



**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, rizálisis 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°.

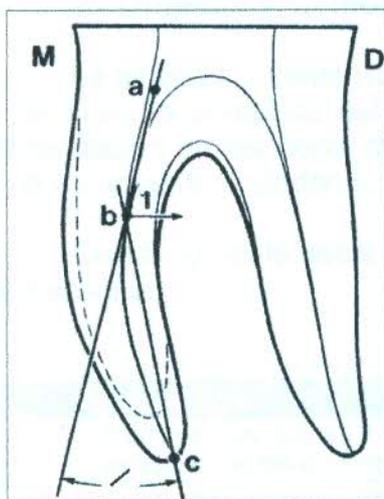


Figura 1: El método de Schneider consiste en trazar una línea tangente desde el inicio del conducto (a), hasta el punto máximo de curvatura (b) y posteriormente se debe trazar otra línea que pase por el ápice radiográfico hasta el punto de máxima curvatura (c). De esta forma, se mide el ángulo que se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

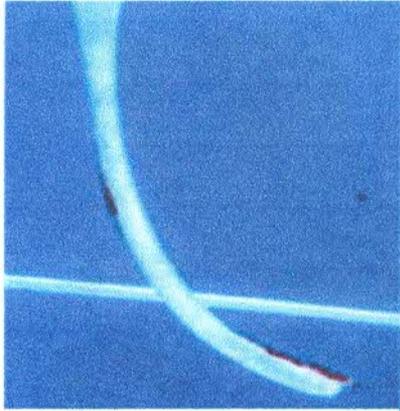


Figura 2: Bloque de resina que simula un canal luego de ser preparado, mostrando el patrón característico de la transportación. En rojo indica las zonas en que la remoción de dentina fue insuficiente (Schafer et al, 2009)

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).

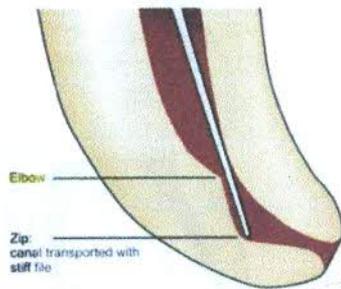


Figura3: Conducto con transportación apical, debido al uso de instrumentos rígidos, limas sin precurvar, acumulación de detritus, etc. Provocan Zip en la zona más apical, y un codo (Elbow) hacia coronal. (Garg & Garg, 2007)

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.

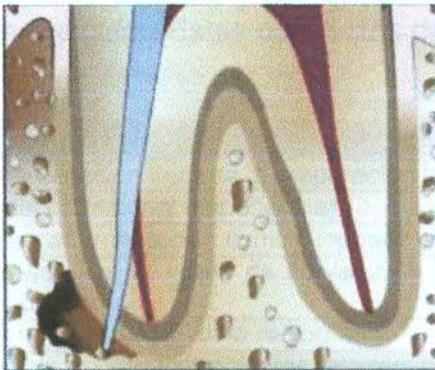


Figura 4: Perforación apical causada por la utilización de instrumentos rígidos en conductos curvos. (Garg & Garg, 2007)

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.

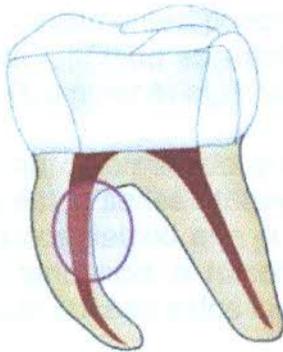


Figura 3: La mayor frecuencia de stripping, se da en la pared interna de la curvatura. (Garg & Garg, 2007)

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 disminuyen 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.

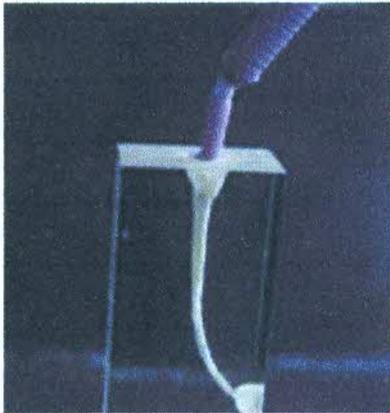


Fig. 6: Aplicación del cemento en el Reservorio coronal mediante las puntas de aplicación en un canal radicular simulado. (Kossev & Stefanov 2009)

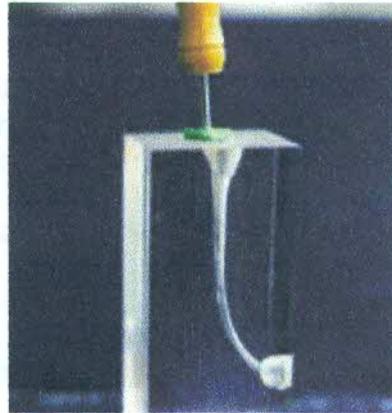


Fig. 7: Condensación capilar, condensador introducido a LT menos 1 mm. (Kossev % Stefanov 2009)

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, especifica 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 comparo 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

selladores. En la revisión bibliográfica (Malfaz & Malfaz, 2009), se informa que la liberación es mínima, dato confirmado por otros estudios planteados, que hallaron que el sistema AH Plus liberaba la menor cantidad de formaldehído de tres selladores analizados (AH Plus, AH 26, y EZ Fil) con 0,00039% ppm.

