



**Universidad
de Valparaíso
Chile**

Escuela de Odontología

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SELLANDO DE UN NUEVO
CEMENTO SELLADOR BIOCERAMICO EN DIENTES CON
TRANSPORTACIÓN APICAL**

Trabajo de Investigación
Requisito para Optar al
Título de Cirujano - Dentista

Alumnos: Pablo Daza González
Franco Silva González

Docente Guía: Prof. Dr. Fernando Bahamondes
Cátedra de Endodoncia

DEDICATORIAS

Le agradezco enormemente al apoyo que me brindó toda mi familia en este proceso, en especial a mi madre por su preocupación y apoyo incondicional, al igual que mi padre quien además me aportó con sus conocimientos y experiencia. Estoy profundamente agradecido de mi tía Myriam, por su tiempo, dedicación, preocupación, y aporte con sus amplios conocimientos en investigación y en ciencias, y además por su apoyo que también fue siempre incondicional. Además le agradezco a mis tío Tito y a mi tía Marisol que desde Canadá nos ayudaron a conseguir el material de estudio de esta investigación.

Finalmente le agradezco infinitamente a mi polola Pamela Araya, por su gran ayuda, apoyo y participación, ya que en momentos difíciles y de mucho estrés aportó con sus conocimientos, experiencia y nos ayudó a sacar adelante este trabajo.

Muchas Gracias a todos los quiero demasiado

Pablo Daza.

Estas palabras van dedicadas a mi familia, el pilar fundamental en una nueva etapa que acaba de culminar, en primer lugar a mi madre que la admiro por su esfuerzo, valentía, el amor y apoyo incondicional que me entregó. A mi padre por darme todo el cariño y apoyo necesario para lograr mis metas, a Nelson que también se transformó en un pilar importante en todo este proceso, y por supuesto a mi hermanita que es el alma y vida de la familia, sin dejar de lado a mis abuelos y tías.

También estoy muy contento y agradecido de haber conocido excelentes personas en la universidad, que de compañeros pasaron a ser grandes amigos, y decirles que sin ellos tampoco podría haber logrado este objetivo tan anhelado, en especial a Cristobal y Nasser por su amistad incondicional, para finalizar a la mujer que me acompañó en los momentos buenos y malos y me entregó todo su cariño y amor Daniela.

Gracias Totales

Franco Silva González.

AGRADECIMIENTOS

A Dr. Fernando Bahamondes por habernos permitido trabajar con él en su propuesta de investigación, por facilitarnos su clínica dental pa con el equipamiento de radiografía digital, y gracias a su dedicación, experiencia, conocimientos que nos ayudaron a realizar esta investigación.

A Dr. Rodrigo Fuentes por su voluntad, dedicación y críticas que aportaron al desarrollo y corrección de nuestro trabajo.

A Dr. Sergio Rivera agradecemos su constante apoyo que nos entregó para poder lograr nuestro objetivo en esta investigación.

Al Sr. Alan Barraza debido a su gran ayuda en el análisis estadístico de la investigación.

Al Instituto de Física de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ya que nos entregaron los conocimientos y dependencias para construir el dispositivo de filtración de fluidos, y particularmente a la Profesora Dra. Myriam Daza y al Sr Alejandro Macklein por sus gran dedicación y aporte durante la investigación

ÍNDICE

Contenidos	PÁGINAS
INTRODUCCIÓN	2.
MARCO TEÓRICO	3.
1. Anatomía Dentaria Interna	3.
2. Limpieza y conformación de conductos radiculares	5.
2.1 Preparación Manual	5.
3. Transportación	7.
3.1 Relación entre transportación y sellado endodóntico	12.
4. Obturación Radicular	13.
4.1- Material obturador	13.
4.2- Gutapercha	13.
4.3- Técnicas de obturación.	14.
5. Cementos Selladores	16.
5.1. IRoot SP	17.
5.2. AH Plus	21.
6. Métodos para medir Infiltración	23.
6.1. Uso de Tinciones	24.
6.2. Filtración de Fluidos	26.
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	29.
1. Hipótesis	29.
2. Objetivos	29.
2.1. Objetivo General	29.
2.2. Objetivos Específicos	29.
MATERIALES Y MÉTODOS	30.
1. Tipo de Estudio	30.
1.1. Determinación del tamaño de la Muestra	30.
1.2. Tipo de Muestreo	31.
1.3. Selección y Preparación de la Muestra	31.
1.4. Criterios de Inclusión y Exclusión	33.
1.4.1. Criterios de Inclusión	33.
1.4.2. Criterios de Exclusión	33.
2. Variables	33.
2.1. Variables Independientes	33.
2.2. Variable Dependiente	34.
2.3. Operalización de la Variable Medir	34.

3. Procedimientos de Preparación de la Muestra	34.
3.1.1. Aperturas Endodónticas, Localización de conductos y Determinación de Longitud de Trabajo	34.
3.2. Montaje y Radiografías de Estudio	35.
3.3. Preparación Biomecánica y creación de Transportación Apical	37.
3.4. Obturación Radicular	38.
3.5. Técnicas de obturación	40.
3.6. Medición de Microinfiltración	42.
3.7. Descripción del dispositivo	43.
RESULTADOS	46.
1. Análisis estadístico	46.
2. Transportación	47.
3. Microinfiltración	48.
DISCUSIONES	50.
CONCLUSIONES	53.
SUGERENCIAS	54.
RESUMEN	55.
REFERENCIAS	56.
ANEXOS	60.

INTRODUCCION

Un tratamiento de endodoncia debe cumplir una serie de objetivos para lograr el éxito de este procedimiento, entre estos, en la etapa de instrumentación debemos eliminar completamente el tejido pulpar remanente, para así conseguir la desinfección del canal radicular, eliminando microorganismos y restos necróticos, también dar una conformación tridimensional adecuada, para después lograr una correcta y exitosa obturación del sistema de conductos radiculares a través de un sello hermético con el medio externo.

