

Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de Odontología
Cátedra de Endodoncia



“EVALUACIÓN COMPARATIVA IN VITRO DEL SELLADO APICAL OBTENIDO EN LA OBTURACIÓN RADICULAR UTILIZANDO TRES CEMENTOS EN BASE A RESINA”

Seminario de tesis para optar al título de Cirujano Dentista

Docente Guía:
Dra. Alicia Caro Molina.

Alumnas:
Paola Espinoza Zúñiga
Karen Galimidi Valenzuela
Andrea Gallardo Thomann

Valparaíso - 2005

DEDICATORIAS

*A nuestros padres,
cuyo amor y apoyo incondicional,
han hecho posible
que llegara este momento.*

Sinceramente, y de todo corazón

...Muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Luis Moya, por facilitarnos el sistema Resilon / Epiphany para realizar esta investigación.

Al Doctor Jorge Godoy, por su espíritu sincero y críticas constructivas.

A las funcionarias de radiología dental de la Escuela de Odontología, por su paciencia y buena disposición.

A Cristian Vásquez, por su tiempo y capacidad de mantener la calma.

Y, especialmente, a nuestra docente guía, Doctora Alicia Caro Molina, quien con su experiencia desde el comienzo aportó a este proceso. Sus consejos y constante dedicación nos otorgaron la confianza y perseverancia necesaria para llevar a buen término esta investigación.

A todos... muchas gracias.

ÍNDICE

Introducción	1
Marco teórico	2
❖ Obturación radicular	2
▪ Definición	2
▪ Objetivos de la obturación radicular	2
▪ Requisitos del conducto para ser obturados	3
▪ Niveles de obturación	4
▪ Causas de fracaso del tratamiento endodóntico	4
❖ Tercio apical	5
▪ Anatomía e histología	5
▪ Morfología	10
❖ Infiltración	11
❖ Adaptación y adhesión	12
❖ Materiales de obturación	14
▪ Gutapercha	15
▪ Cementos selladores	16
• Topseal	18
• EndoREZ	20
• Epiphany / Resilon	21
❖ Técnicas de obturación radicular	24
▪ Técnica de condensación lateral	25
▪ Técnica de cono único	28
❖ Preparación Biomecánica	28
❖ Hipótesis	31
Objetivos	32
Materiales y métodos	33
Resultados	42
Discusión	48
Conclusiones	51
Sugerencias	52
Resumen	53
Bibliografía	54

INTRODUCCION

La obturación del sistema de conductos es la última etapa del tratamiento endodóntico, cuyo objetivo es el llenado de la porción conformada del conducto con un material inerte o antiséptico que promueva un sellado óptimo y tridimensional, bloqueando la comunicación del conducto con el periodonto ya sea vía apical, coronal y lateral, y que, a la vez, estimule o, por lo menos, no interfiera con el proceso de reparación.

Aunque durante los últimos 150 años se han aconsejado innumerables materiales para la obturación del conducto radicular, actualmente las técnicas que ocupan como componente principal la gutapercha siguen siendo de primera elección para el éxito del tratamiento endodóntico. Sin embargo, el gran inconveniente de la gutapercha es que no se adhiere a la dentina y no obtiene un sellado tridimensional con el consecuente riesgo de microinfiltración.

Considerando lo anterior se han renovado los esfuerzos para mejorar los materiales y las técnicas empleadas en la obturación, centrándose en conseguir un material que penetre en los túbulos dentinarios permeables, se una íntimamente a las fases orgánica e inorgánicas de la dentina, neutralicen microorganismos y sus subproductos e induzcan una respuesta regeneradora fortaleciendo el sistema radicular.

Es así que en el último tiempo las técnicas obturadoras en base a resina como Topseal han ganado popularidad y han sido aceptadas tanto en dientes anteriores como posteriores. Dentro de este grupo de nuevos materiales se encuentra también EndoREZ, sistema de obturación que debido a sus características hidrofílicas intensifica su penetración a los túbulos dentinarios, lo cual permitiría un excelente sellado.

Por otro lado se encuentra Resilon, sistema que promete un sellado sin precedente debido a la capacidad de reproducir micro estructuralmente las características íntimas del conducto.

La importancia de este estudio es la de determinar el sistema de obturación que permita el mejor sellado tridimensional apical del sistema de conductos, que asegure un mejor pronóstico en el éxito del tratamiento endodóntico.

MARCO TEÓRICO

OBTURACIÓN RADICULAR

DEFINICIÓN

La obturación radicular corresponde a la última etapa del tratamiento endodóntico, cuya finalidad es lograr el sellado tridimensional del sistema de conductos radiculares, mediante la utilización de algún material inerte, para así aislarlo del medio externo y lograr el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico. Sin embargo, eso no depende sólo de esta etapa, sino también de que los pasos previos se hayan realizado correctamente logrando un sistema de conductos suficientemente desinfectado (no estéril) para así favorecer los procesos de regeneración tisular.



Foto 1: Diente Obturado (www.imbiomed.com)

OBJETIVOS DE LA OBTURACIÓN RADICULAR (Harty, 1999):

- 1- Evitar el paso de exudado perirradicular al conducto a través de conductos apicales, laterales y/o furcas. Evitar el paso de exudado y microorganismos desde el surco gingival al conducto radicular a través de los conductos laterales.
- 2- Impedir la proliferación y el paso desde el conducto radicular de los microorganismos residuales hacia los tejidos perirradiculares.
- 3- Sellar la cámara pulpar y el sistema de conductos para evitar infiltraciones a través de la corona y prevenir el paso de microorganismos, toxinas o metabolitos hacia los tejidos perirradiculares.

Según Nguyen (2002), deben agregarse otros puntos que también son muy importantes:

- 1- Evitar la re-infección bacteriana causada por las bacteremias transitorias.
- 2- Crear un ambiente biológicamente aceptable para que se estimule y produzca el proceso de regeneración tisular, lo cual depende del odontólogo, quien debe, aplicarlas técnicas correctas en forma adecuada, utilizar materiales biocompatibles y mantener la integridad del muñón pulpar, otorgando una adecuada terminación apical al tratamiento (Leal, 1994).

Los fundamentos de estos objetivos consisten en que se ha comprobado que la presencia de irritantes bacterianos (microorganismos, toxinas y/o metabolitos), así como la remanencia de

productos de la degeneración pulpar, son las causas principales de la propagación del proceso inflamatorio hacia los tejidos periapicales (Cohen y Burns, 2002)

Muchas veces se cita como objetivo fundamental del tratamiento endodóntico el obtener un “sellado hermético”. De acuerdo con el diccionario, hermético significa “sellado contra el escape o entrada de aire o convertido en impermeable al aire mediante fusión o sellado”. Sin embargo, el sellado del conducto radicular se evalúa por la infiltración de fluidos y se aplica tanto a la zona coronal como apical. Desde el punto de vista endodóntico, el término hermético es inapropiado y se debieran utilizar otras denominaciones, como “impermeable a los fluidos” o “impermeable a las bacterias” (Cohen y Burns, 2002)

REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR UN CONDUCTO PARA SER OBTURADO (Cohen y Burns, 1993)

1- El diente debe estar convenientemente preparado y desinfectado. El conducto debe tener un diámetro suficiente para permitir una correcta obturación y el clínico no debe regirse por promedios estadísticos, sino que respetar la individualidad de cada conducto (Leal, 1994).

2- El conducto no debe presentar exudado (purulento, hemático o seroso). Según Leal (1994), la presencia de exudado periapical indica inflamación, y, por tanto, no debe obturarse en esa sesión.

Las causas para ese fenómeno se clasificaron en:

a. *Agresiones Bacterianas*: los microorganismos aún permanecen ahí y sus niveles no son compatibles con la salud periapical. Se deben repasar los pasos previos del tratamiento endodóntico y postergar la obturación

b. *Físicas*: por sobreinstrumentación debido a errores en la conductometría, la cual debe ser revisada

c. *Químicos*: por materiales irritantes tales como el fenol, formocresol y paramonoclorofenol, que usualmente se utilizan como materiales entre sesiones.

3- El diente debe estar asintomático (sin dolor, hipersensibilidad ni periodontitis apical). Este requisito también se relaciona con la presencia de exudado periapical.

4- Ausencia de fístula (si la hubo, ya debe estar cicatrizada).

5- Ausencia de mal olor (es indicador de infección residual o infiltración).

6- El diente debe presentar la obturación provisoria intacta. Cuando no lo está, indica infiltración y recontaminación del conducto.

7- El diente debe, idealmente, presentar un cultivo bacteriológico negativo. Según Ingle y Zeldow (1958), el porcentaje de éxito disminuye en un 11.2% cuando los dientes son obturados a sabiendas de que todavía están infectados.

NIVELES DE OBTURACIÓN

El nivel de terminación apical es considerado un factor importante en el éxito del tratamiento endodóntico. Según Wu et al (2000) su determinación es incierta y muchas de las teorías se basan en estudios retrospectivos. Hay quienes preconizan que en dientes vitales debe obturarse 2-3 mm antes del ápice radiográfico, mientras que en dientes no vitales entre 0 y 2 mm, debido a la presencia de bacterias, sus productos y dentina infectada en la porción apical. Cuando no se respetan estas longitudes, el éxito del tratamiento baja hasta en un 20% con respecto a dientes obturados correctamente.

Los niveles de obturación radicular son:

1º- *Correctamente obturado*: se considera así cuando el límite apical de la obturación radicular se encuentra en el conducto dentino-cementario (CDC), el cual se encuentra, aproximadamente, a un milímetro del ápice anatómico (Ingle y Blackland, 1996). Estos conceptos se detallarán más adelante.

2º- *Sobreobturado*: ocurre cuando el material de obturación sobrepasa los límites del diente, llegando al hueso perirradicular, a los senos paranasales o al conducto mandibular e, incluso, puede romper la lámina cortical, produciendo sintomatología, inflamación crónica y fracaso del tratamiento. También se considera sobreobturación cuando la obturación llega hasta el límite radiográfico del diente, ya que en esa zona se encuentra tejido periodontal que es invadido (Ingle y Blackland, 1996).

3º- *Subobturado*: es la obturación incompleta en longitud, cuando no se ha llegado al CDC, en donde el fracaso del tratamiento está dado por los remanentes tisulares que quedaron sin obturar o por lesiones periapicales (Ingle y Blackland, 1996)

CAUSAS DE FRACASO DEL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

Además de los errores en el nivel de obturación, los tratamientos endodónticos pueden fallar por:

1) Presencia de bacterias en el conducto o túbulos dentinarios:

Según Mutusow (1979), corresponden a la causa más importante de fracaso. Puede deberse a porciones no instrumentadas y no irrigadas, a interfases entre las paredes dentinarias y el material obturador, infiltración coronaria de la restauración y/o a alguna infección de origen extraradicular (Cheung et al, 1996). Las bacterias que se encuentran en el conducto son anaerobias y de especies limitadas en número. Sundqvist et al (1998) aislaron numerosas especies desde conductos con tratamientos fallidos y encontraron *Enterococos faecalis* (fue la más prevalente, con un 38%, lo que la convierte en un agente importante de fracasos, además de que, cuando ya está establecida, es muy resistente a retratamientos, incluyendo a la medicación intraconducto, como el hidróxido de calcio), *Stafilococos anginosus*, *Bacteroides gracilis* y *Fusobacterium nucleatum*, entre otras. Según Torabinejad et al (1990), en conductos obturados sólo con gutapercha se estableció que la mitad del canal estaba totalmente infiltrado de bacterias a los 30 días. Según Shipper y Trope (2004), la combinación de gutapercha termoplastificada y un

cemento en base a resina disminuyen en un 50% la infiltración bacteriana, cuando se compara con los procedimientos estándares de obturación (compactación lateral y cemento de Grossman).

2) Falta de sellado apical, coronario o lateral. Esto puede deberse a una obturación inadecuada o a la ausencia de ésta (Abramovitz et al, 2002). El sellado hermético no se puede lograr sin un cemento, ya que la gutapercha no se adhiere a las paredes dentinarias (Kwang et al, 2002). Según Cohen y Burns (2002), el 60% de los fracasos endodónticos se debe a una obturación incompleta del conducto radicular.

3) Fracturas radiculares verticales: pueden ocurrir por fuerza excesiva al obturar (especialmente con la técnica de condensación lateral de gutapercha), en conductos muy anchos con paredes delgadas o dientes debilitados por excesiva remoción de estructura dentaria. También afecta la deshidratación que sufre el diente posterior al tratamiento endodóntico. La resistencia de un diente es directamente proporcional a la estructura remanente. (Cobankara et al, 2002). También se ha descrito una alta incidencia de fracturas verticales en dientes que presentan postes (Teixeira, 2004)

TERCIO APICAL

ANATOMÍA E HISTOLOGÍA

La anatomía del tercio apical es bastante compleja y presenta características que la hacen única. Comprende diversas estructuras interrelacionadas entre sí, las cuales son:

- Cemento
- Dentina
- Conducto cementario
- Unión cemento- dentina o límite CDC
- Muñón pulpar
- Foramen apical y foraminas accesorias
- Ligamento periodontal
- Hueso alveolar

Cemento:

Está constituido por una matriz de sustancia fundamental amorfa y fibras colágenas, las cuales presentan una disposición irregular. Debido a la continua aposición de cemento, quedan atrapados tejidos periodontales (fibrillas colágenas) en segmentos. Son denominadas *Fibras de Sharpey*, las cuales se encuentran separadas de los cementoblastos y se insertan en el cemento.

Tipos de cemento:

- *Cemento fibrilar acelular*: Es aquel más cercano a la dentina. Se extiende a lo largo de toda la raíz, pero en tercio medio y apical es una capa muy delgada.
- *Cemento fibrilar celular*: Su depósito es más rápido y los cementoblastos quedan incorporados y se transforman en cementocitos. Éste tipo de cemento es más abundante en el tercio apical.

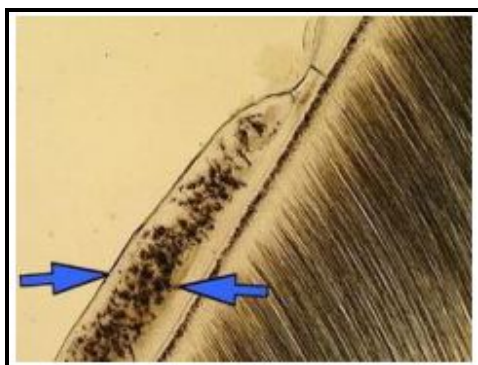


Foto 2: Cemento a nivel apical que muestra la disposición de los elementos celulares incluidos en lagunas circunscrita ([http:// www. imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/](http://www.imc.gsm.com/integrated/maonline/maonline/ma/thumbs/))

La aposición de cemento celular en el tercio apical de la raíz corresponde a un proceso llamado “*Erupción Pasiva*” y compensa la atrición coronal, lo que explica el aumento de longitud del diente y la aparición de conductos apicales estrechos. Este estrechamiento es progresivo, genera una disminución en la vascularización del diente, produciendo cambios regresivos y envejecimiento.

