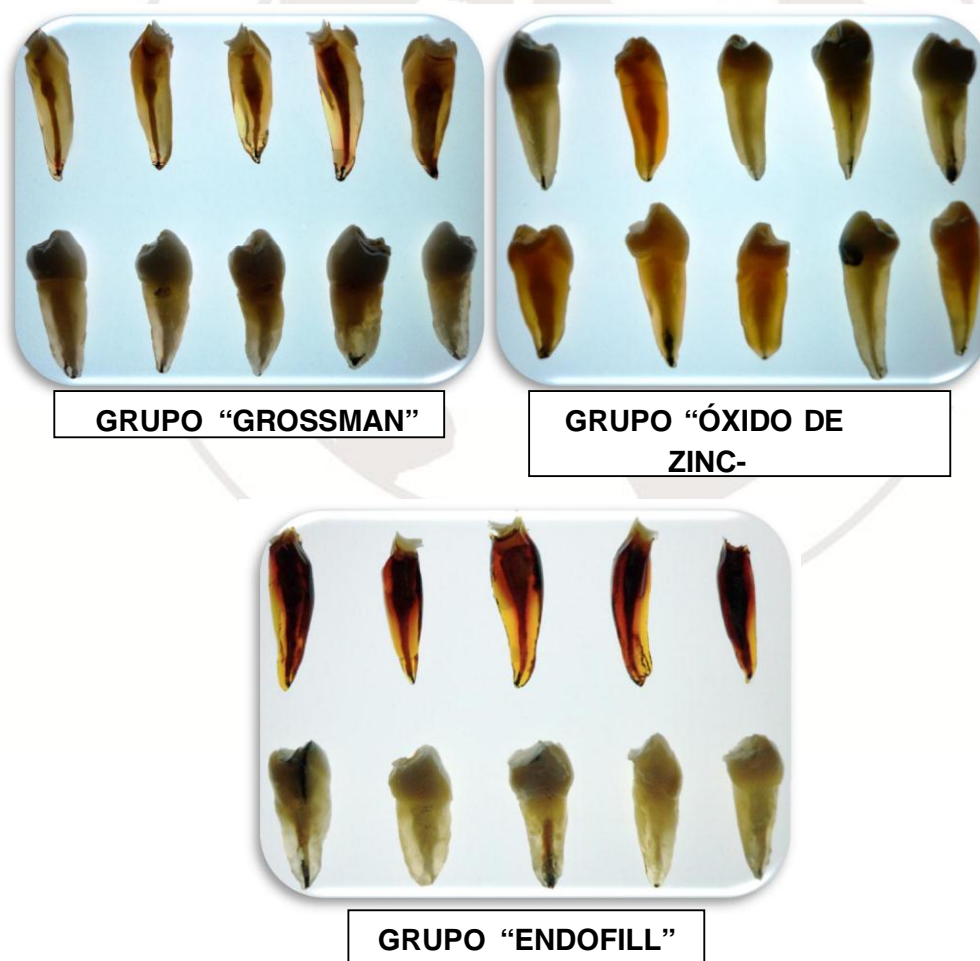


Las piezas dentales fueron sumergidas en alcohol etílico al 80 % por una hora; seguidamente, en alcohol etílico al 90 % por una hora más; y finalmente en alcohol etílico al 100 % por 3 horas.

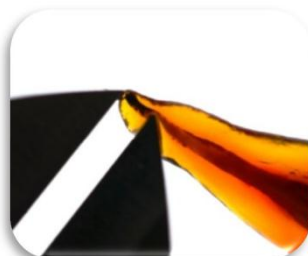
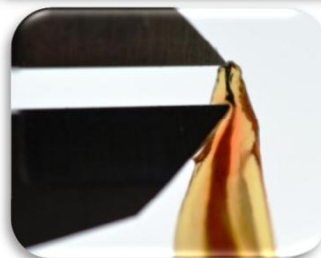
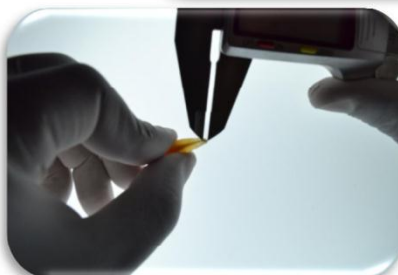
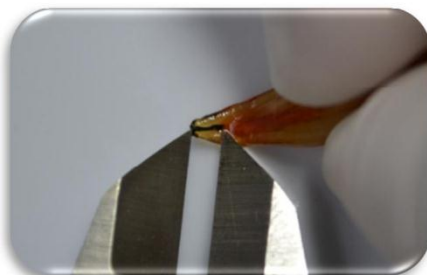
Fase de detransparentación



Las piezas dentales fueron sumergidas en salicilato de metilo al 100 % por espacio de dos horas para el proceso de transparencia.