Durante la limpieza y conformación del conducto radicular se pueden producir algunos efectos no deseados inherentes al tratamiento, tales como perforaciones y deformaciones, afectando la capacidad de sellado al momento de realizar la obturación, lo cual puede conducir al fracaso del tratamiento. Uno de los errores más comunes corresponde a la transportación apical, produciéndose mayoritariamente en dientes que presentan conductos curvos, esto se debe a la tendencia a rectificarse que poseen los instrumentos, alterando la anatomía natural del conducto, provocando eventualmente un efecto negativo en el sellado de la obturación endodóntica. (Wu et al, 2000a).

El cemento sellador juega un rol fundamental en mantener el sello hermético de la obturación radicular, las propiedades que posee, son un punto importante en el éxito del tratamiento, dentro de las propiedades ideales se encuentra la adherencia del material, tanto al cono de gutapercha como a las paredes dentinarias del canal radicular, obteniendo una obturación radicular que ocupe toda la tridimensionalidad que posee el sistema de conductos radiculares. (Wei et al, 2009).

Un nuevo material sellador que utiliza la tecnología de la biocerámica, surge como nueva alternativa para la obturación de los conductos radiculares. Su utilización en el campo de la medicina y odontología ha entregado resultados satisfactorios. Entre las cualidades que presenta este producto en forma general, se encuentra ser bioinerte y bioactivo.

El objetivo de este estudio, será determinar la influencia de la transportación apical, en la capacidad de sellado, de un nuevo cemento sellador biocerámico, IRoot SP, en comparación con el cemento sellador en base a resina, AH Plus.

MARCO TEÓRICO

1. Anatomía Dentaria Interna

Para lograr un tratamiento exitoso, hay que tomar en consideración que la estructura anatómica interna del diente, resulta difícil de manejar, debido a que el odontólogo debe interpretar la imagen de un objeto tridimensional solamente en dos dimensiones (Jovel et al, 2009). De esta forma, la verificación de la macro configuración de la anatomía interna, ilustrada por dibujos, fotografías, diafanizaciones (descalcificaciones), moldes, cortes seriados, análisis computarizado, muchas veces puede ser ilusoria, pues permite una idea aproximada y proyectada de la micromorfología interna. (Estrela 2005)

Es indispensable, que el profesional al momento de realizar un tratamiento endodóntico, junto con realizar un minucioso diagnóstico y planificación de éste, tenga un buen conocimiento de la anatomía dentaria interna, y sus variaciones más frecuentes, con el fin de realizar una correcta apertura, obtener una óptima visualización y acceso al sistema de conductos radiculares. (Estrela 2005)

Independientemente a lo expresado anteriormente se pueden presentar diferentes variaciones anatómicas, por ejemplo Vertucci 2005, categoriza el sistema de conductos en 8 tipos de configuraciones distintas. Por lo que existen un sinnúmero de formas anatómicas, encontrándonos con, ramificaciones dentarias, malformaciones del desarrollo, presencia de conductos accesorios, calcificaciones, rizólisis y conductos radiculares con variadas características: en forma de c, bayoneta, no graduales, achatados, afilados, dislacerados, con curvaturas graduales, bifurcados, lo cual nos obliga a tratar cada caso clínico de forma muy particular.

En cuanto a la complejidad que representa enfrentarse al tratamiento de dientes con conductos curvos, siendo esta situación común en la práctica de la endodoncia, es frecuente generar transportación del sistema de conductos radiculares, lo que se puede traducir en la formación de escalones, perforaciones en banda, fracturas de instrumental, sobreinstrumentación, subinstrumentación, pérdida de la longitud de trabajo, no respetando la anatomía original de los conductos radiculares. (Jovel et al, 2009)

Es importante establecer parámetros para determinar una clasificación en cuanto a la curvatura de los conductos, debido a que la mayoría de los conductos presentan algún grado de curvatura. Schneider (1973) fue uno de los pioneros, este autor utiliza un ángulo arbitrario como único parámetro de medición, según este autor, clasificaremos un conducto como recto cuando presenta entre 0 a 5°, uno moderado entre 10 y 20°, y un conducto como severo si tiene entre 25° a 70°.

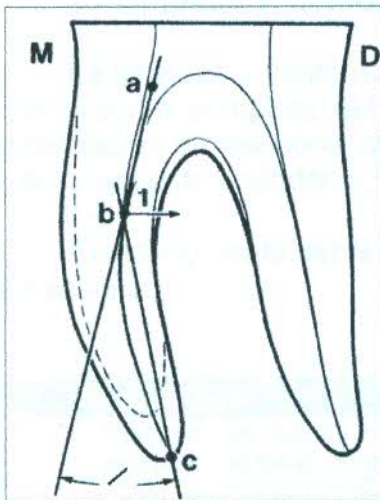


Figura 1: El método de Schneider consiste en trazar una línea tangente desde el inicio del conducto (a), hasta el punto máximo de curvatura (b) y posteriormente se debe trazar otra línea que pase por el ápice radiográfico hasta el punto de máxima curvatura (c). De esta forma, se mide el ángulo que se forma al trazar las dos líneas descritas anteriormente. (Schneider, 1971)

En la actualidad diferentes autores no solo toman en consideración el ángulo del conducto, también el radio de la curvatura es un parámetro importante al momento de realizar estas mediciones.

Debido al gran desafío que representa las múltiples variaciones y la complejidad de otorgar una configuración determinada al sistema de conductos radiculares, es de suma importancia contar con el examen radiográfico, y a raíz de esto es fundamental realizar una correcta técnica radiográfica y por supuesto, interpretarla de forma detenida y detallada.

2.- Limpieza y Conformación de Conductos Radiculares

La limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares corresponde a la eliminación completa del contenido del espacio pulpar, mediante la ampliación y conformación de los conductos radiculares. Siendo el objetivo principal de esta etapa, en el tratamiento endodóntico, curar o prevenir la periodontitis periapical (Trope, 2003)

En la siguiente tabla se muestran los objetivos específicos de la Preparación biomecánica.