Dentina apical:

Es más amorfa, irregular y esclerótica en comparación con la dentina presente en el resto del diente. Los odontoblastos son aplanados, cuboides o, incluso, pueden estar ausentes. Además, es menos permeable y penetrable, lo que involucra un desafío para la obturación endodóntica. Por lo mismo, la ventaja es que la infiltración bacteriana es menor.

Conducto cementario:

El conducto cementario es la porción del conducto radicular que no está delimitado por dentina, sino por cemento, en la zona apical de la raíz. Tiene forma cónica, con su diámetro mayor hacia el foramen apical y el menor junto al límite cemento-dentinario.

Generalmente no sigue la misma dirección del conducto dentinario y la desviación depende de la adaptación del diente a factores funcionales como la presión de la lengua y los componentes de fuerza mesial y distal. Mide de 0,5 a 1 mm y su formación se completa 3-5 años después de la erupción dentaria. Según Kuttler (1955), en el 68% de los jóvenes y el 80% de los adultos, no siguen la misma dirección. Además, su longitud depende también de diversos factores, tales

como: equilibrio entre aposición y reabsorción de cemento, edad, traumas, movimientos ortodónticos y enfermedad periodontal.

Unión cemento-dentinaria o límite CDC:

Corresponde a la constricción apical, es la zona más estrecha del conducto radicular (mide, en promedio, 223 micrones en jóvenes y 210 micrones en adultos, de diámetro). Su forma no es exactamente circular, ya que el cemento no alcanza la misma longitud ni el mismo grosor dentro del conducto cementario, aunque sí es constante a lo largo del ciclo vital del diente. Es considerada como el límite de seguridad para el éxito del tratamiento.

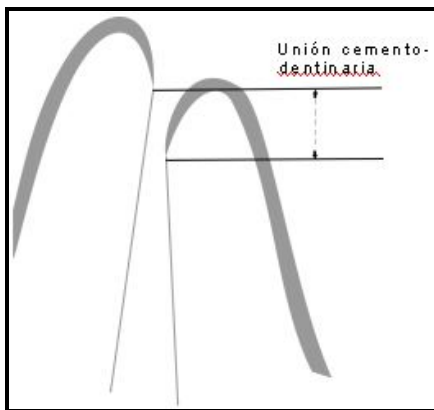


Gráfico 1: La unión cemento-dentina esta localizada a diferentes niveles de la pared del conducto y no coincide con la constricción apical. (Ricucci, 1998)

Según Dummer y cols (1984), se identifican cuatro tipos de constricción:

- La constricción tradicional, simple o única.
- Una constricción cónica (más estrecha en el ápice).
- Un tercio apical con múltiples constricciones.
- Una constricción seguida de un conducto estrecho y paralelo.

Gutmann y Leonard (1995) añaden un quinto tipo:

- Una constricción totalmente obliterada con cemento

Según Ponce et al (2003) el conducto cementario, el límite CDC y el foramen apical son las principales referencias para determinar hasta dónde debe llegar el tratamiento endodóntico. En su estudio con microscopio, evaluó dientes ánterosuperiores y determinó que el diámetro del conducto a la altura del límite CDC era mayor en los caninos y disminuía en los centrales y laterales.

Muñón pulpar:

Corresponde al tejido que ocupa íntegramente el conducto cementario. Es un tejido conjuntivo maduro rico en fibras colágenas y escasas células.

Colin y cols (1988) describen cinco tipos celulares:

- Células defensivas.
- Células epiteliales derivadas de la vaina de Hertwig.
- Células productoras de sustancias (fibroblastos, cementoblastos y osteoblastos)
- Células degenerativas (cementoclastos y osteoclastos)
- Células productoras de tejidos duros (cementocitos y osteocitos).

Contiene también los vasos sanguíneos y nervios que entran a la pulpa. Debido a estas características, la preservación de su vitalidad durante el tratamiento endodóntico tiene gran importancia para la reparación apical y el sellado biológico.

Foramen principal y foraminas accesorias:

Corresponden a las aberturas que se establecen en la superficie radicular producto de la terminación de los conductos radiculares. Su número, forma y tamaño son muy variables y rara vez coincide con el ápice radiográfico del diente.

Cuando las raíces comienzan a madurar, surgen los canales accesorios y laterales.

- *Conducto lateral*: es aquel ubicado con un ángulo recto con respecto al conducto principal.
- *Conducto accesorio*: es aquel que se ramifica del conducto radicular principal, generalmente en la zona apical de la raíz. Se encuentran en mayor cantidad en personas jóvenes y a medida que el diente envejece se van obliterando por la aposición de dentina y cemento.
- *Foraminas*: corresponde a la desembocadura de los conductos accesorios o laterales hacia los tejidos periodontales. También pueden producirse por un quiebre en la continuidad de la raíz.

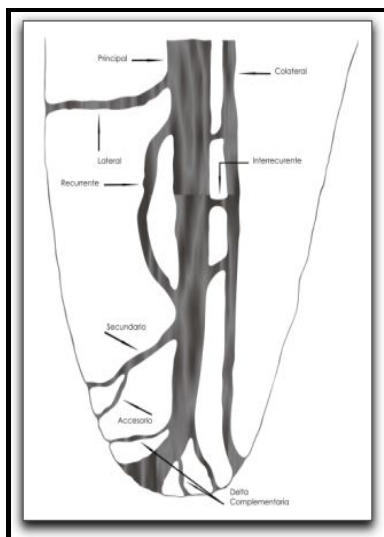


Gráfico 2: El conducto principal y sus posibles ramificaciones (*Kuttler, 1955*).

Los conductos laterales y las foraminas contienen tejido vascular, nervioso y fibroso (con fibroblastos, colágeno y macrófagos), éste último, muy similar al tejido del ligamento periodontal.

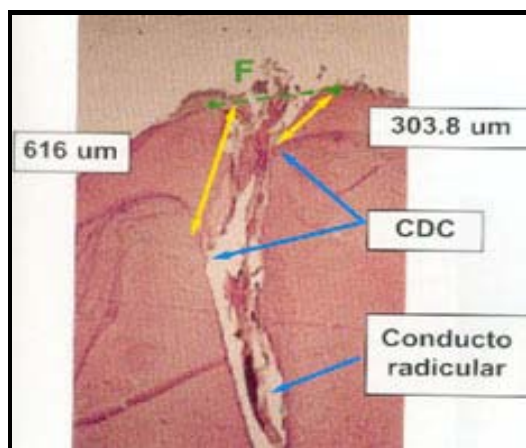


Foto 3: Anatomía del tercio apical
(www.infomed.es/colpont/revista10/cientifico.html)

Ligamento periodontal:

Corresponde a tejido conjuntivo de origen mesodérmico, que proviene de la pared externa del saco dental. Su función principal es unir el cemento a la pared alveolar de dos formas:

Biológica:

- Mantiene los cambios metabólicos entre cemento y hueso.
- Funciones nutritivas.
- Funciones de defensa.
- Funciones propioceptivas sensoriales.

Mecánica:

- Regulador de fuerzas (amortiguador hidrostático).

Radiográficamente se aprecia como una línea radiolúcida fina, pero más pronunciada en personas jóvenes.

Hueso Alveolar:

Está formado por:

- *Hueso Alveolar:* presenta una capa de hueso compacto que delimita el alveolo y radiográficamente se ve como una línea radiopaca llamada *lámina dura*. Está compuesta por hueso laminar dispuesto en forma paralela al ligamento periodontal. Esta lámina cribiforme (llamada así por los sistemas haversianos) es atravesada por vasos sanguíneos, nervios, fibras del tejido conjuntivo laxo y ligamento periodontal.

- *Hueso de sostén*: Rodea al alveolo y está formado por láminas corticales (vestibulares, palatinas/linguales) de hueso compacto y esponjoso que se van intercalando.

MORFOLOGÍA

La topografía de los ápices radiculares puede ser analizada según su conformación externa y su disposición interna. Se revisarán las variables más importantes:

1) Morfología externa del ápice:

Fueron clasificados por Aguadé et al (1997) en cinco grupos, de mayor a menor frecuencia:

- Puntigudo (34.5%)
- Redondo (30.5%)
- Plano (14.7%)
- Biselado (2.6%)
- Oval (3.0%).

Según el estudio de Marroquin et al (2004) este último tipo de morfología corresponde a un 70%.

2) Relación entre eje mayor de la raíz y conducto cementario:

Pueden clasificarse en cuatro grupos (Aguadé et al, 1997):

- Raíz recta- conducto curvo (43.5%)
- Raíz recta- conducto recto (38.0%)
- Raíz curva- conducto recto (12.9%)
- Raíz curva- conducto curvo (5.4%).

3) Relación entre foramen apical y ápice radicular:

Puede o no coincidir. Según el estudio de Green et al (1960) sólo un 22-46% de los forámenes apicales se encuentran en la zona correspondiente al ápice dentario.

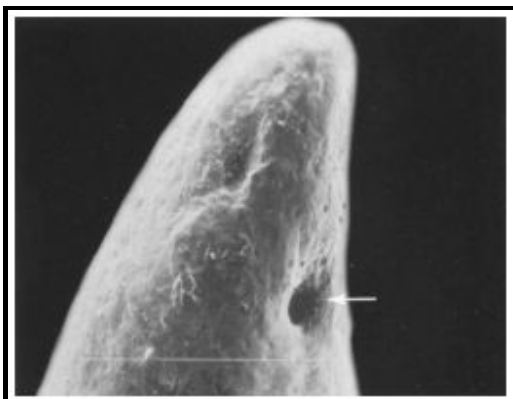


Grafico 3: Aspecto del tercio apical de un premolar superior visto al microscopio electrónico. Foramen situado en posición lateral (flecha) (Goldberg F., 2002).

En el estudio de Aguadé et al (1997), en el 47,2% de las raíces (59) el foramen apical coincidió con el ápice anatómico, en el 52.9% (66 raíces) el foramen apical se encontraba ubicado lateralmente al ápice. Sin embargo, 43 raíces no pudieron ser evaluadas, por no ubicarse el foramen apical.

Blaskovic et al (1990) determinaron en su estudio que la desviación del foramen apical se encuentra en cerca de un 70% de los casos.

Kuttler (1955) reportó que, en personas mayores, las aperturas del foramen se encontraban a 3 mm del ápice radicular, estableciendo también que el diámetro de los forámenes decrece con la edad por la aposición de nuevo cemento. Estos hallazgos fueron corroborados por Stein y Corcoran (1990), quienes encontraron una relación entre la edad y la desviación y ancho del foramen apical causada por el depósito de nuevo cemento. Sin embargo, también hay estudios como el de Morfis et al (1994), que indican que la distancia ápice-foramen no sobrepasa 1 mm y que hay un gran porcentaje de dientes donde coinciden.

4) Terminación del conducto radicular:

Según Aguadé et al (1997), el conducto radicular puede terminar en un conducto único, en delta (con o sin foramen claramente identificable) o bifurcado, éste último puede clasificarse a su vez de la siguiente forma: un conducto en el ápice y otro lateral, dos conductos en el ápice, dos conductos laterales uno a cada lado del ápice o dos conductos laterales a un solo lado del ápice.

Los resultados son:

- Foramen apical simple: 65.1%
- Bifurcación: 20.8%
 - foramen en ápice y zona lateral: 65.1%
 - ambos laterales: 12.9%
 - ambos en ápice: 19.4%
- Delta: 14.19%
 - con foramen principal: 33.2%
 - sin foramen principal: 66.8%

5) Forma de las paredes apicales del conducto:

Se describen tres formas (Aguadé et al, 1997):

- Divergentes: 31.8%
- Convergentes: 37.7%
- Paralelas: 30.5%

INFILTRACIÓN

La infiltración se define como el paso de bacterias, fluidos, sustancias químicas, iones y moléculas a través de la interfase diente-restauración, siendo un fenómeno propio de todas las restauraciones dentales (Leonardo y Leal, 1994).

Algunos factores que condicionan su aparición son:

- 1- El *diente*, por la deformación elástica que puede sufrir debido a las fuerzas masticatorias, aumentando así el espacio diente-material.
- 2- La *interfase diente-restauración* que se produce debido a la pobre adaptación de los materiales obturadores a las paredes de la dentina, permitiendo así la difusión de los productos bacterianos. Aquí adquiere un rol importante el barro dentinario (smear layer) que será explicado con más detalle posteriormente.
- 3- El *tipo de biomaterial*, que puede sufrir contracción por cambios físicos y químicos (desintegración o corrosión).
- 4- La *técnica de obturación* utilizada.
- 5- *Otros* factores dependientes del paciente y del operador (Leonardo y Leal, 1994).

La infiltración se produce debido a la existencia de una interfase, la cual puede presentarse entre la dentina y el cemento sellador, entre la gutapercha y el cemento sellador y por disolución del cemento sellador (Leonardo y Leal, 1994).

Este fenómeno se puede producir:

- 1) A nivel apical: desde los tejidos periapicales hacia el interior del conducto.
- 2) A nivel lateral: desde los tejidos perirradiculares a través de conductos accesorios o laterales.
- 3) A nivel coronal: a través del material de obturación temporal o definitiva desde la cavidad bucal.

Esta infiltración interfiere en el proceso de reparación pudiendo, de esta forma, determinar el fracaso del tratamiento endodóntico.

ADAPTACIÓN Y ADHESIÓN

La adaptación se define como el mecanismo por el cual el material obturador se mantendrá en contacto con la estructura dentaria. Este contacto no sólo debe evitar el desprendimiento del material, sino que involucra integración y continuidad entre la estructura dentaria y el material para evitar que ocurran fenómenos como la microinfiltración, además de favorecer el comportamiento mecánico del diente en conjunto. (Macchi, 1999).