Otro estudio, (Zhang et al, 2010) obtuvo resultados similares a los anteriores en donde AH Plus mostró un ligero efecto citotóxico después de las veinte y cuatro horas en la evaluación de biocompatibilidad, al exponer el cemento a células humanas in vitro. Esto podría haber sido causado por cantidades mínimas de formaldehído del sellador o por la liberación de aminas del sellador, y los componentes de la resina epoxy.

Por otro lado, existen resultados que afirman que AH Plus, no se asocia a la aparición de mutaciones, ni cáncer, causando únicamente mínimas o incluso nulas lesiones celulares, e incluso se hallaron en otros estudios planteados en esta revisión que tras la obturación del canal radicular con AH Plus, y gutapercha, no se apreciaban células inflamatorias ni áreas de necrosis.

En cuanto a la capacidad de sellado, que presenta este cemento, se ha encontrado evidencia estadísticamente significativa, que los selladores basados en resinas epoxy presentan una mayor adhesión a dentina, y entre ellos, AH Plus, presenta los valores más altos en relación a test de tracción, que se realizan para evaluar la resistencia de la fuerza adhesiva. (Malfaz & Malfaz, 2009). Resultados similares, se encontraron en el estudio (Ersahan & Aydin, 2010), en donde se afirma que el sellador AH Plus logra una fuerte adhesión a las paredes dentinarias del sistema de conductos radiculares. La justificación de la buena adhesión que presenta el cemento, como se ha determinado en los estudios mencionados anteriormente, podría obedecer a la alta fuerza de unión que se obtiene con AH Plus, y que puede ser asociada con su habilidad de reaccionar con algunos grupos aminos expuestos por el colágeno a través de enlaces covalente ente la resina y el colágeno. Además, AH Plus tiene muy baja contracción mientras endurece y también posee una larga estabilidad dimensional, lo que puede contribuir a la alta fuerza de unión que se le observa (Ersahan & Aydin, 2010).

No solo hemos encontrado resultados que avalen su gran capacidad selladora, también existe controversia en cuanto a su efectividad selladora, ya que algunos estudios revelan, que los cementos basados en hidróxido de calcio como el Sealapex, proveen significativamente mejor sellado que otros, incluyendo los basados en resina (Cobankara et al, 2006).

El AH Plus ha mostrado significativamente más infiltración cuando lo compararon con Sealapex pero esos no fueron diferencias significativas. Un problema frecuente con el uso del AH Plus, y que muchas veces genera dudas al momento de usarlo, es el hecho de eliminar o no, el barro dentinario. En las indicaciones de uso del fabricante, no se especifica que al ocupar este material se deba limpiar los conductos con algún acondicionador específico, con la finalidad de eliminar el Smear Layer. Aún así, algunos estudios como (Cobankara et al, 2006), establecen que al eliminar el Smear

Layer, desde las paredes dentinarias, que en este caso utilizan EDTA al 17%, disminuía significativamente la infiltración.

Se ha encontrado correlación positiva en cuanto al hecho de remover el Smear Layer desde las paredes del conducto radicular, ya que se ha logrado establecer que esta práctica reduce significativamente la infiltración de los conductos radiculares al obturar con AH Plus. También se establece que es muy importante para medir la infiltración, no solo medirla después del sellado si no que también durante el tiempo, porque el sellado necesita que sea duradera en el tiempo para ser efectivo clínicamente, a causa de que el Smear Layer puede desintegrarse y disolverse en el tiempo, creando un vacío entre las paredes del conducto y el sellador, lo que sin duda perjudica el sellado, aumentando así los niveles de infiltración. (Veríssimo et al, 2006)

6.- Métodos para medir Infiltración

El término de "microfiltración", se define como el paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared cavitaria y el material de restauración. Actualmente los métodos de trabajo han llegado a una discriminación tal, que ya se propone el término de "nanoinfiltración" (Wei et al, 2009).

Es fundamental, aplicar y mantener el concepto de "Odontología basada en la Evidencia", debido al gran crecimiento que ha experimentado el mercado de productos odontológicos, y en el caso de este trabajo, específicamente de materiales de obturación de conductos radiculares. Es, por esto, que todo material antes de ser utilizado, necesita previamente tener pruebas convincentes y significativas, de su comportamiento in vitro, y es así como en el caso de los cementos selladores, existen algunos mecanismos experimentales, a través de los cuales podemos comprobar su capacidad selladora.