Objetivos	
1.	Remover los tejidos blandos infectados, la totalidad del contenido del conducto como exudado, restos de materiales. También remover la dentina blanda e infectada.
2.	Alisar las paredes del conducto además de eliminar obstrucciones, calcificaciones e irregularidades.
3.	Proporcionar un acceso a los materiales de desinfección, tales como irrigantes y soluciones medicamentosas, para una limpieza suficiente desde cervical hasta la zona más apical.
4.	Mantener las estructuras radiculares.
5.	Dar una forma de conveniencia, para que el material obturador logre un buen ajuste y adaptación al canal radicular.

Tabla I: Objetivos básicos de la limpieza y conformación. (Cohen & Hargreaves 2008)

Existen distintas formas de realizar la preparación del conducto, que junto a las nuevas tecnologías, ha permitido la creación y desarrollo de nuevos instrumentales. Encontraremos preparación manual, rotatoria y ultrasónica.

2.1- Preparación Manual

En la preparación manual de conductos radiculares, los instrumentales de preferencia para llevar a cabo las técnicas descritas son escariadores y limas (tipo K, H, y flexibles), de acero inoxidable o Níquel Titanio. La técnica y el instrumental, depende del caso clínico en particular, principalmente de la curvatura del conducto. (Cohen & Hargreaves, 2008)

Cuando anatómicamente encontremos conductos aparentemente rectos, principalmente los instrumentales a utilizar serán limas K y H combinadas dependiendo de la técnica, mientras en conductos con curvatura, el acceso al conducto lo llevaremos a cabo con limas K, y la preparación de este, se lleva a cabo con limas K – flexofile. (Leonardo 2005).

Existe una amplia gama de técnicas de preparación manual en la actualidad, las más descritas son Stepback y Stepdown. La técnica de StepBack, conocida también

como telescópica, se describe con la preparación de la zona apical con instrumentos pequeños. Se conforma el conducto mediante retrocesos progresivos a partir de la longitud de trabajo, cada cambio de lima debemos disminuir en 1mm la longitud de trabajo aumentando el tamaño de esta, así se evita que instrumentos menos flexibles creen escalones en la zona apical (Cohen & Hargreaves, 2008).

En cambio la técnica de Stepdown utiliza limas de amplio tamaño en la zona coronal, y va progresando hacia apical disminuyendo su dimensión. El principal objetivo es la reducción de la contaminación apical con restos necróticos y la transportación del conducto, debido a que existe menos fricción y un mejor control del instrumento, siendo menos probable que se comprima la zona apical. (Hulsmann et al, 2005).

Al pasar el tiempo varias modificaciones de las técnicas han sido propuestas, realizando un híbrido entre Stepback y Stepdown. El Crowndown se utiliza para lograr el acceso radicular, con el fin de tener una entrada amplia, así obtenemos un mejor control del instrumental. Además permite una irrigación abundante. Consecutivamente se instrumenta el tercio apical con una técnica Stepback. De esta forma se asegura el mantenimiento del contorno del conducto sin provocar ningún desplazamiento ni laceración del foramen apical. (Cohen & Hargreaves, 2008).

Sin embargo en estudios in vitro, la técnica de Fuerzas Balanceadas, muestra resultados de ser la que tiene un menor grado de transportación, en comparación con las técnicas de Stepback y estandarizada. (Luiten et al, 1995)

Los propósitos de una instrumentación ideal son más fáciles de conseguir en conductos rectos, que en conductos estrechos y curvos. Una explicación para esto es que los instrumentos endodónticos (acero inoxidable) tienden a remover más dentina en la porción externa de la curvatura apical que en las paredes internas, si este efecto es muy marcado, ocurren errores de procedimiento como; formación de escalones, perforación y transportación apical o zip. Cuando esto acontece, una porción importante de las paredes del conducto no instrumentado permanece intacta, junto con la creación de un contorno irregular en el corte transversal del conducto. (Schafer & Dammaschke, 2009).

3.- Transportación

Durante la conformación y preparación del conducto radicular existen una serie de problemas y dificultades para lograr el éxito del tratamiento, estas se deben a numerosos factores, tanto del clínico, como de los materiales y técnicas a utilizar.

Cuando nos vemos enfrentados a una anatomía radicular compleja, conductos con curvatura, es esencial que el profesional tenga las competencias necesarias, tanto teóricas como prácticas del tratamiento a efectuar. Dentro de estas complicaciones vamos a encontrar la transportación apical, este es un fenómeno que ocurre principalmente en conductos con curvatura. Según el Glosario de términos endodónticos de la asociación americana de endodoncistas, (American Association of Endodontists 2003), la transportación apical consiste en la eliminación de la estructura de la pared del canal en la curva exterior, en la mitad apical del conducto, debido a la tendencia de los instrumentos para preparar en forma recta. Asimismo esto va a provocar no solamente la rectificación del conducto, si no que en caso de curvaturas más acentuadas va a producir la formación de escalones, y un alto riesgo de perforaciones (Guelzow et al, 2005).

Como resultado de esta asimetría, por remoción de material durante la conformación, el eje longitudinal de los conductos radiculares curvos serán desplazados, independiente del instrumento utilizado y su aleación, el ángulo de curvatura disminuye, dando lugar a enderezamientos de la curvatura original (Peters, 2004).

Con esto encontraremos una zona apical que es sobre preparada hacia la convexidad del conducto afectando la pared externa de este. Mientras que hacia coronal, la pared interna del conducto, será eliminada más cantidad de dentina en la concavidad, provocando el transporte del conducto, y en consecuencia disminuyendo los grados de curvatura, provocando que el conducto instrumentado se rectifique. Por otro lado no solo encontraremos sobre preparación del conducto radicular en los lugares mencionado, asimismo la preparación radicular tendrá zonas donde existirá una limpieza y remoción de dentina insuficiente. (Schafer & Dammaschke, 2009).