La adhesión se define como la fuerza que mantiene unidas dos sustancias que se encuentran en íntimo contacto y que se debe a la atracción de sus moléculas. Sin embargo, este término se usa de manera muy simple como un fenómeno de unión de superficies y debe ser clasificado según el tipo de interacción molecular presente (Tagger et al, 2002)

Los tipos de adhesión son (Macchi, 1999):

- 1) Adhesión mecánica o física: ocurre cuando dos partes quedan trabadas por sus características morfológicas, lo cual puede ocurrir tanto a nivel macroscópico como microscópico. En este caso, no se puede hablar de unión propiamente tal, puesto que no hay interacción molecular.
- 2) Adhesión específica o química: ocurre cuando se generan fuerzas que impiden la separación de ambas partes por la interacción de sus componentes, como fuerzas interatómicas o intermoleculares, formando uniones químicas primarias o secundarias.

La obtención de un sellado, junto con una óptima limpieza y preparación, son las claves del éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico. Un sellado adecuado no se puede lograr sin un material (cemento) que se adhiera a la estructura dentaria (Tagger et al, 2002). Además, se ha establecido que la zona apical del conducto debe ser sellada para completar el tratamiento. La razón más importante es que los espacios entre la raíz y el material obturador pueden almacenar microorganismos que posteriormente causen irritación en los tejidos perirradiculares (Kardon et al, 2002).

Dentro de las variables del sustrato que pudieran afectar la adhesión y favorecer la microinfiltración se encuentran (Lambrechts et al, 2001)

1) *Dentina*: Como ya se mencionó, la dentina del tercio apical es menos permeable y tubular que la del resto del diente, por lo que los materiales obturadores no logran (hasta ahora) un perfecto sellado de este espacio.

2) *Remoción del smear layer (o barro dentinario)*: la instrumentación durante la terapia endodóntica produce una capa amorfa, irregular y granular que cubre la dentina y que está compuesta por restos orgánicos e inorgánicos (remanentes pulpares, procesos odontoblásticos, saliva, sangre, células sanguíneas y bacterias). Juega un rol muy importante debido a que afecta la adaptación del material obturador y disminuye su penetración a los túbulos dentinarios, aunque hay autores que indican que el smear layer podría otorgar un mejor sellado que cualquier material obturador. Timpawat et al (2001) establecieron con su estudio de infiltración apical comparando dientes con y sin remoción de smear layer, que la infiltración era mayor en aquellos dientes donde había sido removido.

Sin embargo, se cree que con el tiempo podría disolverse por hidrólisis y dejar una interfase (Lambrechts et al, 2001). Cobankara et al (2004) realizó un estudio donde se compararon dos cementos (AH 26 y Roeko-seal) en dientes con y sin smear layer, concluyendo que, aunque la diferencia no era significativa, sí había menor infiltración en aquellos dientes donde se eliminó el smear layer para ambos cementos, y que era mucho menor la infiltración coronal que la apical.

En un estudio realizado por Eldeniz et al (2005) se describe que la microinfiltración fue significativamente menor en aquellos dientes donde se eliminó el smear layer.

Este barro dentinario puede eliminarse con una adecuada irrigación con EDTA al 17%, aunque un estudio realizado por Perez et al (2005) indica que el EDTA al 8%, aplicado por 3 minutos y complementado con NaOCl al 3.5% también logra resultados satisfactorios. Sin embargo, el tiempo de acción adecuado para el EDTA (al 17%, ya que es el más utilizado) es controversial debido a que se ha comprobado que hay una relación directa entre tiempo y efecto. Según el estudio realizado por Calt et al (2002), el irrigante EDTA al 17% aplicado por 1 minuto es suficiente para remover el barro dentinario, mientras que aplicado por 10 minutos (o más), causa una excesiva erosión peri e intertubular, lo cual afecta la adhesión.

3) *Efecto de los fluidos tubulares*.

4) *Grado de humedad de la superficie*: es recomendable aplicar los materiales adhesivos con la dentina ligeramente húmeda para evitar el colapso de las fibras colágenas. Sin embargo, en la

zona apical es ideal que esté seco, para que el material (generalmente hidrofóbico) fluya mejor, a pesar de las dificultades propias de esta región.

MATERIALES DE OBTURACIÓN RADICULAR

El éxito de un tratamiento endodóntico está en relación con el uso de materiales de obturación que permitan mantener la asepsia y el sellado tridimensional de los conductos radiculares. Es por ello que con el transcurso de los años se desarrollado una gran variedad de materiales, muchos de ellos rechazados por ser imprácticos, inadecuados o biológicamente inaceptables.

Actualmente podríamos clasificarlos en (Ingle y Bakland, 1996; Leonardo y Leal, 1994):

1. Materiales sólidos: puntas de plata.
2. Materiales plásticos: gutapercha.
3. Cementos selladores.
4. Pastas.

Grossman enumeró los requisitos que debe cumplir un material de obturación (Ingle y Bakland, 1996, Canalda y Brau, 2001):

1. Fácil de llevar al conducto, con un tiempo de trabajo suficiente.
2. Radiopaco.
3. Debe sellar el sistema de conductos en sentido lateral y apical.
4. Bacteriostático, o al menos no favorecer el desarrollo bacteriano.
5. Impermeable, sin solubilizarse en un medio único.
6. Estabilidad dimensional, sin contraerse tras su introducción.
7. Fácil remoción en caso que se requiera.
8. No teñir los tejidos del diente.
9. No debe ser irritante de los tejidos periapicales.
10. Debe ser estéril, o susceptible de ser esterilizado antes de su inserción.

Aunque ningún material cumple a la perfección todos los requisitos, la gutapercha y varios cementos selladores se adaptan bastante bien a ellos.

En la obturación se combinan más de un material ideal. Por lo general, se utiliza un material central, denso, que constituye el núcleo de la obturación, y un material de mayor plasticidad (un cemento sellador) para ocupar el espacio entre el material del núcleo y las irregularidades de las paredes del conducto (Canalda y Brau, 2001).

A continuación se describirán los materiales involucrados en nuestra investigación:

- 1- Gutapercha
- 2- Cementos selladores (EndoREZ, Resilon, Topseal).

GUTAPERCHA



Foto 4: Caja de conos de gutapercha Roeko.

La gutapercha fue introducida como material obturador endodóntico, en la odontología, por Bowman en 1867. (Leonardo y Leal, 1997)

Es la sustancia preferida como material de relleno central sólido para la obturación del sistema de conductos radiculares. Tiene una toxicidad mínima, irritabilidad tisular escasa y la menor actividad alérgica entre todos los biomateriales disponibles cuando permanece retenida dentro del sistema canalicular. (Cohen y Burns, 2002)

Ventajas de la gutapercha (Weine, 1997)

- *Compresibilidad:* se adapta perfectamente a las paredes del conducto radicular mediante la condensación.
- *Inerte:* prácticamente no reacciona con los tejidos perirradiculares.
- *Estabilidad dimensional:* sufre muy pocos cambios dimensionales tras su compactación.
- *Radiopacidad:* muy favorable ya que se puede observar en las radiografías para su posterior evaluación.
- *Plasticidad térmica:* al calentarla experimenta cambios en sus propiedades físicas que se pueden aprovechar en el tratamiento endodóntico.
- *Solubilidad:* frente a solventes como el eucaliptol y el xilol, para potenciar su adaptación a las irregularidades del conducto radicular preparado. (Cohen y Burns, 2002)
- Puede ser *retirada con facilidad* del conducto radicular en casos de retratamiento.

En el estudio de Gurgel-Filho (2003), se describe otra ventaja presente en la gutapercha que corresponde a la propiedad antimicrobiana, que se atribuye al óxido de zinc.

Desventajas de la gutapercha

- *Falta de rigidez:* se dobla con mucha facilidad, dificultando su introducción en conductos pequeños.
- *Deformación vertical* por estiramiento.
- *Falta de adhesión.*
- Puede ser *removida involuntariamente.*
- Experimenta una *contracción significativa* durante el paso del estado alfa al beta.

Diversos estudios demuestran otra desventaja, que corresponde a la falta de uniformidad de los conos, según las normas establecidas de estandarización ISO, lo cual dificulta una correcta adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto. Esta falta de precisión en cuanto a las medidas de diámetro y conicidad, así como extremos recortados en forma irregular se encuentra tanto en marcas comerciales distintas como dentro de una misma marca. (Leonardo y Leal, 1994; Ingle y Bakland, 1996)

CEMENTOS SELLADORES

El uso de cementos selladores durante la obturación del sistema de conductos radiculares es esencial para el éxito, ya que esta sustancia permite:

- Adherir el material central (gutapercha) dentro del conducto.
- Compensar las discrepancias entre las paredes del conducto y la gutapercha.
- Lubricar para facilitar la colocación de la gutapercha.
- Actuar como agente bactericida.
- Marcador para conductos accesorios, defectos de reabsorción, fracturas radiculares y otros espacios dentro de los cuales quizás no penetre la gutapercha.

Los requisitos y características de un cemento de obturación son: (Grossman, 1988)

- No irritante para tejidos periapicales.
- Insolubles en líquidos tisulares.
- Estables dimensionalmente.
- Capacidad de sellado hermético.
- Radiopaco.
- Bacteriostático.
- Viscoso y con buena adherencia a la pared del conducto cuando se endurece.
- Fácil de mezclar.
- No teñir la dentina.
- Buen tiempo de trabajo.
- Fácil de retirar cuando sea necesario.
- Biocompatible.
- No mutagénico, ni cancerígeno
- Hermeticidad a los conductos obturados.

En la obturación radicular el cemento sellador es necesario debido a que la adherencia de la gutapercha es pobre a las paredes del conducto radicular, siendo el sellado poco efectivo (Kwang et al, 2002). También es importante es que estos materiales deben tener propiedades físico-químicas adecuadas y ser biocompatibles. (Huomonen, 2003)

La baja solubilidad de un cemento sellador es una propiedad muy importante, ya que con esto se puede lograr el éxito del tratamiento endodóntico. Esta baja solubilidad se debe principalmente a la manutención de la integridad de los componentes. La degradación del cemento sellador puede

resultar en grietas y espacios a lo largo de la interfase diente sellador o sellador gutapercha, otorgando un ambiente favorable para la colonización bacteriana y el paso de microorganismos y sus productos hacia los tejidos periapicales. Otro punto muy importante con respecto a esta propiedad, es que se evitan efectos biológicos indeseables producidos por algunos de sus componentes en los tejidos circundantes. (Schäfer y Zandbiglari, 2003)

Los materiales que actualmente están disponibles en el mercado no cumplen con todos estos postulados y se deben elegir de acuerdo a nuestros objetivos específicos para cada caso clínico, considerando sus ventajas e inconvenientes. Sin embargo, se están desarrollando materiales nuevos que tratan de mantener o mejorar las propiedades físicas de los cementos tradicionales y la biocompatibilidad. (Lucena-Martin, 2002)

Clasificación de cementos selladores (Canalda y Brau, 2001)

Los cementos selladores se clasifican en función a su componente principal:

1. *Cementos en base a Oxido de Zinc y Eugenol.*
 - a. Cemento de Grossman.
 - b. Cemento de Ricket.
 - c. Cemento de Wach.
 - d. Tubli seal
 - e. Endomethasone
 - f. N2
2. *Cementos basados en resinas plásticas.*
 - a. Diaket.
 - b. AH26.
 - c. AH Plus.
 - d. Topseal.
3. *Cementos basados en Hidróxido de Calcio.*
 - a. Sealapex.
 - b. Calciobiotic Root Canal sealer o CRCS.
 - c. Apexit.
4. *Cementos basados en Ionómero de vidrio*
 - a. Ketac Endo
5. *Cementos basados en silicona.*
 - a. Lee Endo-Fill
 - b. RSA RoekoSeal
6. *Cementos basados en resinas hidrofílicas.*
 - a. Hydron.
 - b. EndoREZ
 - c. Epiphany(Resilon)

A continuación se detallarán los cementos utilizados en esta investigación:

**Topseal®
(Dentsply, Maillefer)**

Topseal es un cemento sellador utilizado para la obturación de conductos radiculares conforme a la norma ISO 6876; 1986. Basado en una resina epóxica, ofrece una adecuada biocompatibilidad, fluidez, adhesión, sellado, un amplio tiempo de trabajo y estabilidad dimensional en la obturación permanente sobre dientes definitivos en utilización conjunta con las puntas de gutapercha. Su presentación es en un sistema pasta / pasta, dispensado en proporción 1:1, obteniéndose una mezcla con óptima viscosidad.



Foto 5: Topseal

Composición

Pasta A: Resina epoxy- Tugngtenato de Calcio- Oxido de Zirconio- Aerosil- Oxido de Hierro

Pasta B: Amina- Adamantada- N,N'dibencil- 5-Oxanonano- Diamina 1,9- TCD- Diamina- Tugstenato de Calcio- Oxido de Zirconio- Aerosil- Aceite de Silicona.

Presentación: Estuche Estándar

4 ml de Topseal pasta A

4 ml de Topseal pasta B

1 recipiente de mezcla

1 Handy-Lentulo

Manipulación



Foto 6: Cemento Topseal.

- 1) *Preparación del conducto*: Preparar, limpiar y secar los conductos antes de ser obturados.
- 2) *Dosificación y mezcla*: Mezclar igual cantidad de pasta A y B en recipiente para mezclar utilizando una espátula metálica hasta obtener consistencia homogénea.
- 3) *Aplicación*:
 - a) Técnica de monocono: Recubrir un Lentulo (colocado sobre un contrángulo) con cemento Topseal e introducirlo sin rotación en el conducto hasta la longitud de trabajo. Poner el Lentulo en rotación lenta (300 a 600 rpm) y luego alzarlo lentamente. Recubrir el cono de Gutapercha seleccionado con cemento Topseal e introducirlo en el conducto (ligeros movimientos de bombeo) hasta la longitud de trabajo.
 - b) Técnica por condensación de Gutapercha: Recubrir los 4-5 mm de la extremidad de un Handy-Lentulo con cemento Topseal. Introducir el Handy-Lentulo hasta la longitud de trabajo luego hacerlo girar en el sentido de las agujas del reloj (Repetir la operación en conductos anchos). Recubrir el cono maestro con una ligera lámina de cemento Topseal e insertarlo en el conducto hasta la longitud de trabajo. Cada uno de los conos auxiliares será igualmente recubierto con una ligera lámina de cemento Topseal antes de su utilización.
- 4) *Tiempo de trabajo* son 4 horas mínimo a 23°C y el tiempo de fraguado son de 8 horas mínimo a 37°C.
- 5) *Limpieza* de instrumentos inmediatamente después de su utilización con alcohol o acetona.
- 6) *Conservar* los tubos cerrados herméticamente a temperatura ambiente. No usar después de la fecha de caducidad.