RECOLECCIÓN DE DATOS (medidas en mm)



Anexo 3. Instrumento de recolección de datos-A

Tipo de cemento endodóntico:

Espécimen N.º ____

Longitud de trabajo: _____ mm

Conductometría: _ mm



Anexo 4. **Tabla de consolidación de datos**

TIPO DE CEMENTO ENDODÓNTICO	ESPÉCIMEN N°	LONGITUD DE TRABAJO (mm)	CONDUCTOMETRÍA (mm)
GROSSMAN	01	22 mm	21 mm
	02	24.5 mm	24 mm
	03	24 mm	23 mm
	04	21 mm	20 mm
	05	20 mm	19 mm
	06	22 mm	21 mm
	07	23 mm	22 mm
	08	22.5 mm	22 mm
	03	21.5 mm	21 mm
	10	20 mm	19 mm
ÓXIDO DE ZINC-EUGENOL	11	21 mm	20 mm
	12	24 mm	23 mm
	13	21 mm	20 mm
	14	24.5 mm	24 mm
	15	20 mm	19 mm
	16	23.5 mm	23 mm
	17	22 mm	21 mm
	18	23 mm	24 mm
	19	21 mm	20 mm
	20	23 mm	22 mm
ENDOFILL	21	24.5 mm	24 mm
	22	22.5 mm	21.5 mm
	23	24.5 mm	24 mm
	24	24 mm	23 mm
	25	20 mm	19 mm
	26	21mm	20 mm
	27	21.5 mm	20 mm
	28	20 mm	19 mm
	29	22 mm	21 mm
	30	21 mm	20 mm

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos-B

Espécimen N°:

Cemento empleado:

Grossman

Óxido de Zinc-Eugenol

Endofill

Agente empleado para evaluar la microfiltración apical: Tinta china

Tiempo de exposición: 21 días.

Nivel de microfiltración: _____ mm.



Anexo 6. Tabla de consolidación de datos

TIPO DE CEMENTO ENDODÓNTICO	ESPÉCIMEN N°	TIEMPO DE EXPOSICIÓN EN TINTA CHINA	NIVEL DE MICROFILTRACIÓN (mm)
GROSSMAN	01	21 DIAS	1.37
	02		2.43
	03		1.23
	04		1.30
	05		1.96
	06		1.34
	07		1.59
	08		3.06
	09		3.21
	10		1.94
ÓXIDO DE ZINC-EUGENOL	11	21 DIAS	1.41
	12		5.31
	13		1.18
	14		1.72
	15		1.45
	16		2.33
	17		3.29
	18		1.52
	19		2.11
	20		3.27
ENDOFILL	21	21 DIAS	1.91
	22		1.39
	23		1.52
	24		1.29
	25		1.41
	26		1.01
	27		1.00
	28		1.21
	29		1.00
	30		1.73

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	METODOLOGIA	RESULTADOS	CONCLUSIONES
¿Cuál de los cementos endodónticos: Grossman, Óxido de Zinc - Eugenol y Endofill, utilizados en la obturación de conductos radiculares, presentará microfiltración apical in vitro, Lima 2013?	<p>Objetivo General:</p> <p>Determinar la microfiltración apical de los cementos endodónticos: Grossman, Óxido de Zinc-Eugenol y Endofill, Estudio in vitro, Lima 2013.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico: Grossman. Estudio in vitro, Lima 2013. • Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico: Óxido de Zinc - Eugenol. Estudio in vitro, Lima 2013. • Determinar la microfiltración apical del cemento endodóntico: Endofill. Estudio in vitro, Lima 2013. • Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos: Óxido de Zinc-Eugenol y Grossman, Estudio in vitro, Lima 2013. • Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos: Óxido de Zinc-Eugenol y Endofill, Estudio in vitro, Lima 2013. • Comparar la microfiltración apical entre los cementos endodónticos: Grossman y Endofill, Estudio in vitro, Lima 2013. 	<p>Existe diferencia al comparar la microfiltración apical de tres cementos endodónticos: Grossman, Óxido de Zinc - Eugenol y Endofill, utilizados en la obturación de conductos radiculares. Estudio in vitro.</p>	<p>El estudio fue de tipo experimental, comparativo, transversal y prospectivo.</p> <p>La investigación se realizó seleccionando una muestra de 30 piezas dentarias humanas uniradiculares que no presenten ninguna anomalía anatómica.</p>	<p>Se encontró diferencia estadísticamente significativa en las mediciones de las microfiltraciones apicales (a través de los rangos de los valores observados) entre los tratamientos. Es decir el Cemento Endodóntico Óxido de Zinc - Eugenol presenta una filtración promedio de 2.4mm, la cual es mayor (también en rango promedio: 19.8), que el Cemento Endodóntico Grossman con una filtración promedio de 1.9mm (rango promedio: 17.1) y que el Cemento Endodóntico Endofill con una filtración promedio de 1.3mm. La diferencia es estadísticamente significativa (KW: 7.213; p<0.05).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico Grossman, presentaron una microfiltración promedio de 1.9mm de tinta china, representando un porcentaje de 34%. • Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico Óxido de Zinc - Eugenol, presentaron una microfiltración promedio de 2.4mm de tinta china, representando un porcentaje de 43%. • Las obturaciones radiculares con el cemento endodóntico Endofill, presentaron una microfiltración promedio de 1.3mm de tinta china, representando un porcentaje de 23%. • Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos Óxido de Zinc - Eugenol y Grossman, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 0.5mm, (p>0.05). • Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos Óxido de Zinc - Eugenol y Endofill, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 1.1mm, (p<0.05). • Al comparar las obturaciones radiculares de los cementos endodónticos Grossman y Endofill, se concluyó que existe una diferencia en la microfiltración apical de 0.6mm, (p<0.05).