Estudios Histológicos de cortes de dientes preparados endodónticamente, analizados por microscopía electrónica demuestra esta insuficiencia de limpieza y conformación. (Hulsmann et al, 2005) Además se señala que un 35% de la superficie interna del conducto queda intacta luego de una limpieza y conformación de este. (Schafer & Dammaschke 2009)

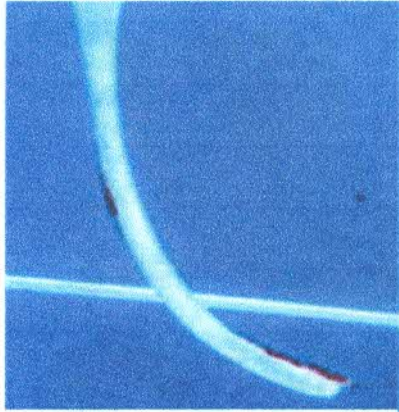


Figura 2: Bloque de resina que simula un canal luego de ser preparado, mostrando el patrón característico de la transportación. En rojo indica las zonas en que la remoción de dentina fue insuficiente (Schafer et al, 2009)

Como secuela de la asimétrica preparación de un conducto transportado, vamos a encontrar una serie de daños al foramen apical y a las estructuras contiguas, debido al exceso de preparación.

De esta forma vamos a tener una pérdida de un tope apical lo que conlleva a que los tejidos periapicales tiendan a irritarse debido a desechos, detritus, irrigantes, o el material de obturación que son llevados a esta zona. (Schafer et al, 2009).

Dentro de las consecuencias de la transportación apical, vamos a encontrar en la anatomía interna del conducto una serie de efectos no deseados como:

Formación de ZIP: Este fenómeno ocurre cuando un canal es transportado, debido principalmente a la rotación de instrumentos dentro de conductos curvos, adoptando en ocasiones una forma elíptica en el extremo apical. (Forma de gota), debido a la rectificación del canal. También se describe como en forma de silueta femenina (Wu et al 2000).

Formación de codo (elbow): Íntimamente relacionado con la formación del Zip, ocurre debido a la sobreinstrumentación a expensas de la pared externa del conducto, en la zona apical, provocando un "codo" en la pared interna, estrechándose el conducto, este angostamiento, puede poner en peligro la limpieza y la obturación de la parte apical del conducto radicular (Weine F. 1875 citado por Hülsmann et al, 2005).

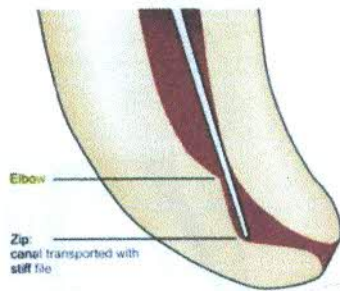


Figura3: Conducto con transportación apical, debido al uso de instrumentos rígidos, limas sin precurvar, acumulación de detritus, etc. Provocan Zip en la zona más apical, y un codo (Elbow) hacia coronal. (Garg & Garg, 2007)

Perforación: Comunicación del conducto con el medio interno, provocado por instrumentos con puntas afiladas, de corte entre otras. Existen tres tipos de perforaciones según la zona del conducto; Perforación apical, ocurre en la apertura cameral o en la búsqueda de los conductos; Perforación zona media, ocurre normalmente en conductos curvos, debido a la rectificación del conducto, debilitando la pared interna; Perforación apical, el instrumento atraviesa hacia los tejidos perirradiculares en las cercanías del foramen.

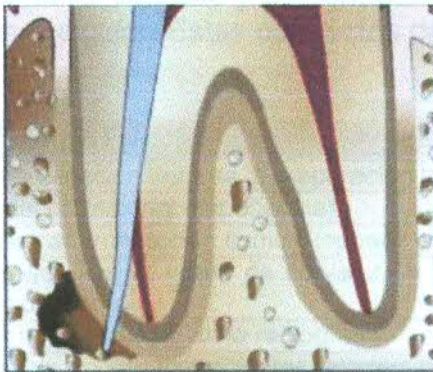


Figura 4: Perforación apical causada por la utilización de instrumentos rígidos en conductos curvos. (Garg & Garg, 2007)

Strip perforation: Corresponde a la sobre preparación en la parte interna de la curvatura en la mitad o el tercio coronal del conducto, produciéndose en esta pared un desgaste excesivo de dentina, como consecuencia esta queda muy debilitada, o simplemente se origina una comunicación entre el sistema de conductos radiculares y el ligamento periodontal. Se encuentran principalmente en las raíces mesiales de molares inferiores y se denomina como "zona de peligro." En la práctica podemos reconocer una perforación lateral fácilmente, debido a la súbita aparición de hemorragia, en un canal seco, o una queja repentina por parte del paciente.

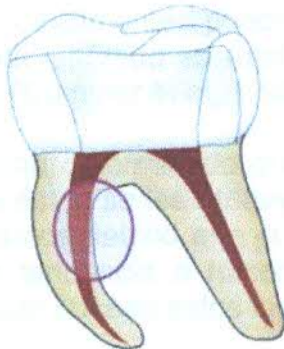


Figura 3: La mayor frecuencia de stripping, se da en la pared interna de la curvatura. (Garg & Garg, 2007)

Ledging: Escalón localizado en el centro de los conductos radiculares en forma de plataforma (anaquel), Cuando la longitud de trabajo ya no puede ser alcanzada y la dirección original del canal de la raíz se ha desviado.

La transportación es inherente a la preparación biomecánica, es aquí donde el operador juega un rol protagonista en el tratamiento endodóntico, debido a que existen conductas de riesgo en la preparación de conductos, donde se favorecerá el riesgo de posibles transportaciones, y los efectos colaterales que llevan como perforaciones, hombros, rectificaciones entre otras. Aquí el profesional va a tender a minimizarlas para lograr una mejor limpieza y conformación con el objetivo de finalmente lograr una buena obturación radicular. Estas conductas riesgosas se mostrarán en la siguiente tabla.