La desobturación puede ser realizada por técnicas convencionales.

Advertencias: Tanto la Pasta A como B contienen sustancias irritantes para la piel y los ojos, por lo que pueden ocasionar sensibilizaciones.

De acuerdo al fabricante (Dentsply) TopSeal y AH Plus tienen la misma fórmula, la diferencia entre ellos es que AH Plus es fabricado por De Trey, Dentsply en Alemania, y TopSeal por Dentsply Maillefer en Suiza. La fabricación en diferentes países usa compuestos químicos adquiridos y producidos en diferentes lugares y fabricantes.

J.D. Pécora et al (2001) demostraron que los cementos selladores basados en resinas epóxicas mostraban una mayor adhesión a dentina, y entre ellos, el AH Plus tiene los valores más altos. Los cementos TopSeal y Sealer 26 tienen valores más bajos de adhesión en comparación al AH plus, pero superior a otros cementos.

En este mismo estudio se demostró que el agente quelante EDTAC aumenta los valores de adhesión ya que remueve el barro dentinario, lo que permite la penetración de la resina epóxica a los túbulos dentinarios. Esto favorece una gran unión entre la dentina y el cemento, aumentando así los valores de adhesión en comparación a la dentina sin tratamiento. Otro agente que favorece la adhesión del cemento sellador a la dentina, según Pécora, es la aplicación del láser YAG. Esto se explica por dos razones: se remueve el barro dentinario, exponiendo los túbulos (tags) y porque el acondicionamiento de la superficie dentinaria causa una mayor unión mecánica entre el cemento y la dentina intertubular por aumento del área microrretentiva.

Won Lee (2002), afirmó que la adhesión de cementos endodónticos tradicionales es más baja que la de los cementos en base a resina epóxica. Lo mismo concluye un estudio realizado por Gogos et al (2004), donde se demostró que el Topseal presenta fallas cohesivas y adhesivas.

Lucena –Martin et al (2002) señalaron que la eficacia de este cemento ha sido comprobada por años de experiencia clínica e investigaciones in vitro. Sin embargo, en su estudio donde comparaban la infiltración, no se encontraron diferencias significativas entre el Topseal, Endometasona y RoekoSeal.

En un estudio realizado por Dandakis et al (2005), donde se compara la habilidad selladora del Topseal, Apexit y Roth 811, se concluye que el cemento Topseal tiene significativamente menos infiltración (sin embargo, en este estudio se realizó un acabado iatrogénico de la porción apical).

Cemento sellador EndoREZ® (Ultradent)

El cemento EndoREZ® corresponde a una resina en base a UDMA que tiene una gran capacidad de sellado. El fabricante indica que para la obturación de conductos radiculares no se necesitan conos secundarios, basta solamente con el cono maestro, que corresponde a la técnica del Cono único.



Foto 7: EndoREZ

Su presentación comercial corresponde a un sistema de doble jeringa automezcladora donde se encuentra por una parte la pasta base y en otra el catalizador.

Composición: Dimetacrilato de Uretano al 30%

Propiedades:

- *Hidrofílico*: tiene la capacidad de polimerizar incluso en conductos con cierta humedad.
- *Biocompatible*: bien aceptado por el organismo.
- *Radiopaco*: permite observar el estado de la obturación mediante la radiografía convencional.
- *Fluidez*: tiene la capacidad de introducirse hasta el interior de los conductos accesorios.

Manipulación (según el fabricante)

1. Remover tapa de jeringa de automezclado. Dispensar una pequeña cantidad del cemento en el interior de la jeringa aplicadora.



Foto 8: Manipulación del cemento EndoREZ

2. Insertar el émbolo de la jeringa aplicadora y dispensar una pequeña cantidad sobre un papel para verificar fluidez.
3. Luego con la jeringa aplicar en el interior del conducto a obturar hasta llenarlo en su totalidad.
4. Colocar el cono maestro en el interior del conducto a la longitud de trabajo. No se necesitan conos accesorios.
5. Eliminar excesos.
6. Este cemento polimerizará entre 40 a 50 minutos.

Se aconseja utilizar irrigantes libres de peróxido, ya que el oxígeno que se libera del peróxido puede dificultar la colocación de resinas. Se recomienda tres alternativas de irrigantes aparte del hipoclorito: Soluciones de EDTA, clorhexidina o soluciones de anestesia.

Un estudio realizado por Zmener (2004) indica que la biocompatibilidad del EndoREZ es relativa. En su estudio se inoculó en forma subcutánea en ratas y se observaron reacciones inflamatorias que disminuían con el tiempo (30 días). Sin embargo, a los 90 y 120 días se observó la formación de tejido conectivo fibroso (sin células inflamatorias) que encapsuló al cemento.

En un estudio realizado por Eldeniz (2005), se comparó la habilidad selladora del EndoREZ, AH 26 y AH Plus, no encontrándose diferencias significativas entre ellos. En un estudio realizado por Sevimay et al (2005) se comparó la habilidad selladora y la adaptación a la dentina del EndoREZ versus el AH plus, siendo éste último significativamente mejor. Lo mismo concluye un estudio realizado por Kardon et al (2004).

En un estudio realizado por Siepert (2005), se midió la actividad antimicrobiana in vitro del EndoREZ, Sealapex, cemento de Portland y MTA, concluyendo que el EndoREZ no presentaba actividad antimicrobiana.

Resilon-Epiphany



Fotos 9 y 10: Presentación comercial del sistema obturador Resilon / Epiphany

El sistema Resilon-Epiphany es una resina que permite aumentar la resistencia de la raíz, pero por sobre todo , consigue un sellado sin precedentes debido a la capacidad de reproducir microestructuralmente la anatomía interna del conducto en función del primer y del cemento sellador desarrollado para esta técnica.

El sellador se adhiere a la dentina y a su vez al Resilon, obteniendo una obturación del conducto mediante adhesión química. Lo atractivo de este sistema es que puede ser usado con la tradicional técnica de condensación lateral y además con las técnicas termoplásticas, por su componente policaprolactona (Tay et al, 2005).

El componente principal de este sistema es un material de obturación en base a una resina suave llamado Resilon fabricada a partir de polímeros de poliéster. Su fórmula única contiene rellenos de vidrio y radiopacadores (cloruro de bario) en una matriz de resina suave.

Resilon es similar a la gutapercha tanto a la visión directa como a la radiografía. Se manipula como la gutapercha, puede ser termoplastificada a bajas temperaturas y es biocompatible y desobturable como la gutapercha.

Resilon (conos o pellets) combinado con el cemento sellador de resina de curado dual y el primer epiphany se unen al conducto radicular creando un monoblock. Esto da como resultado raíces que son más resistentes y un sellado coronal como parte del proceso de obturación radicular.

En un estudio in vitro realizado por Shipper et al (2004), donde se midió la infiltración microbiana (con *Streptococcus Mutans* y *Enterococcus Faecalis*) en dientes obturados con Resilon/Epiphany, gutapercha/Epiphany y gutapercha/Ah plus, concluyendo que los obturados con Resilon/Epiphany tenían hasta un 80% menos infiltración que los otros grupos. En otro estudio realizado por Shipper et al (2005), se indica que la inflamación apical en dientes de perro que fueron inoculados coronalmente con bacterias fue menor en aquellos obturados con el sistema Resilon, comparados con los dientes donde se utilizó gutapercha y AH 26. Según el autor, esto se debe a la menor infiltración coronal del Resilon.

Teixeira et al (2004) en un estudio in vitro comprobó que la resistencia a la fractura de aquellos dientes obturados con resilon era mucho mayor que en aquellos dientes obturados con gutapercha.

En un estudio realizado por Tay et al (2005) se describen algunas desventajas de este sistema obturador, tales como la contracción y estrés de polimerización, y su capacidad de degradarse en medios ácidos.

Instrucciones de uso

- El NaOCl puede afectar negativamente la fuerza de adhesión del primer. Por lo tanto, el último irrigante usado debe ser EDTA, seguido después por un lavado del conducto con suero o agua destilada.
- Los lubricantes que contienen peróxidos pueden tener un efecto retardador en el fraguado de las resinas. La aplicación de EDTA, seguida por un lavado elimina este problema.

- Puede usarse clorhexidina previo a la colocación del primer, ya que esto no afecta la fuerza de unión del material.
- No debe usarse alcohol para secar el conducto previo a la colocación del primer. El primer funciona mejor en presencia de un poco de humedad.
- Los conos de obturación, así como los pellets para técnica termoplástica, pueden ser desinfectados sumergiéndolos en NaOCl por 60 sgs.
- Para seleccionar el cono maestro y realizar la conometría se usa el mismo criterio usado con los conos de gutapercha y se toma una radiografía para verificar la posición apical del cono.

Manipulación (fotos 11 a 16)



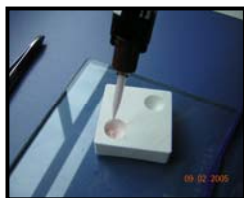
1) Acondicionamiento del conducto:

- Dispense 2 a 3 gotas del primer Epiphany en la loseta de mezcla.
- Llene el espacio del conducto radicular con el primer usando una jeringa una pipeta, etc. Alternativamente se puede ubicar una punta de papel a la longitud de trabajo, aplicar el primer, dejando que la punta de papel lleve el primer hasta el ápice.
- Retire los excesos del primer usando puntas de papel.



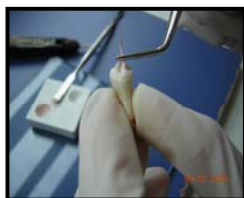
2) Colocación del cemento sellador:

- Coloque el cemento sellador Epiphany sobre una loseta.
- Ponga el sellador a lo largo de toda la longitud del conducto con un cono de papel, una punta de colocación de sellador Epiphany o un lentulo. Cuando se usa un lentulo, éste se debe mantener a 3 mm desde el ápice y hacer funcionar la pieza de mano a una velocidad de 300 rpm.
- Llene el conducto radicular con conos Epiphany o con pellets, dependiendo si obturará en frío o con termoplástica, respectivamente.



3) Tomar una radiografía de control previo a completar el proceso de obturación.

4) El cemento sellador autocuraré en aproximadamente 25 minutos.



5) Cuando la obturación se ha completado, fotopolimerice la superficie oclusal de la obturación Epiphany, en la cámara, por 40 segundos. Esto creará un sellado coronal inmediato. El cemento sellador Epiphany polimerizará en el resto del conducto en aproximadamente 25 minutos y creará un monoblock que será altamente resistente a la filtración.



6) Coloque una obturación provisoria para reforzar el sellado.

TECNICAS DE OBTURACIÓN

Son innumerables las técnicas para obturar conductos radiculares. Todas buscan conseguir, de la mejor forma posible, por medio del empleo de conos de gutapercha asociados con una sustancia cementante, un sellado hermético, permanente y no irritante para los tejidos apicales y periapicales. (Leonardo y Leal, 1994)

Las técnicas se clasifican de la siguiente forma: (Canalda y Brau, 2001):

1. *En base a Gutapercha:*

a. Núcleo sólido.

- Técnica de condensación lateral.
- Técnica de cono invertido.
- Técnica de cono único.

b. Núcleo sólido con aplicación de calor.

- Técnica de condensación vertical.
- Técnica de condensación lateral en caliente.
- System B.
- Touch in Heat System.
- Endocater.
- Inject R Fill.

c. Técnica de Termocompactación de Mc Spadden.

d. Técnica de Inyección de Gutapercha Termoplastificada.

- Obtura II System.
- Ultrafill.

e. Técnica de Gutapercha Termoplastificada- Carriers (gutapercha recubriendo un vástago): Thermafil Plus.

f. Técnica de Gutapercha - Carriers (gutapercha en frío sobre vástago): Simplifill.

g. Técnica de Gutapercha Termoplastificada- Carriers (gutapercha recubriendo un compactador): JS Quick- Fill. .

2. *En base a pastas*

a. Técnica de relleno plástico hidrófilo plástico

b. Técnica de la pasta N-2

c. Técnica con pasta de Frank

3. *En base a materiales sólidos*
 - a. Técnica con conos de plata.
 - b. Técnica con conos metálicos.
 - c. Técnica con instrumentos de acero inoxidable

4. *En base a resinas siliconadas*
 - a. Técnica de Endofill con gutapercha.
 - b. Técnica de Endofill sin gutapercha.

5. *En base a materiales biocompatibles*
 - a. Técnica de obturación con fragmentos de dentina.
 - b. Técnica con compuestos tricálcicos.
 - c. Técnica con hidroxiapatita.

Hoy en día, las técnicas de principal elección son aquellas en base a gutapercha. Todas y cada una de ellas han reportado ventajas y desventajas cuando se comparan entre sí, sin embargo, al momento de elegir, todo dependerá de la comodidad y habilidad del operador.

Otras técnicas como aquellas en base a materiales sólidos han quedado obsoletas. Investigadores como Seltzer y colaboradores han demostrado en forma contundente, que siempre están pigmentadas y corroídas cuando se retiran de un conducto. Golberg, por su parte, ha hecho notar que la corrosión puede observarse microscópicamente en casos previamente juzgados exitosos utilizando criterios clínicos y radiográficos. Por otro lado, aquellas en base a materiales biocompatibles, si bien han reportado ventajas, es su alto costo el que las vuelve inaccesible para el usuario promedio.

Las técnicas utilizadas en nuestra investigación son las siguientes:

Técnica de condensación lateral

La eficacia comprobada, sencillez, control del límite apical de la obturación y el uso de un instrumental simple han determinado la preferencia en su elección, convirtiéndose en la técnica más utilizada.

Es eficaz para casi todos los conductos radiculares y requiere una preparación de estos en forma de embudo con una matriz apical sobre dentina sana. Esta técnica ha sido utilizada por mucho tiempo, convirtiéndose en referente para nuevas técnicas y ha sido el patrón con el que se comparan otras técnicas (Ingle, 1991; Ingle, 1996; Cohen y Burns, 1992; Beer et al, 1998).

Holland et al (1970) demostraron que esta técnica produce un sellado marginal más perfecto que el método de cono único.

Hoy en día sabemos que si bien la técnica de condensación lateral nos permite lograr obturaciones radiculares satisfactorias, no son totalmente impermeables en su tercio apical (Leonardo y Leal, 1994).

Autores han reportado que la técnica de condensación lateral tiene la desventaja de no lograr una masa homogénea, dejando pequeños espacios vacíos a lo largo de la obturación.

Resumen de la técnica:

1. Una vez concluida la preparación biomecánica del conducto, repasar la PBM con la lima maestra (lima MAF) a longitud de trabajo.
2. Irrigar y secar con conos de papel.
3. Elegir un cono de gutapercha estandarizado del mismo calibre (lima maestra). Se debe realizar la triple prueba: Verificar longitud de trabajo, obtener retención del cono a longitud de trabajo y posteriormente tomar radiografía de pre-obturación observando que la punta del cono se encuentre a 1 milímetro del ápice radiográfico.
4. Seleccionar un condensador Spreader que llegue holgadamente a una longitud de 2 mm menor que la longitud de trabajo.
5. Aplicar el cemento sellador al conducto radicular. El cemento para conductos radiculares puede colocarse en el conducto con una lima, con un obturador giratorio o lentulo, con el cono principal o con puntas de papel. Para llevar el cemento hasta apical se sugiere colocar una lima y girarla dentro del conducto al contrario de las agujas de reloj (Ingle, 1992).
6. Cementar cono maestro a la longitud de trabajo.
7. Utilizar el condensador Spreader efectuando movimientos de intrusión y lateralidad hacia una de las paredes del conducto para producir la compactación del cono.
8. Introducir un cono de gutapercha secundario. Se repite este paso hasta que el condensador no ingrese mas de 1 mm en el conducto.
9. Cortar el cono maestro y los accesorios con un instrumento caliente o con un dispositivo especial de calentamiento (Touch n" Heat) a la altura del piso de la cámara pulpar. (Ingle, 1992; Ingle, 1996; Cohen y Burns, 1992; Beer et al, 1998).
10. Realizar condensación vertical a la entrada del conducto radicular con un instrumento caliente.
11. Limpiar la cámara pulpar de restos de cemento y gutapercha.
12. Sellar la entrada al conducto con ionómero de vidrio y cemento temporal para luego restaurarlo definitivamente.
13. Retirar el dique de goma.
14. Control radiográfico de post-obturación. (Periapical y/o de deslizamiento según el caso)

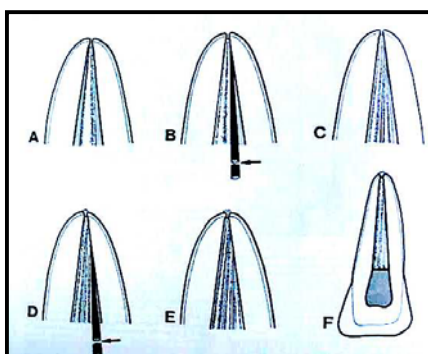


Gráfico 4: Resumen de la técnica de condensación lateral de gutapercha.

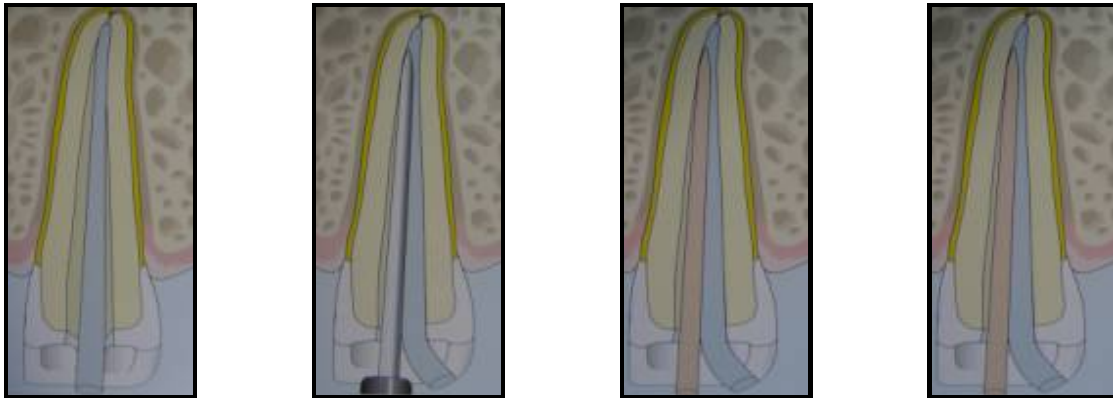


Gráfico 5: Resumen de la técnica de condensación lateral de gutapercha (*Atlas de Endodoncia, Editorial Masson, 2000*)

Cemento Endodóntico:

Para mezclar el cemento se utiliza una loseta de vidrio y una espátula de metal, éste debe lograr una consistencia cremosa.

Existen varias pruebas para cerciorarse de que la consistencia es la adecuada:

- La *prueba de la gota*: consiste en colocar la masa de cemento una vez mezclada en la espátula y dejarla caer. La gota debe tardar entre 10 y 12 segundos en llegar a la loseta.
- Otra *prueba es la del hilo*, que consiste en levantar una parte del cemento con la espátula y crear un hilo de cemento sin que se rompa, la altura deberá ser por menos de una pulgada. (Leonardo y Leal, 1994)

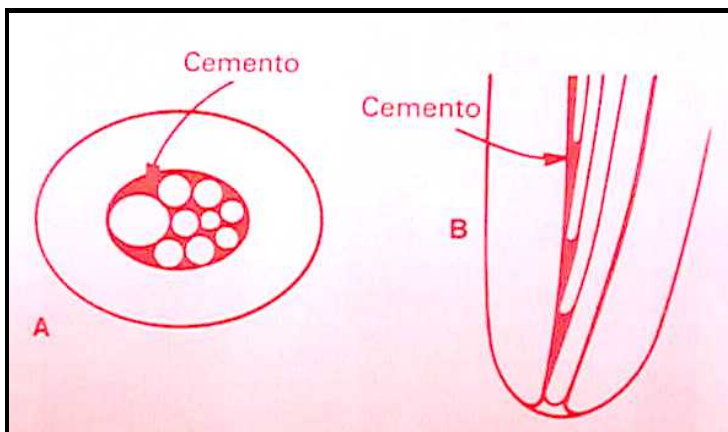


Gráfico 6: Distribución del cemento en el conducto radicular (*Atlas de Endodoncia, Editorial Masson, 2000*)

Existen variantes de la técnica de obturación con condensación lateral:

- *Condensación lateral con gutapercha fría plastificada químicamente o técnica de impresión directa.* La variante consiste en el empleo de un solvente (cloroformo, eucaliptol, etc.) para reblandecer el cono principal y así asegurar que este se adapte mejor a las aberraciones en la porción apical del conducto, por lo tanto, proveer un mejor sellado a dicho nivel. Es entonces cuando se conoce la gutapercha en forma de cloropercha y eucapercha. (Ingle, 1991; Ingle, 1996; Beer et al, 1998).
- *Obturación con condensación lateral solo en tercio apical y la porción coronal con segmentos de gutapercha caliente o con la inyección de gutapercha termo plastificada o compactación termomecánica,* todas las formas compactadas verticalmente. (Ingle, 1996)

Técnica de Cono Único

Esta técnica es rápida y relativamente fácil, consiste en la elaboración de un cono a la medida del conducto radicular, puede ser indispensable en aquellos casos de apexificación o cuando no se dispone del tamaño adecuado para la obturación.

Normalmente se eligen dos o más conos, no estandarizados o la combinación de ambos. Los conos se reblandecen con calor hasta que se tornan pegajosos y se adhieren entre sí, se enrollan y fusionan con la ayuda de dos losetas de vidrio o con una espátula de cemento, hasta que adquiere la forma y tamaño deseado. Otros proponen calentar las losetas, pero esto queda a conveniencia y habilidad de cada operador. El rollo debe rociarse con agua fría para endurecer la gutapercha antes de adaptarla al conducto. Finalmente se reblandece la porción apical con calor o por medios químicos para que se adapte a las irregularidades del conducto, se compacta tanto lateral como verticalmente y se comprueba radiográficamente. Es necesaria la condensación lateral para asegurar la obliteración total (Ingle, 1991; Ingle, 1996).

Una vez realizada la obturación, el éxito del tratamiento del conducto radicular se juzgará mediante la combinación de criterios clínicos y radiográficos. El diente debe quedar funcional, el paciente asintomático y el aspecto radiográfico de los tejidos periapicales debe permanecer normal o normalizarse como resultado de la cicatrización completa, teniendo en cuenta que no es posible juzgar el éxito o el fracaso inmediatamente después del tratamiento, ya que la cicatrización de áreas de gran pérdida ósea periapical necesita de meses e incluso años para completarse. (Harty, 1999)

PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

Corresponde a una técnica de instrumentación manual, específicamente a las del tipo coronal-apical. Este tipo de técnicas al preparar primero la zona media y coronaria posponiendo la determinación de la longitud de trabajo, ofrecen mayor seguridad, convirtiéndolas en las técnicas de elección.

A continuación se describe la técnica usada en este estudio, Técnica de la Universidad de Valparaíso.

Esta técnica utiliza los conceptos de Crown-Down para la preparación de los 2/3 coronarios y los conceptos de la técnica Step Back y Fuerzas Balanceadas para la preparación de la porción apical del conducto radicular. Se utilizan instrumentos gruesos a la entrada del conducto los que van disminuyendo el taper a medida que se avanza hacia apical.

Es una técnica segura, que brinda un mejor control de la instrumentación en la porción apical.

Se describen dos técnicas una para conductos aparentemente rectos y otra para conductos aparentemente curvos.

Procedimiento:

Paso 1

- 1) Irrigación con NaOCl.
- 2) Exploración del conducto con lima K, número 10 ó 15 a longitud de estudio menos 1mm (Le-1mm).

Paso 2

Acceso radicular

I. Manual: En conductos amplios utilizar limas H 20, 25 o 30. En conductos estrechos utilizar limas K, número 30, 25 y 20.

Las limas a utilizar deben estar previamente graduadas a 3/4 de la longitud de estudio menos 1mm (3/4 Le - 1mm), y deben ser utilizadas con acción de limado, en forma circunferencial.

- 1) Comenzar con la lima número 30 y avanzar apicalmente, luego traccionar, irrigar, repetir acción de la lima hasta que pierda acción de corte.
- 2) Cambiar a lima número 25 realizando los mismos pasos de la lima número 30, irrigando abundantemente.
- 3) Cambiar a lima número 20 realizando los mismos pasos de la lima anterior, hasta alcanzar los 3/4 de la longitud de estudio menos 1mm (3/4 Le - 1mm).

II. Rotatorio:

Se utilizan fresas Gates Glidden 1, 2 y 3 en contrángulo de baja velocidad, y deben estar graduadas a 3/4 de la longitud de estudio menos 1 mm (3/4 Le - 1mm). Se utilizan con movimientos cortos, tipo "pumping", con ligera presión hacia apical y no se mantiene la fresa en la misma posición por más de 5 a 10 segundos.

1. Permeabilizar el conducto radicular con lima K, número 15 a longitud de estudio menos 1mm (Le - 1mm).
2. Irrigar abundantemente.
3. Utilizar fresa Gates Glidden número 1 a la entrada del conducto radicular, irrigar.
4. Permeabilizar el conducto nuevamente.

5. Cambiar a fresa Gates Glidden número 3, avanzar apicalmente hasta encontrar resistencia. Irrigar.
6. Permeabilizar el conducto nuevamente.
7. Cambiar a fresa Gates Glidden número 2, avanzar apicalmente hasta encontrar resistencia, irrigar.
8. Permeabilizar el conducto nuevamente.
9. Cambiar a fresa Gates Glidden número 1, avanzar apicalmente hasta encontrar los 3/4 de la longitud de estudio menos 1mm (3/4 Le – 1mm), irrigar.
10. Permeabilizar el conducto nuevamente.

Paso 3

Control de longitud

Paso 4

Preparación apical

- Se utilizan limas tipo K.
 - Se gradúan todas las limas K a utilizar, según caso clínico, a longitud de trabajo (Lt).
 - Las limas K se utilizan con movimientos de intrusión.
 - Las limas K se utilizan con movimientos de rotación a favor de los punteros del reloj en 90° (1/4 de vuelta).
 - Las limas K se utilizan con movimientos de contrarrotación de 180° (1/2 vuelta), movimiento lento con ligera presión apical sin perder la LT.
1. Aplicar todos los movimientos anteriores hasta que la lima pierda su acción de corte dentro del conducto radicular.
 2. Continuar con la lima K de numeración inmediatamente mayor.
 3. Durante el uso de cada lima ésta debe ser constantemente limpiada de la limalla dentinaria que se adhiera.
 4. Recapitular durante el aumento gradual de los instrumentos utilizados.
 5. La última lima K utilizada se denominará “lima maestra”.

Paso 5

Configuración final del conducto radicular (Flaring)

- El objetivo, es lograr una regularización de todas las paredes del conducto radicular (flare).
- Se utilizan limas tipo K ó H.
- El número de esta lima corresponderá al número de la lima maestra.
- La lima a utilizar se gradúa a 3/4 de la longitud de trabajo (3/4 LT).
- La lima se utiliza solo con movimientos de limado.

Paso 6

- Irrigación con suero fisiológico
- Secado de la cavidad y conducto radicular
- Medicación del conducto radicular
- Sellado de la cavidad

Dentro de todos los procedimientos que envuelven a la PBM, la irrigación juega un rol fundamental en la eliminación de los microorganismos de los conductos radiculares, ya que produce debridamiento, lubricación de las paredes del conducto, disuelve la materia orgánica y tiene un efecto antimicrobiano. Es más, estudios demuestran que cuando no se utiliza irrigación durante la PBM, existe un 70% menos de debridamiento en comparación cuando se utiliza irrigación. (Siqueira, 2002)

HIPÓTESIS

- El sistema obturador Epiphany (Resilon) presenta mejores propiedades de adaptación y sellado apical que los sistemas obturadores EndoREZ y Topseal.

OBJETIVOS

Objetivo Principal

- Evaluar el comportamiento apical in Vitro de los cementos Topseal, EndoREZ y Epiphany / Resilon en la obturación del sistema de conductos radiculares.

Objetivos Específicos

- Observar y comparar la infiltración apical presente en las obturaciones radiculares realizadas con Topseal, EndoREZ y Epiphany / Resilon.
- Observar y comparar la adaptación apical presente en las obturaciones radiculares realizadas con Topseal, EndoREZ y Epiphany / Resilon.

MATERIALES Y METODO

En la presente investigación se utilizaron como muestra 112 dientes obtenidos en el hospital Carlos Van Buren y consultorios de la región entre noviembre del 2004 y marzo del 2005. Los dientes fueron mantenidos en suero fisiológico.