Conductas de Riesgo
Insuficiente irrigación durante la preparación biomecánica.
Factores del profesional (experiencia).
Técnica de instrumentación como Stepback y estandarizada.
Cuanto mayor sea el grado de curvatura y menor el radio de curvatura, mayor será el riesgo de transporte del canal.
Curvatura no observable en la radiografía.
Cavidades de acceso insuficientes, inadecuada orientación de los instrumentos por las paredes del conducto
Aleación y características del diseño del instrumental, instrumentos con punta activa. Instrumentos no flexibles en curvas severas, forzar el instrumento en el conducto radicular

Tabla II: Conductas asociadas a un incremento del riesgo de transportación apical. (Saunders, 2005).

Según estudios que relacionan el grado de curvatura con el radio afirman que cuanto mayor sea el grado de curvatura y más pequeño es el radio de curvatura, mayor es el riesgo de transporte del canal (Rudle C. en Cohen & Burns, 2002), mientras que

otro estudio señala que conductos radiculares con un ángulo grande y un radio pequeño difícilmente puede ser ampliado sin transporte, independiente si el instrumental utilizado es rotatorio de níquel-titanio o instrumentos de acero inoxidable manuales (Dummer et al, 1998).

Se ha determinado que instrumentos rectos en conductos curvos aseguran el fracaso, a éstos se les atribuyen la formación de escalones, perforaciones y la fractura de los mismos debido a la curvatura de los conductos. Cada lima de acero inoxidable tiene una tendencia a hacer rectos los conductos curvos, debido a la tendencia a rectificar que poseen estos instrumentos.

Escariadores de acero inoxidables, utilizados con técnica de escariado, provocan un transporte o enderezamiento del canal, especialmente en los canales con secciones transversales ovoides. (Schäfer et al, 1995)

También se hallaron transporte de conductos curvos utilizando limas K de acero inoxidable con una acción de rotación en combinación con un movimiento de limado (Schäfer et al, 1995) lo mismo ocurre con las limas H, con técnica de limado, provoca un desgaste excesivo de la pared externa provocando transporte del conducto y perforaciones. (Lam et al, 1999)

Nueva evidencia sobre los instrumentos ideales para realizar las preparaciones en conductos curvos, identifican varias cualidades que debe tener el instrumento a utilizar, tales como, puntas no activas, disminuyendo el ángulo de transición de esta punta, incorporación de un plano guía, debido a que estas cualidades ayudarán a disminuir la transportación del conducto, y remueven mayor dentina en la pared interna del conducto radicular en la zona apical, manteniendo la curvatura independiente de la aleación utilizada sea acero inoxidable o níquel-titanio, (De Leon Del Bello et al, 2003) sin embargo los instrumentos de níquel-titanio ejercen fuerzas muy inferiores en las paredes del conducto radicular en comparación con los instrumentos de acero inoxidable provocando una menor transportación (Hülsmann et al, 2005). Hay pruebas de que los instrumentos de níquel titanio manuales causan menos desviación de la curvatura original que sus homólogos de acero inoxidable cuando se utiliza en los canales radiculares curvos (Song et al, 2004). Otros autores señalan que la diferencia entre los instrumentos níquel titanio y de acero inoxidable, es mínima en la transportación que provocan, pero en los instrumentos de acero inoxidable se acentúa esta transportación sobre la lima #30, debido a que al aumentar el tamaño del instrumento, también aumenta su rigidez.

3.1 Relación entre Transportación y Sellado Endodóntico.

El sello hermético del conducto es el gran desafío en la obturación radicular, encontrándonos en ocasiones con ciertos factores que van a afectar el resultado óptimo. La transportación es uno de estos factores, se ha encontrado evidencia estadísticamente significativa sobre el efecto que tiene en el sellado apical, luego de la preparación biomecánica, la transportación del conducto en dientes curvos, ocurre en un 87%. Concluyendo que la existencia de este factor influye en forma negativa en el sellado apical en dientes curvos, obturados mediante una técnica de condensación lateral. (Wu et al, 2000a). Por otro lado dientes obturados que presentan una mínima o nula transportación la microinfiltración es casi nula. No existe más evidencia que se refiera a la influencia de la transportación en la capacidad de sellado y microinfiltración de los cementos endodónticos, por lo que es uno de los objetivos de este estudio.

4. Obturación Radicular

La obturación radicular es la etapa del tratamiento endodóntico que, a través de diversas técnicas, permite ocupar todo el conducto previamente tallado y limpiado.

Los objetivos principales en la obturación del conducto radicular son impedir el paso hacia el conducto de fluidos de la cavidad oral, de exudados provenientes del periapice, detener el desarrollo de microorganismos al interior del conducto. Gracias a esto vamos a preservar la estructura dentaria a lo largo del tiempo luego de un tratamiento endodóntico.

4.1- Material obturador

Las propiedades biológicas que debe cumplir un material obturador son:

Propiedades del material ideal para obturación	
1.	Fácil manipulación y tiempo de trabajo
2.	Dimensionalmente estable en el tiempo
3.	Debe adaptarse a la compleja anatomía interna, tanto en conductos laterales y en sentido apical
4.	No causar irritación de los tejidos periapicales
5.	Impermeable a la humedad y no debe tener porosidades.
6.	No debe verse afectado por los fluidos titulares.
7.	Inhibir el crecimiento bacteriano
8.	Radiopaco
9.	No debe teñir la estructura dental.
10.	Esteril
11.	Debe ser fácil de retirar del conducto, en caso que sea necesario

Tabla III: Propiedades ideales (Grossman 1988, Cohens 2008)

4.2- Gutapercha

Material de obturación con mayor utilización clínica en la actualidad, es un isómero trans del poliisopreno presente en dos formas alfa y beta. Este material inicialmente se encuentra en una fase beta, de característica sólida compactable dentro del conducto, mientras que al aplicar calor, este cambia a la fase alfa, adquiriendo propiedad flexible y viscosa, que al aplicar presión fluye a través de la anatomía interna del diente.

Además existen una variedad de materiales, como pastas de distintos componentes, conos elaborados por distintos materiales, algunos en desuso como los conos de plata.

4.3- Técnicas de obturación.

4.3.1.- Técnica de condensación lateral.