La selección fue realizada de acuerdo a los siguientes criterios:

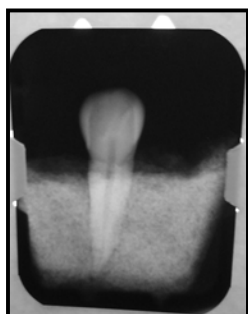


Foto 17: Imagen radiográfica diente montado en aserrín y yeso.

Criterios de inclusión:

- Dientes anteriores (superiores o inferiores) y premolares inferiores.
- Unirradiculados.
- Conductos rectos y únicos.
- Formación radicular completa.
- Ausencia de cualquier anomalía que afecte la anatomía normal del conducto.

Criterios de exclusión:

- Dientes con conductos calcificados o con pulpólitos.
- Dientes con tratamiento endodóntico.
- Presencia de reabsorción radicular.
- Presencia de más de una raíz o conducto.
- Dientes con raíces o conductos curvos.
- Dientes en los cuales no se pudiera acceder al foramen apical.

Debido a estos criterios, se rechazaron 18 dientes, por lo que la muestra total fue de 94 dientes.

Los dientes seleccionados se dejaron en NaOCl 2.5% por veinte minutos para eliminar los residuos orgánicos. Los remanentes fueron eliminados mecánicamente con curetas hasta dejar raíces limpias pero sin pérdida de sustancia que pudiera alterar la permeabilidad.

Previo al inicio del estudio, el operador practicó cada paso con 10 dientes por grupo, para así limitar el sesgo por inexperiencia. Los dientes utilizados fueron similares a los del estudio (no los rechazados) y no se incluyeron en la etapa de recolección de datos.

MONTAJE Y RADIOGRAFÍAS DE ESTUDIO



Foto 18: Dientes montados en aserrín y yeso.

Los dientes se montaron en rectángulos de aserrín y yeso (moldeados en recipientes para preparar cubos de hielo) en proporción 1:1 para obtener la radiolucidez necesaria en las radiografías previa colocación de cera en la zona del foramen apical (para así visualizar mejor la región apical).

Se tomaron radiografías de estudio con la técnica del paralelismo, para así observar la anatomía de los conductos.

A cada diente montado se le asignó un número, el cual se hizo coincidir con la película radiográfica.

Tabla I: Especificaciones radiográficas

Tipo de película	Kodak Ultra-Speed 31x41 mm
Miliamperes	10 mA
Tiempo de exposición	0.4 seg
Longitud del cono	15 cm
Distancia foco-objeto	5 cm
Equipo radiográfico	General Electric GE 1000
Tiempo de revelado	12 min
Equipo revelador	Durr Periomat
Kilovoltaje	75 kv



Fotos 19 y 20: Equipo radiográfico y de revelado



Foto 21: Películas radiográficas utilizadas.

APERTURAS Y EXTIRPACIÓN DE RESTOS PULPARES

Las aperturas se realizaron por un solo operador de la siguiente forma:

- Se utilizó una piedra de diamante redonda nº 10 de alta velocidad en esmalte en posición perpendicular a la corona del diente, con forma triangular de base incisal y vértice cervical.
- Se utilizó una fresa de carbide redonda o cilíndrica N° 10 de baja velocidad en dentina en posición paralela al eje axial del diente hasta perforar el techo cameral.
- Extirpación de restos pulpares con extractores pulpares amarillos y rojos.



Foto 22: Extirpadores pulpares.

PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La técnica de PBM utilizada fue la de la Universidad de Valparaíso para conductos rectos.

Esta etapa también fue realizada por un solo operador.

Se utilizaron limas K de la primera y segunda serie marca Maillefer. Cada lima se utilizó en 10 dientes y se desechó, debido a que pierden su poder de corte.

La longitud de trabajo se estableció de manera directa en cada diente, midiendo una lima 15 en el conducto y luego restándole 1 mm para simular la longitud con que se realizan las obturaciones en la clínica.

La irrigación se realizó entre cada lima con 2 ml de NaOCl al 2.5% y la irrigación final fue con 2 ml de EDTA al 17% por 5 minutos para eliminar el barro dentinario y finalmente se lavó todo con suero fisiológico.

La lima MAF utilizada en cada diente no fue estandarizada y se dejó a criterio del operador según el diente.

Se secaron los conductos con conos de papel Roeko (Top color).

Ya en este punto, los dientes no estaban montados en sus troqueles, aunque sí se encontraban bien identificados por números pintados en ellos con tinta indeleble y que se correspondía con el del troquel para poder ser reubicados e identificados con las radiografías.

OBTURACIÓN RADICULAR

Posteriormente se realizó la obturación radicular a 1 mm del foramen apical (longitud de trabajo).

Los dientes se dividieron al azar en 3 grupos A, B y C a través del método aleatorio simple, cada uno de los cuales fue obturado por un solo operador.

Los cementos fueron manipulados estrictamente según las indicaciones de cada fabricante.



- *Grupo A:* Dientes obturados con Resilon /Epiphany, con la técnica del cono único
(Foto 23).



- *Grupo B:* Dientes obturados con cemento Topseal y gutapercha (Roeko, Top color), (Técnica de conos accesorios, debido a que la instrumentación fue manual) (Foto 24).



- *Grupo C:* Dientes obturados con EndoREZ y gutapercha Roeko (top color), con la técnica de cono único (Foto 25).

Efectuada la obturación se sellaron las aperturas coronarias con cemento ionómero vítreo de restauración (Ionofill) y se tomaron radiografías de control de obturación a los dientes tratados con la misma técnica estandarizada.

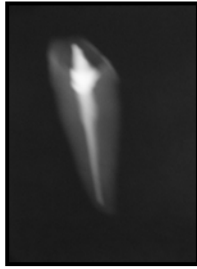


Foto 26: Radiografía obturación. Sistema Epiphany (Resilon)

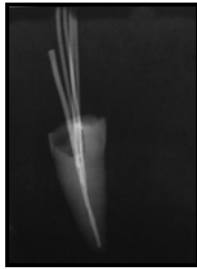


Foto 27: Radiografía obturación. Topseal y gutapercha

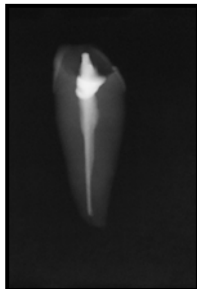


Foto 28: Radiografía obturación. EndoREZ y gutapercha

ALMACENAMIENTO Y TINCIÓN

Luego se almacenaron en un ambiente seco y en un horno a 37° C facilitado por la unidad de esterilización de la escuela de odontología de la universidad de Valparaíso (marca Heraus tipo RB 360) por 7 días para que el cemento se asentara bien y manifieste así todas sus propiedades.

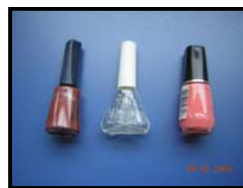


Foto 29: Barniz de uñas utilizados.

Una vez alcanzado este tiempo, se cubrieron con barniz de uñas de color distinto para cada grupo en toda su extensión excepto en la zona apical (2 mm), de modo de sellar los conductos laterales. Sólo un operador realizó esta etapa y, por tanto, sólo él sabía a qué grupo correspondía cada color.

Posteriormente, se sumergieron los dientes en un recipiente amplio que contenía azul de metileno (debido a la similitud de filtración que tiene con el ácido butírico, el cual es un producto

bacteriano en la zona apical (Britto et al, 2002)) y se dejaron por cuatro días en el mismo horno a 37° C para simular las condiciones de temperatura del medio bucal.

RECORTES DENTARIOS



Foto 30: Recortadora utilizada.

En seguida se subdividió cada grupo en dos subgrupos para realizarles 2 tipos de desgastes en la recortadora de yeso (marca Buffalo dental MFG CO) que se encuentra en el pre-clínico de la escuela de odontología de la universidad de Valparaíso.

Los desgastes se hicieron así debido a que en los dientes de práctica los discos no otorgaban suficiente potencia de corte y la irrigación, aunque abundante, no era suficiente para evitar las alteraciones físicas de la gutapercha producidas por el calor de la fricción. El método de la recortadora otorgó una adecuada irrigación, la gutapercha no se alteró físicamente, aunque sí se corrió el riesgo que ocasionar un leve desplazamiento de ésta en sentido apical, lo que no se visualizó posteriormente.

Se realizaron dos tipos de desgastes:

- *Longitudinal*: para analizar la infiltración en la zona apical.
- *Transversal*: para analizar la adaptación a nivel apical.

Para cada desgaste se obtuvieron 16 muestras de dientes del grupo A y B y 15 muestras para el grupo C.

RECOLECCIÓN DE DATOS

Debido a la imposibilidad de realizar las mediciones en un microscopio y a la subjetividad de realizarlas con una lupa estereoscópica, se realizó la recolección de los datos con una cámara digital marca Olympus D-510 ZOOM, 2,1 megapíxeles.

Las fotografías fueron tomadas por la fotógrafa de la escuela de odontología con macro y zoom digital para cada corte. Las imágenes fueron enviadas por Internet y analizadas sin amplificar en un computador LG Olidata.

• **Cortes longitudinales**

Las fotos tomadas de los cortes longitudinales se realizaron con los dientes sobre una hoja cuadrículada y una regla endodóntica (ambas fijas sobre una mesa estable).

La unidad de medición que se utilizó para esta variable fueron los medios milímetros, ya que es la medida que se puede encontrar en una regla endodóntica y era más fácil de visualizar en la pantalla del computador.

La cámara se ubicó a 10 cms de distancia y con el lente perpendicular a la superficie de la mesa. Los dientes se ubicaron de tal forma que el ápice radicular coincidiera con el extremo de la regla endodóntica, sin embargo, las mediciones se hicieron considerando que los dientes habían sido obturados a un milímetro del ápice, por lo tanto, la medición comenzó a partir del milímetro 1 de la regla.

• Cortes transversales

Las fotos tomadas con los cortes transversales se realizaron con un operador fijando el diente de forma que el eje mayor de éste quedara perpendicular a la superficie de la mesa. La cámara se ubicó a 10 cms de distancia y con la imagen del diente centralizada en la pantalla.

Los métodos de análisis fueron similares a los de los cortes longitudinales.

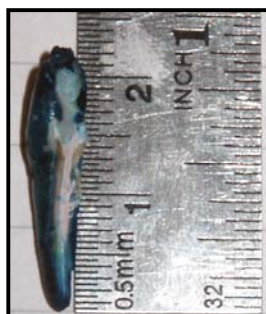
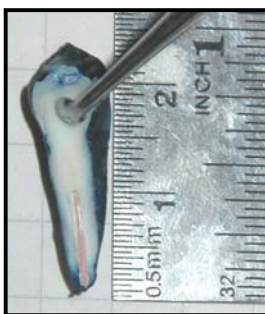
La medición de esta variable se clasificó como:

- *No adaptado (1)*: existe una adaptación de menos del 50% del cemento sellador a las paredes del conducto radicular.
- *Parcialmente adaptado (2)*: existe una adaptación de más del 50% del cemento sellador a las paredes del conducto radicular.
- *Adaptado (3)*: existe una adaptación del 100% del cemento sellador a las paredes del conducto.

Los datos se recolectaron en una tabla Excel por un solo operador, quien sabía a qué cemento correspondía cada grupo y asignándole un número aleatorio a cada dato (obtenido de tablas estadísticas), alterando su orden al azar y enviándolo a otro operador para que se realizaran los análisis estadísticos.



Fotos 31 y 32: menor y mayor infiltración de Sistema



Fotos 33 y 34: menor y mayor infiltración de EndoREZ



Fotos 35 y 36: menor y mayor infiltración de Topseal



Fotos 37 y 38: menor y mayor adaptación de Sistema



Fotos 39 y 40: menor y mayor adaptación de EndoREZ



Fotos 41 y 42: menor y mayor adaptación de Topseal

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron ingresados en una ficha confeccionada para este estudio.

Posteriormente se tabularon y procesaron mediante el software estadístico SPSS/PC 10.0¹.

Se obtuvieron estadísticas descriptivas.

La normalidad de los datos se verificó mediante el test de Kolmogorov - Smirnov y los análisis inferenciales se realizaron mediante el test de ANOVA.

Los análisis post-hoc se efectuaron mediante el test de Bonferroni.

El análisis de la variable ADAPTACIÓN (no paramétrica) se realizó mediante el test de Kruskal-Wallis.

El nivel de significancia se fijó en todos aquellos valores de p menores a 0.05.

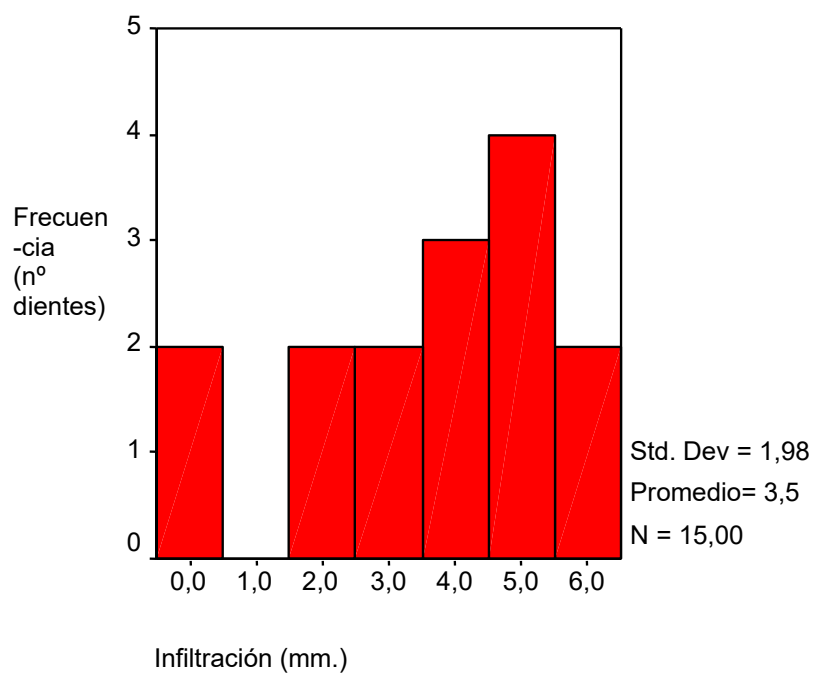
¹ SPSS Inc. (2003) SPSS for Windows base system syntac reference guide, Release 11.5. USA:SPSS, Inc

RESULTADOS

VARIABLE: INFILTRACIÓN

Se realizó el test de **ANOVA** para determinar si había diferencia entre los tres grupos, con significancia estadística de p menor a 0.05.