Esta técnica tiene una eficacia comprobada universalmente, debido a su sencillez y gran control del límite apical. Es indicada en la mayoría de los casos de obturación radicular, por lo que se utiliza como patrón para comparar las nuevas técnicas de condensación (Cohen & Heargraves, 2008)

En resumen esta técnica se utiliza un cono de gutapercha en frío calibrado con el mismo diámetro de la MAF a la longitud de trabajo. Luego de verificar que esta longitud esté correcta, se introduce el cemento sellador, seguido de esto se coloca el cono; con un espaciador se realizan movimientos de compactación lateral, con la finalidad de dar espacio a la introducción de conos accesorios.

4.3.2.- Técnica de condensación capilar.

Esta técnica es descrita por D. Kossev en (Kossev & Stefanov, 2009), desarrollada para cementos selladores cuyas cualidades son lograr una gran capacidad de unión con la estructura dentaria y proporcionar un sello hermético, cómo son los cementos en base a MTA y en base a biocerámicas.

Primero es necesario crear un reservorio en la zona coronal de la preparación, el reservorio coronal se forma mediante el uso de fresas Gates Glidden, con la misma técnica que se realiza el acceso radicular.

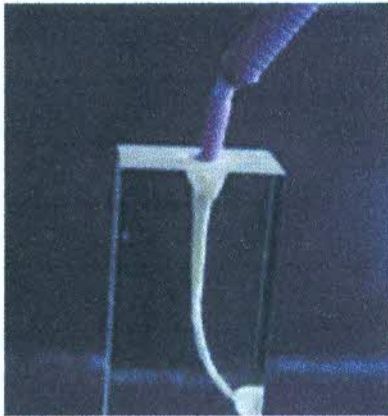


Fig. 6: Aplicación del cemento en el Reservorio coronal mediante las puntas de aplicación en un canal radicular simulado. (Kossev & Stefanov 2009)



Fig. 7: Condensación capilar, condensador introducido a LT menos 1 mm. (Kossev % Stefanov 2009)

Aquí será aplicado el material llenando completamente el reservorio, a través de unas puntas que vienen incluidas en el set. Luego la condensación del cemento se lleva a cabo con un condensador, que debe cumplir las siguientes características; estar calibrado a 1mm. de la longitud de trabajo (LT); además debe de entrar libremente en el conducto, por lo que su elección es fundamental en el éxito. Debe ser un número menor que la MAF cuando es un conducto recto, y dos o tres números menor en curvos. La técnica de condensación capilar se describe, introduciendo lentamente el instrumento y retirándolo, sin que salga del reservorio coronal, con el condensador en el interior del canal hacia una pared del conducto y hacia apical con movimientos lentos y amplios, entre 10 y 12 movimientos de entrada y salida bastarían para lograr un buen llenado de la zona apical. En último lugar viene la inserción del cono de gutapercha, debe ser del mismo tamaño del condensador elegido y calibrado al igual que este a 1mm. menos que la LT. Se debe insertar lentamente con movimientos de entrada y salida. La inserción del cono además cumple con las siguientes funciones que se mostraran a continuación:

1. Terminar la condensación del sellador en el interior del conducto radicular y el cemento logra una capa de cemento uniforme a lo largo del canal.
2. Eliminar las burbujas de aire que están todavía atrapadas dentro del conducto.
3. Crear un espacio flexible en el interior del canal para dar cabida a la tensión creada por la expansión de los selladores de cerámica durante su endurecimiento. Se estima una importante expansión de 0,20 por ciento de este tipo de selladores

5.- Cementos Selladores

La microinfiltración entre la obturación radicular y las paredes del conducto radicular pueden afectar adversamente los resultados del tratamiento. Debido a esto, es esencial lograr un sistema de sellado completo del conducto radicular, ocupar toda la tridimensionalidad del conducto. Con una pulcra limpieza y adecuada preparación del conducto radicular, lo cual es un punto crítico para la prevención de una reinfección (Wei et al, 2009)

Un cemento sellador ideal debe poseer ciertas características básicas para lograr su adecuada función. Grossman enumeró 11 requisitos que debe tener un buen cemento de conductos radiculares: (Ingle et al, 2004)

1. Debe ser adherente cuando se mezcle, para proporcionar una buena adhesión entre el material obturador y la pared dentinaria.
2. Lograr un sello hermético.
3. Debe ser radiopaco.
4. Las partículas del material deben ser finas para poder lograr un mezclado fácil con el líquido y fácil manipulación.
5. No debe experimentar contracción al fraguar.
6. Ser bacteriostático.
7. No manchar la estructura dentinaria.
8. Debe ser bien tolerado por los tejidos, es decir que no sea irritante para los tejidos periapicales.
9. Ser insoluble en los líquidos bucales.
10. Debe fraguar con lentitud.
11. Debe ser soluble en un solvente común, por si fuese necesario retirarlo del conducto.

Además se puede agregar a es estos requisitos:

1. No debe provocar una reacción inmunitaria en los tejidos periapicales.
2. No debe ser mutagénico ni carcinogénico." (Ingle et al. 2004: 588)

En el presente estudio se utilizarán dos cementos selladores, los cuales se describirán a continuación.

5.1.- IRoot SP

Corresponde a un nuevo cemento sellador en base a biocerámica, llamado IRoot SP (Innovative BioCreamix Inc, Vancouver, Canadá). Las biocerámicas corresponden a materiales inorgánicos, no metálicos, con enlaces iónicos o iónicos-covalentes, conformado a partir de un polvo en el que la consolidación se realiza a través de sinterización, y que son modificadas con compuestos de fosfato y calcio o también llamados fosfocalcicos, con la finalidad de otorgar la propiedad de biocompatibilidad, debido a presentar compuestos que se encuentran de forma normal en los tejidos duros del organismo humano.



Figura 8: Cemento iRoot SP

De acuerdo a la información entregada por el fabricante, este cemento posee características muy particulares e innovadoras. Se puede destacar que es un cemento que viene premezclado, listo para ser inyectado con un sistema hidráulico, es insoluble, radiopaco, no experimenta contracción al endurecer, presenta excelentes propiedades químicas, biocompatible, no tóxico y presenta una adecuada manipulación. Las indicaciones clínicas que posee este producto son; ser empleado tanto en biopulpectomías como necropulpectomías, perforaciones y obturaciones a retro en cirugía apical. En relación a la técnica de obturación, puede ser usado en técnicas de condensación lateral, como único, vertical, y además se describe que puede ser usado sin conos de gutapercha. (Verio Dental Co. 2008)

La resistencia adhesiva es una característica importante que debe poseer cualquier cemento endodóntico. Asociado a esta resistencia está el tamaño de sus partículas, encontrando que en el cemento IRoot SP estas son extremadamente pequeñas, lo cual facilita que el material pueda fluir fácilmente dentro de los túbulos dentinarios y conductos laterales del conducto radicular.

En investigaciones se evaluó la resistencia adhesiva que posee este cemento, comparándolo con otros presentes en el mercado. Se encontró que IRoot SP, y AH

Plus (cemento de resina), presentan significativamente mayor fuerza y resistencia adhesiva al compararlos con Sealapex (cemento en base a Hidróxido de Calcio) y Endo REZ (constituid en base a resina). Al mismo tiempo no se encontraron diferencias entre IRoot SP y AH Plus (Ersahan & Aydin, 2010).

El hecho de que este material presente resultados muy favorables en cuanto a la resistencia adhesiva, nos entrega información muy importante, en cuanto a la capacidad de sellado que posee el cemento. Esta importante cualidad que debe tener cualquier cemento endodóntico, está directamente relacionada con la composición química del material, ya que determinará el tipo de unión que experimente con las paredes dentinarias del conducto radicular. IRoot SP, ha mostrado que la habilidad de sellado apical equivale a la del AH Plus, y la alta fuerza de unión dentinaria que posee este material, puede ser explicada por su composición en base de silicato de calcio, el cual usa la humedad presente de forma natural en los túbulos dentinarios para iniciar y completar la reacción de fraguado (Ersahan & Aydin, 2010), ya que la humedad de los túbulos dentinarios, es necesaria para facilitar la reacción de hidratación de las moléculas de silicato de calcio, y así producir silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio. En relación a lo anteriormente mencionado, la composición química del sellador IRoot SP, nos entrega una evidencia que puede justificar sus excelentes propiedades, ya que de acuerdo a las indicaciones del fabricante, además de poseer silicatos de calcio, presenta entre otros componentes; óxidos de zirconio, fosfato de calcio, hidróxido de calcio, agentes de relleno y espesantes. (Verio Dental Co, 2008).

Conclusiones similares obtuvieron Zhang et al, ya que aseveran, que la excelente capacidad de sellado que logra el cemento IRoot SP, se completa por sus componentes como silicato de calcio, fosfato de calcio y óxido de calcio, y que gracias a la humedad proveniente desde la dentina, facilita la reacción de hidratación del silicato de calcio para producir silicato de calcio hidratado e hidróxido de calcio (Zhang et al, 2009).

Un rol fundamental lo cumple el hidróxido de calcio, que reacciona parcialmente con el fosfato para formar hidroxiapatita y agua. El agua, es la responsable, de comenzar la reacción cíclica nuevamente y reacciona con silicato de calcio para producir nuevas moléculas de silicatos de calcio hidratadas e hidróxido de calcio. Los altos niveles de lechada de calcio podrían justificar la biocompatibilidad del cemento (Zhang et al, 2010).

Otra propiedad que presenta este innovador cemento es su biocompatibilidad, al entrar en contacto con los tejidos periapicales no provoca alguna reacción. IRoot SP tiene una composición similar al MTA y tiene excelentes propiedades físicas, y actividad antimicrobiana, lo cual, le confiere una biocompatibilidad excepcional. (Zhang et al, 2010).

En el estudio realizado por Zhang et al, 2010, se demostró de forma in vitro a través de la utilización de células de una línea inmortal de osteoblastos derivadas de un osteosarcoma humano, llamadas MG63, las cuales exhiben características de los osteoblastos relativamente inmaduros, que son capaces de sintetizar tejido osteoide, y

expresan proteínas específicas de la maduración celular como la fosfatasa alcalina y la osteocalcina. Los resultados mostraron que IRoot SP posee una buena biocompatibilidad con las células MG63. La explicación podría ser que este es un cemento compuesto de finas partículas hidrofílicas libres aluminio y que posee silicato de calcio. De la misma forma, otro componente importante en IRoot SP son los fosfatos de calcio, silicato de calcio, óxido de zirconio, e hidróxido de calcio, los cuales son similares a los componentes de los tejidos duros del diente.

En el mismo estudio mencionado anteriormente, se observaron múltiples reacciones, que de cierta forma confirman el gran potencial biocompatible que presenta IRoot SP, se estudió la expresión de algunos genes que son importantes en la producción de los componentes de los tejidos duros; se observó la expresión de colágeno tipo I por las células MG63, que se vio aumentado en el grupo tratado con IRoot SP en comparación con el AH Plus, al igual que la expresión del gen COL1, que es esencial para la producción de componentes de la matriz extracelular, que constituyen aproximadamente el 90% de la matriz orgánica del hueso maduro, el cual, se encontró aumentado en el grupo tratado con IRoot SP (Zhang et al, 2010).

Otro gen importante estudiado, fue el OCN, que regula la síntesis de una importante proteína no colágena que se encuentran en los huesos y en la dentina, que juega un papel en la regulación de iones de calcio y en la mineralización de la homeostasis. El grupo tratado con IRoot SP tuvo una mayor expresión de las OCN en comparación con AH Plus de tratamiento y del grupo control en los días 3 y 6, y el incremento en la expresión, en el tiempo de cultivo, aumentó significativamente (Zhang et al, 2010).