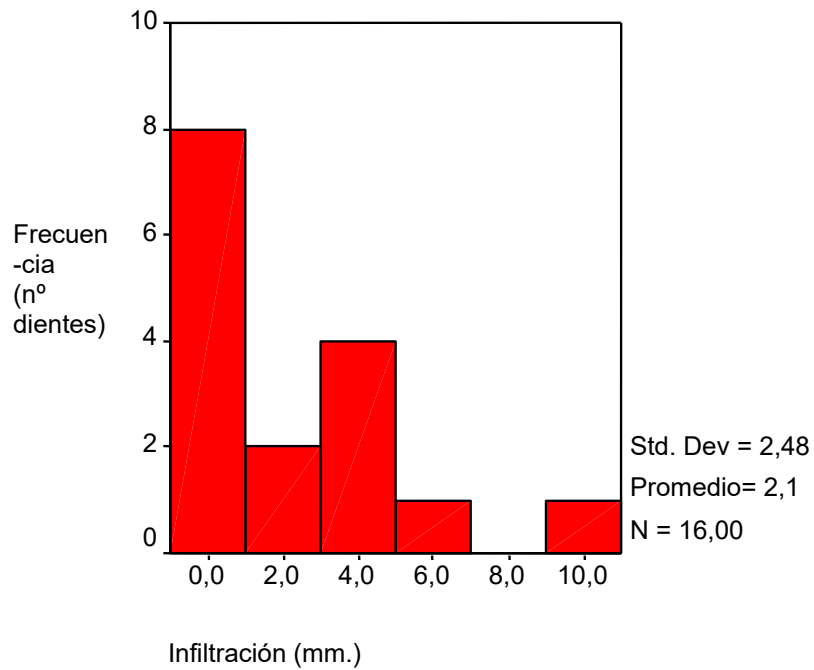
Se realizó este test porque los datos resultaron seguir la curva normal (ver histograma), el EndoREZ y el Resilon se escapan un poco, pero aún así siguen un curso normal, por lo tanto, son paramétricos.



Histograma n° 1: Topseal

Muestra la distribución en curva normal de este cemento.

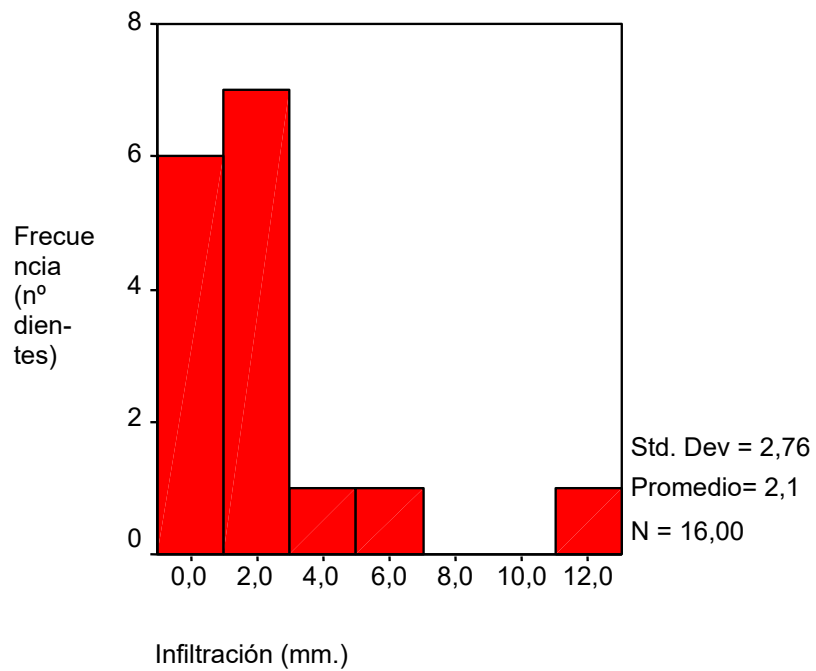
- Infiltración: Medida en milímetros.
- Frecuencia: Medida en número de dientes.
- Desviación Standard: 1,98
- Promedio: 3,5
- Numero total de dientes: 15



Histograma nº 2: Resilon

Muestra la distribución en curva normal de este cemento.

- Infiltración: Medida en milímetros.
- Frecuencia: Medida en número de dientes.
- Desviación Standard: 2.48
- Promedio: 2.1.
- Numero total de dientes: 16.



Histograma n° 3: EndoREZ

Muestra la distribución en curva normal de este cemento.

- Infiltración: Medida en milímetros.
- Frecuencia: Medida en número de dientes.
- Desviación Standard: 2.76.
- Promedio: 2.1.
- Numero total de dientes: 16.

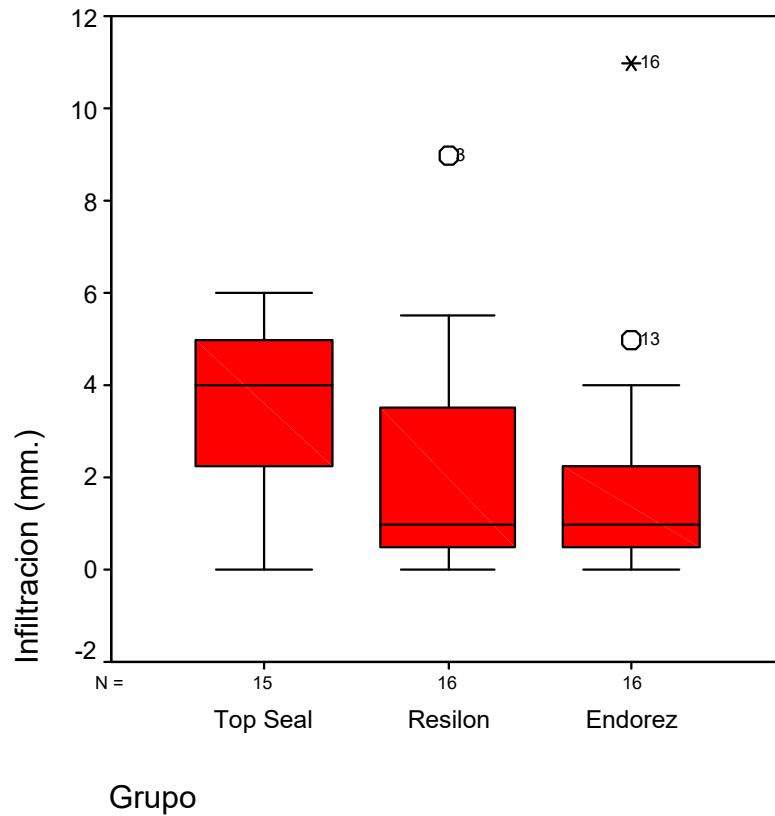


Gráfico 7: Gráfico de Caja.

Demuestra que en la variable infiltración, los promedios de cada cemento no tienen diferencias estadísticamente significativas. (A pesar que algunos valores se escapan como es el caso de EndoREZ y Resilon).

- Infiltración: Medida en milímetros (mm).
- Grupo: Señala el cemento en estudio.
- Promedio de infiltración. Topseal: 4 mm.
- Promedio de infiltración. Resilon: 1 mm.
- Promedio de infiltración. EndoREZ: 1 mm.
- Número de dientes Topseal: 15.
- Número de dientes Resilon: 16.
- Número de dientes EndoREZ: 16.

	Suma cuadrantes	df	Promedio cuadrante	significancia
Entre grupos	19,699	2	9,849	0.203
Todos grupos	261,780	44	5,950	
total	281,479	46		

Tabla II: *Test de ANOVA.*

- **Significancia:** El valor de 0.203 de significancia, señala que no existe diferencia estadística entre los cementos para la variable infiltración.

VARIABLE: ADAPTACIÓN

Debido a que se clasificó por categorías, no se realizó el test de ANOVA ni los de normalidad. Se utilizó el test de Kruskal-Wallis, (variante del chi cuadrado. El chi cuadrado no es aplicable por ser más de dos grupos) que sirve para datos no paramétricos y no tiene curvas.

	Grupo	n	Rango medio
Adaptación	Topseal	15	19.07
	Resilon	16	29.44
	EndoREZ	16	23.19
	total	47	

Tabla III: *Test de Kruskal-Wallis*

Esta tabla muestra la transformación de categorías a rangos con los valores de la clasificación, para la variable adaptación.

n: Número de dientes por cemento estudiado para la variable adaptación.

	Adaptación
Chi cuadrado	5.515
dt	2
significancia	0.063

Tabla IV: *Tabla de Significancia.*

- **Significancia:** El valor de 0.063 de significancia, señala que no existe diferencia estadística entre los cementos para la variable adaptación.

TABLA V: RESUMEN

	Topseal	EndoREZ	Resilon	p
Infiltración (mm)	3.47+-1.977	2.06+-2.762	2.09+-2.485	0.203
Adaptación (rango)	2.07+-0.799	2.31+-0.793	2.69+-0.602	0.063

- Infiltración: Medida en milímetros.
La infiltración en Topseal va de 3.47 +- 1.977 milímetros.
La infiltración en EndoREZ va de 2.06+- 2.762 milímetros.
La infiltración en Resilon va de 2.09 +- 2.485 milímetros.
Presenta una significancia de: 0.203
- Adaptación: Medida en rangos.
La adaptación en Topseal va de 2.07+- 0.799.
La adaptación en EndoREZ va de 2.31 +- 0.793.
La adaptación en Resilon va de 2.69+- 0.602.
Presenta una significancia de 0.063.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio experimental in vitro, otorgan evidencia de que los sistemas de obturación EndoREZ, Topseal y Resilon poseen similar calidad de sellado apical.

Si bien en la bibliografía es posible encontrar diversas investigaciones respecto a materiales obturadores en base a resina, hasta el momento no hay suficientes estudios con las variables utilizadas en esta investigación.

La primera variable en estudio fue la infiltración apical. Debido a que la distribución de los valores de los tres cementos seguía una curva normal (no se excluyó ningún valor), se utilizó el test de ANOVA en la determinación de diferencias estadísticas entre ellos con un p de 0.05.

ANOVA dio como resultado $p = 0.203$, lo que significa que *no hay diferencias estadísticamente significativas* entre ellos, evidenciando que el sistema obturador Resilon / Epiphany no posee propiedades superiores a los cementos de resina ya existentes. Estos resultados pueden obedecer a la falta de experiencia en la manipulación del material y al hecho de que el sistema de corte podría haber alterado las propiedades del sistema Resilon / Epiphany.

El gráfico de caja muestra que los promedios de los tres cementos no presentan diferencias estadísticamente significativas, a pesar de que algunos valores sobresalen en el EndoREZ y Resilon. Los promedios de los tres cementos varía entre 2.06 y 3.47 mm.

Estos resultados pueden explicarse debido a que los tres cementos utilizados (Topseal, EndoREZ y Resilon) están fabricados en base a resina, por lo que sus propiedades son similares. Además, todos los dientes fueron preparados con la misma técnica y acondicionados con EDTA para eliminar el smear layer.

Similares resultados se obtuvieron en un estudio realizado por Tay et al (2005) donde se comparaba el sellado apical entre Resilon y el AH 26 plus en dientes acondicionados, observados con microscopio electrónico, concluyendo que no había diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, en una investigación realizada por Kardon et al (2004) se demuestra que la infiltración apical del EndoREZ (utilizando la técnica del cono único de gutapercha) es significativamente superior a la del cemento AH 26 plus (utilizado con condensación lateral y vertical de gutapercha), en ambos cementos se elimina el smear layer. Con esto, se confirma que los estudios disponibles actualmente no son concluyentes en destacar las cualidades de uno u otro cemento, ya que los resultados son diversos y contradictorios, no destacando a algún material en particular.

La segunda variable fue la adaptación apical del material obturador. En este caso se utilizó el test de Kruskal-Wallis, debido a que los valores obtenidos de los cementos se agruparon según categorías. Este test se utiliza para valores no paramétricos. Se utilizó un p de 0.05. Tampoco mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos ($p = 0.063$). Se realizó la prueba de transformación de rangos con los valores de la clasificación, predominando en todos la categoría de “parcialmente adaptado”.

Estos resultados pueden explicarse debido a que la adaptación del material obturador en la región apical no depende del cemento endodóntico utilizado, sino de la adaptación del material sólido

(gutapercha o conos de Resilon). Por lo tanto, se puede concluir que esta variable está más relacionada con el ajuste del cono maestro (en la triple prueba) que con el cemento propiamente tal. Sin embargo, se incluyó esta variable en el estudio porque la adaptación que se logra con el cono maestro nunca es completa y una parte importante de ésta depende de la adhesividad del cemento, lo cual claramente afecta el sellado apical. Cabe mencionar también que la adaptación de los conos de Resilon, durante la manipulación, fue más difícil que la adaptación de los conos de gutapercha, a pesar de que todos siguen la misma norma ISO, pudiendo afectar los resultados del estudio.

En otro estudio realizado por Eldeniz y cols (2005), se comparaba el sellado y adaptación apical del EndoREZ, Diaket y AH 26 plus (todos sin obturar con gutapercha, sólo con el cemento), nuevamente fue éste último quien obtuvo los mejores resultados, independiente de si se eliminaba o no el smear layer (aunque los resultados fueron mejores cuando el diente se acondicionaba). Lo mismo se concluye en un estudio de Sevimay y Kalayci (2005), aunque en este estudio sólo se realizó condensación lateral.

Las obturaciones se realizaron según las instrucciones del fabricante para cada cemento. Si bien los tres tipos de cementos utilizados pertenecen a la clasificación de materiales de obturación en base a resina, la presentación y manipulación es diferente. En el sistema Resilon al igual que EndoREZ se utiliza cono único, sin embargo, Topseal puede ser utilizado tanto con cono único (utilizando instrumental rotatorio) como con conos accesorios utilizando la técnica convencional. Para que este estudio se realizara bajo condiciones similares (obturación con instrumentos manuales) para los tres cementos, las obturaciones con Topseal fueron realizadas con conos accesorios. Por otra parte, a diferencia de Topseal y EndoREZ el sistema Resilon trae dentro de sus componentes sus propios conos de resina.