La expresión del gen BSP es altamente específico para los tejidos mineralizantes, incluyendo el hueso, la mineralización del cartílago, dentina y cemento. En la matriz del hueso mineralizado, la mayor concentración en la expresión del gen BSP se encuentra en áreas en las que los huesos producen síntesis y remodelado óseo. En este estudio, la expresión del gen BSP por las células MG63 después del día 1 era evidente. El grupo tratado con IRoot SP mostró un nivel más alto de expresión del gen BSP, en comparación con los grupos tratados con AH Plus y con el grupo control a los 6 días. (Zhang et al, 2010)

En el estudio realizado por Wei et al, 2009, donde se comparó la infiltración apical que se producía entre los cementos selladores IRoot SP y AH Plus, específica que IRoot SP, presenta grandes beneficios y ventajas en comparación a otros cementos, se destaca que presenta un tiempo de endurecimiento acordado alrededor de las cuatro horas de acuerdo a ISO 6876:2001; no requiere ser mezclado, no requiere calor para su endurecimiento, además presenta una unión química lo que genera una excelente adhesión al conducto dentinario, y lo que es aún más relevante, es que posee una composición muy similar al MTA, como ya se comentó en un estudio mencionado anteriormente. Los resultados de este estudio, demostraron que AH Plus tuvo poca adaptación entre el sellador y la gutapercha, en comparación con IRoot SP, el cual obtuvo buena adaptación a la gutapercha. Estos resultados fueron obtenidos a través

de imágenes obtenidas por microscopía electrónica. En la misma investigación, también se logró concluir que IRoot SP presenta un tiempo de endurecimiento que depende directamente de la presencia de humedad en el interior del conducto. El aumento de humedad se requiere para que la reacción de fraguado pueda ocurrir, la cual llega al canal a través de los túbulos dentinarios, lo cual podría ser un motivo más, que justifique la excelente capacidad selladora de este nuevo material. (Wei et al, 2009).

En el estudio anteriormente comentado se comparó IRoot SP utilizando diferentes técnicas de obturación, en la técnica de cono único, se aprecia que el cemento ocupa un volumen relativamente alto en relación al volumen del cono, y esta relación puede promover la formación de un espacio que reduzca la habilidad de sellador. Sin embargo, el concepto de la técnica de cono único fue ampliamente revisada en este estudio, y de esta forma se logró que el volumen del sellador usado en la técnica de cono único fuera mínimo, porque los conos de gutapercha fueron estrictamente calibrados a la preparación. Finalmente lograron establecer que, gracias al desarrollo de este nuevo material obturador, la técnica de cono único permitió realizar una comparación del comportamiento bajo condiciones relativamente estandarizadas. Los resultados encontrados, demostraron que no existían diferencias en la habilidad de sellado de los conductos radiculares entre IRoot SP, a pesar de usar la técnica de cono único, y AH Plus usando la técnica de condensación de onda continua, la cual reduce ampliamente la posibilidad de que queden espacios sin sellador. Las razones posibles para los resultados podrían ser que IRoot SP está basado en el silicato de calcio en su composición, el cual no se contrajo durante el asentamiento y endureció en presencia de agua. (Wei et al.2009).

Otra propiedad fundamentalmente que debe tener el cemento sellador es la capacidad antibacteriana, o por lo menos que no propicie la formación de microorganismos. (Ingle et al, 2004).

Sin embargo, es sabido que es muy difícil eliminar completamente los microorganismos desde el sistema de conductos radiculares en todos los casos. Por lo tanto, el uso de materiales con actividad antibacteriana para la obturación de los conductos, es considerado beneficiosos, en el esfuerzo para reducir en el futuro los microorganismos restantes y a erradicar la infección. (Zhang et al 2009)

En el estudio realizado por Zhang et al, 2009 se comprobó la eficacia antibacteriana de siete selladores endodónticos, AH Plus, Apexit Plus, IRoot SP, Tubli Seal, Sealapex, Epiphany SE, and EndoRez contra *Enterococcus Faecalis* en un estudio en vitro. De todos los ejemplares, Apexit plus tuvo la menor actividad antimicrobiana. IRoot SP, AH Plus, y Endorez eliminaron efectivamente a *E. faecalis*.

El efecto antibacteriano del IRoot SP se podría explicar por el alto pH que presenta, también por su capacidad hidrofílica y además la difusión del hidróxido de calcio que se produce. Otro aspecto importante, que se obtuvo en los resultados, es que después de un minuto de endurecido, IRoot SP redujo significativamente el número

de bacterias durante los dos primeros minutos de contacto y todas las bacterias fueron eliminadas después de 20 minutos. (Zhang et al 2009)

5.2.- Sellador AH Plus:

AH Plus es un cemento sellador basado en una resina amino-epóxica, es decir, un polímero termoestable, cuya composición destacan resina epoxi, tungstenato de calcio, óxido de zirconio, aerosil, óxido de hierro / amina adamantada, NN-dibencil-5oxanonano-diamina-1,9,TDC-diamina y aceite de silicona, tratándose de una versión pasta/pasta mejorada del clásico AH 26.



Figura 9: Cemento sellador AH Plus

Se ha comprobado, que AH Plus tiene valores de fluidez significativamente mayores en comparación que selladores probados como el cemento Grossman, Therma Seal, Sealer 26 y Sealer plus. Respecto a su capacidad antibacteriana se ha informado que AH Plus, es capaz de inhibir el crecimiento in vitro de diversas colonias bacterianas, tales como *S. aureus*, *E. coli*, *S. mutans* o *S. epidermidis*. (Malfaz, & Malfaz, 2009)

En otro estudio, AH Plus demostró que solo recientemente mezclado obtuvo efecto antibacteriano, mientras que después del contacto por veinte y cuatro horas y una semana no mostró efecto contra el *E. fecalis* (Zhang et al, 2009).

En relación a lo anterior, cabe destacar, que se ha descrito que los materiales endodónticos que presentan una fuerte actividad antimicrobiana, frecuentemente son mutagénicos, sobre todo aquéllos que liberan formaldehído (Zhang et al, 2009).

Con respecto a la liberación de formaldehído, lo cual se relaciona con las propiedades biológicas de biocompatibilidad del cemento, diversos autores han estudiado la cantidad de dicha sustancia liberada por AH Plus, contrastándola con otros