Otra de las limitaciones en este estudio se produjo en el momento de corte de los dientes, ya que, aunque se refrigeró al máximo, no se puede garantizar que los materiales obturadores no hayan sufrido alteraciones. Además, para su evaluación no se contó con un microscopio electrónico que permitiera una mejor observación de la calidad de infiltración y adaptación apical.

También se debe mencionar que el acceso al sistema Resilon es muy difícil (no se encuentra en Chile) y de costo elevado si se compara con los otros dos cementos que pueden ser adquiridos con mucha facilidad y a un costo razonable. Junto con esto se enfrentó la escasa información respecto al sistema Resilon y la utilizada para este estudio se basó en la entregada por el fabricante y en las pocas investigaciones en las que se utilizaba Resilon, sin embargo, estos estudios presentaban dos inconvenientes: medían otras variables o seguían una metodología distinta a la de este estudio, ya que medían el sellado apical con el sistema de filtración de fluidos o realizaban pruebas bacteriológicas.

Para posteriores estudios con Resilon y cementos de resina se sugiere utilizar la técnica de condensación lateral. También sería útil que los cortes dentarios sean realizados con alguna técnica que asegure la integridad de los materiales. Asimismo utilizar la técnica de diafanización para evaluar la microinfiltración, cuya principal ventaja es la observación en tres dimensiones del tinte de los dientes, o bien, utilizar técnicas más avanzadas como modelos de penetración de bacterias que se asemejan más a la realidad (como en el estudio de Shipper y cols (2004)).

Luego de todas estas consideraciones y a diferencia de la mayoría de los estudios realizados hasta el momento que muestran una capacidad de sellado apical superior de un cemento de resina sobre otros, se puede concluir que la calidad de sellado apical logrado con este nuevo cemento (Resilon/Epiphany) no es superior al conseguido con EndoREZ con gutapercha y Topseal con gutapercha.

CONCLUSIONES

Posterior al análisis de los resultados podemos concluir que:

- Existe una adaptación apical parcial de los tres materiales obturadores en estudio a las paredes del conducto radicular, no existiendo mayor diferencia entre los cementos investigados.
- Existe infiltración apical en los dientes obturados con los tres cementos, no habiendo diferencias significativas entre ellos.
- No hay diferencias significativas en el comportamiento apical de los cementos EndoREZ, Topseal y Resilon, con lo cual la hipótesis de este estudio es rechazada.

SUGERENCIAS

- 1- Realizar un estudio con estos tres cementos utilizando en todos la técnica de obturación lateral (con gutapercha y conos de resilon o sólo gutapercha).
- 2- Realizar un estudio comparando la infiltración en presencia o ausencia de smear layer.
- 3- Realizar un estudio donde los cortes se realicen con una técnica para evitar alteraciones en los materiales de obturación.
- 4- Realizar un estudio con estos cementos, pero manipulando el Resilon con una jeringa aplicadora.
- 5- Utilizar la técnica de diafanización para evaluar la microinfiltración, cuya principal ventaja es que al teñir los dientes la penetración del tinte puede ser observada en tres dimensiones, lo que permite ver la tinta en su máxima extensión. O bien utilizar técnicas más avanzadas como modelos de penetración de bacterias que se asemejan más a la realidad (como en el estudio de Shipper y cols (2004)).

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue observar y comparar la habilidad selladora de tres cementos endodónticos en base a resina. Se realizó un estudio in vitro con dientes ánterosuperiores, ánteroinferiores y premolares inferiores humanos extraídos, que fueron montados en cubos de yeso y aserrín. Se realizaron las aperturas coronarias y se prepararon con la técnica de PBM de la Universidad de Valparaíso para conductos aparentemente rectos. Una muestra de 94 dientes se dividió aleatoriamente en dos grupos de 32 dientes y un grupo de 30, y fueron obturados de la siguiente forma: grupo 1: cemento Epiphany con conos de resilon, técnica de cono único, grupo 2: cemento EndoREZ con conos de gutapercha, técnica de cono único y grupo 3: cemento Topseal con conos de gutapercha, utilizando conos accesorios. Posteriormente, fueron impermeabilizados con barniz de uñas en toda su extensión, excepto los últimos 2 mm apicales y fueron sumergidos en azul de metileno por 4 días a 37 °C. Luego se realizaron cortes longitudinales para evaluar la infiltración apical y cortes transversales para evaluar la adaptación del material obturador en la zona apical. La variable infiltración fue analizada con el test de ANOVA y la adaptación, con el test de Kruskal-Wallis, en una planilla simple Excel. Este estudio dio como resultado que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tres cementos para ambas variables.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abramovitz et al, (2002), "case selection for apical surgery: a retrospective evaluation of associated factors and rational", *journal of endodontics*, vol 28, Pp 527-530.
2. Aguadé et al, Dental World, (1997), "Estudio estereomicroscópico de la morfología apical", <http://gbsystems.com/papers/endo/grau.htm>.
3. Almeida, L. (2000). Evaluations of apical sealing of three endodontics sealers. *International Endodontic/ journal* 2000. Pp 25-272)
4. Barrancos J, (1999), *Operatoria dental*, 3º edición, Buenos Aires, Editorial Panamericana, Capítulo 17: "Adhesión a la estructura dentaria", *Macchi, R.*, pp 567-575.
5. Beer R., M. Barman, S. Kim. (1998), *Atlas de Endodoncia*, 1º edición, Barcelona, Editorial Masson. Pp 165-193
6. Blaskovic et al, (1990), "Frequency of apical, lateral and furcational accessory canals", *Acta stomatol croat*, vol 24, nº 2, Pp 85-95.
7. Blaskovic et al, (1991), "Contours of apical foramen observed stereomicroscopically", *Acta stomatol croat*, vol 25, nº 4, Pp 225-229.
8. Braga et al, (2005), "root-end filling materials: apical microleakage and marginal adaptation", *Journal of endodontics*, vol 31, nº 7, pp 539-541.
9. Britto et al, (2002), "Comparison of the apical seal obtained by a dual-cure resin based cement or an epoxy resin sealer with or without the use of an acidic primer", *Journal of endodontics*, vol 28, nº 10, pp 721-723.
10. Calt S., A. Serper, (2002), "Time-dependent effects of EDTA on dentins structures", *Journal of endodontics*, vol 28, nº 1, pp 17-19.
11. Canalda C., E. Brau.(2001), *Endodoncia: Técnicas clínicas y bases científicas*. 1º edición, Barcelona, Editorial Masson. Pp 194-218.
12. Cheung GS, (1996), "Endodontic failures: changing the approach", *International dental journal*, vol 46, Pp 131-138.
13. Cobankara et al, (2004), "Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers", *journal of endodontics*, vol 30, nº 6, Pp 406-409.
14. Cohen S., R. Burns, (2002), *Vías de la Pulpa*. Barcelona, 7º edición, Editorial Harcourt, Pp 258-361.
15. Cohen S., R. Burns, (2002), *Vías de la pulpa*, 8º edición, Barcelona, Elsevier España SA., Capítulo 8: "Obturación de sistemas de conductos radiculares".
16. Conen S., R. Bierno, (1998), *Pathway of the pulp*, 6º edition. Editorial Mosby, Pp 258-362.
17. Dandakis et al (2005), "An in vitro comparison of the sealing ability of three endodontic sealers used in canals with iatrogenic enlargement of the apical constriction", *Journal of endodontics*, vol 31, nº 3, pp 190-193.
18. Dummer et al, (1984), "The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen", *International endodontic journal*, vol 17, nº 4, Pp 192-198.
19. ElAyouti A. et al, (2005), "Homogeneity and adaptation of a new gutta-percha paste to root canal walls", *Journal of Endodontics* ,vol 31, nº 9, pp 687-690.
20. Eldeniz et al (2005), "Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer", *Journal of endodontics*, vol 28, nº 6, pp 423-426.

21. Gogos et al (2004), "Adhesion of a new methacrylate resin-based sealer to human dentin", *Journal of endodontics*, vol 30, n° 4, pp 238-240.
22. Green, D.,(1960), "Estudio estereomicroscópico de 700 ápices radiculares de dientes posteriores maxilares y mandibulares", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology* , vol 13, n° 6, june, pp728-733.
23. Gutierrez J. y Aguayo P., (1995) "Apical foraminal opening in the human teeth", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology, oral radiology and oral endodontology*, vol 75, n° 1, pp 769-777.
24. Gutmann JL, JE Leonard, (1995), "Problem solving in endodontic working length determination", *Compend 1995*, vol 16, Pp 288-302.
25. Huuonen et al, (2003), "Healing of apical periodontitis after endodontic treatment: a comparison between a silicon-based and a zinc oxide based sealer", *International dentistry journal*, vol 36, n° 4, pp 296.
26. Ingle I., G. Raymond, (1991), *Endodoncia*, 3° edición. Editorial Interamericana. Pp 913
27. Ingle J., L. Backland, (1996), *Endodoncia*. 4° edición, Ciudad de México, Editorial McGraw-Hill Interamericana. Pp 239-279.
28. Ingle, JI y BJ, Zeldow (1958), "An evaluation of mechanical instrumentation and the negative culture in endodontic therapy", *JADA*, vol 57,pp 471.
29. Kardon et al, (2003), "An in vitro evaluation of the sealing ability of a new root-canal obturation system", *Journal of endodontics*, vol 29, n° 10, Pp 658-661.
30. Kuttler I, (1955) "Microscopic investigation of the root apexes", *dent. Asoc*, vol 50, pp 544-552.
31. Kwang et al, (2002), "Adhesion of endodontic sealers to dentin and gutta-percha", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 28, n° 10, Pp 684-688.
32. Leonardo M., J. Leal. (1994) *Endodoncia Tratamiento de los conductos radiculares*. 2° edición, Buenos Aires, Editorial Panamericana. Pp: 373-382, 384-435, 446.
33. Lucena et al, (2002), "A comparative study of apical leakage of Endomethasone, Topseal and Roeko sealer cements", *Journal of endodontics*, vol 28, n° 6, pp 431-432.
34. Macchi, RL. (2000), *Materiales Dentales*, 3° edición, Buenos Aires, Editorial Panamericana, pp 167-176.
35. Marroquin et al, (2004), "Morphology of the physiological foramen: I. maxillary and mandibular", *Journal of endodontics*, vol 30, n° 5, Pp 321-328.
36. Morfis et al, (1994), "Study of the apices of human teeth with the use of scanning electron microscope", *oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 77, n° 2, pp 172-176.
37. Mutusow RJ, (1979), "Acute pulpal-alveolar cellulites syndrome I: clinical study of bacterial isolates from pulp and exudates of intact teeth, with description of a specific culture technique", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 48, Pp 70-76.
38. Perez et al, (2005), "Effect of low concentration of EDTA solution in root canal walls: a scanning electron microscopy study", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 99, n° 3, pp 383-387.
39. Pitt Ford, TR. (1999), *Endodoncia en la práctica clínica*, 4° edición, Ciudad de México, Editorial Mc Graw Hill. Pp 123-127.

40. Ponce et al, (2003), "The cemento-dentino-canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy", *Journal of endodontics*, vol 29, n° 3, Pp 214-219.
41. Seltzer S. (1979), *Endodoncia: consideraciones biológicas en los procedimientos endodónticos*, Editorial Mundi.
42. Sevimay S., A. Kalayci, (2005), "Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers", *Journal of Oral rehabilitation*, vol 32, n° 2, pp 105-110.
43. Shaffer, E. et al, (2003), "Solubility of root canal sealers in water and artificial saliva", *International Endodontic Journal*, vol 36, pp 660-669.
44. Shipper G et al, (2004), "An evaluation of microbial leakage in roots filled with a thermoplastic synthetic polymer based root canal filling material (Resilon)", *Journal of endodontics*, vol 30, n° 5, Pp 342-347.
45. Shipper et al (2005), "Periapical inflammation after coronal microbial inoculation of dog roots filled with gutta-percha or Resilon", *Journal of endodontics*, vol 31, n° 2, pp 91-96.
46. Siefert et al (2005), "In vitro antimicrobial activity of Fill canal, Sealapex, MTA, Portland cement and Endorez", *International Endodontic Journal*, vol 38, n° 8, pp 539-543.
47. Siqueira J. F.; Rocas; Santos; Lima; Magalhaas; Uzeda (2002): "Efficacy of Instrumentation Techniques and Irrigation Regimens in Reducing the Bacterial Population within Root Canals". *Journal of endodontics* vol 28, pp 181-184.
48. Stein TJ, Corcoran JF; (1990) "Anatomy of the root apex and it's histology changes with age", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology*, vol 69, pp 238,242.
49. Stock, C. (1996), *Atlas en color y texto de endodoncia*, 2º edición, Madrid, Editorial Harcour Brace.
50. Sundqvist et al, (1998), "Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative retreatment", *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 85, Pp 86-93.
51. Tagger et al, (2002), "Measurement of adhesion of endodontic sealers to dentin", *Journal of endodontics*, vol 28, n° 5, Pp 351-354.
52. Tay et al, (2005), "ultrastructural evaluation of the apical seal in roots filled with a polycaprolactone-based root canal filling material", *journal of endodontics*, vol 31, n° 7, pp 514-517.
53. Tay et al, (2005), "effectiveness of resin-coated gutta-percha cones and dual-cured, hydrophilic methacrylate resin-based sealer in obturating root canals", *Journal of endodontics*, vol 31, n° 9, pp 659-664.
54. Teixeira et al, (2004), "fracture resistance of roots endodontically treated with a new resin filling material", *Journal of American dental Association*, vol 135, n° 5, Pp 646-652.
55. Timpawat et al, (2001), "Effect of removal of the smear layer on apical microleakage", *journal of endodontics*, vol 27, n° 5, pp 351-353.
56. Torabinejad et al, (1990), "In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth", *journal of endodontics*, vol 16, Pp 566-569.
57. Weine, F. (1997), *Tratamiento Endodóntico*, 5º edición, Madrid, Editorial Harcour Brace.
58. Weine, F. (1991), *Terapéutica en endodoncia*, 2º edición, Barcelona, Editorial Salvat, Pp 387-390.

59. Wilson N, Roulet JF, Fuzzo M. (2001), *Advances in operative dentistry*, volumen 2, Editorial Quintessence books, capítulo 9, pp 135-145.
60. Wu et al, (2000), “Apical terminus location of root canal treatment procedures”, *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and endodontology*, vol 89; n° 1; Pp 99-103.
61. Zmener, O. (2004), “Tissue response to a new methacrylate-based root canal sealer: preliminary observations in the subcutaneous connective tissue of rats”, *Journal of Endodontics*, vol 30, n° 5, pp 348-351