Como se ha mencionado anteriormente, muchas son las propiedades indispensables de un material de obturación endodóntica, las cuales conllevan a mantener la salud de los tejidos periapicales a través de un correcto y hermético sellado.

La infiltración apical es considerada una causa común del fracaso de la terapia endodóntica y está influenciada por muchas variables como: las diferentes técnicas de obturación, las propiedades físicas y químicas de los selladores y la presencia o ausencia de Smear Layer. En coronal, el canal puede ser recontaminado por varios caminos y por muchos motivos, basta con un contacto entre la flora bacteriana oral y la entrada del conducto radicular, para que se produzca una contaminación y un futuro fracaso endodóntico.

Sin embargo es más frecuente que ocurra como un resultado por la pérdida de la infiltración temporal, o una inadecuada obturación endodóntica o un inadecuado sellado coronal (Veríssimo et al, 2006).

Los diferentes métodos de estudio de la microfiltración se pueden agrupar de la siguiente manera:

1. Aire a presión.
2. Estudios bacteriológicos.
3. Estudios con radioisótopos.
4. Análisis de la activación de neutrones.
5. Estudios electroquímicos.
6. Microscopio electrónico de barrido.
7. Termociclado y ciclado mecánico.
8. Microscopio electrónico de barrido.
9. Marcadores químicos.
10. Estudios de penetración de colorantes.
11. Dispositivo de infiltración de fluidos.

De los anteriores, algunos están en desuso, como los métodos con aire a presión o los estudios electroquímicos, otros, por lo sofisticado de su mecanismo no están al alcance de casi nadie o no son operativos, como ocurre con los estudios con radioisótopos o los análisis de la activación de neutrones, y algunos son muy poco específicos, como los estudios bacteriológicos. Debido a esto, los estudios de penetración de colorantes y los de infiltración de fluidos son los más utilizados por ser los más disponibles y sencillos. (Wei et al, 2009).

6.1 Uso de Tinciones

Es uno de los mecanismos más simples y ocupados, para medir el nivel de infiltración de un material obturador.

Las metodologías que usan tinciones fueron descritas hace bastante tiempo por Grossman en 1939, y principalmente usan dientes en inmersión en varios tipos de tinciones como eosina, azul de metileno, tinta negra de india, Azul brillante y otras (Veríssimo et al, 2006).

Una vez que los dientes son sumergidos en el colorante posteriormente deben seccionados longitudinalmente, transversalmente o clareados y se debe registrar la penetración que experimenta el colorante. El gran problema de esto, es que no entrega una información cualitativa, lo cual debe ser interpretado de tal forma, que se pueda cuantificar, para registrar y analizar los datos obtenidos.

Para la utilización de estos colorantes, se deben considerar algunos aspectos como: el tamaño molecular, el pH, la reactividad química, la tensión superficial, el efecto y la afinidad con los tejidos dentarios.

El tamaño molecular de las sustancias químicas de tinción que se ocupan, no deben ser muy pequeño, ya que puede alterar los resultados de penetración, debido a que serán mayores de lo que realmente penetran las bacterias. (Caviedes et al, 2006)

Una de las grandes dificultades que presentan, las técnicas de tinciones, son la sección longitudinal de los especímenes, ya que la elección al azar del corte axial y la muy baja probabilidad de que la sección pueda ser a través del punto de penetración más profundo de la tinción, puede provocar una subestimación de la infiltración y obtener datos irreales (Veríssimo et al, 2006).

Además no nos entregan analogías con la clínica y sus métodos son estáticos y no dinámicos como sucede en los tejidos in vivo; por lo tanto estos estudios no se pueden extrapolar a la realidad.

En el estudio de (Caviedes et al, 2006) se determina que el seccionamiento de especímenes no es un método adecuado, ya que no permiten desarrollar un análisis tridimensional de los dientes que son estudiados, debido a que, al realizar el seccionamiento se altera la anatomía interna del diente, y por el contrario, los métodos de clarificación sí la conservan, obteniendo así, resultados más significativos y fidedignos.

La técnica de clareamiento recomendada por Okumura en 1927, en el cual el diente se transparenta después de un proceso de desmineralización, deshidratación e inmersión en metil salicilato, proporciona una imagen tridimensional de la anatomía interna de los canales radiculares, sin la pérdida de sustancia dental, haciendo más fácil la imagen del área de la infiltración. Es una técnica simple, rápida, y realizado con sustancias bajas en toxinas y que requiere de un equipamiento complejo. Pero esta técnica puede presentar en algunos especímenes que son clareados, una desmineralización deficiente, con lo cual podría comprometerse la transparencia final del espécimen.

Otro potencial problema es que la deshidratación incompleta dejará áreas opacas en el diente, pero esto puede ser corregido por la deshidratación adicional con alcohol etílico al 100%." (Veríssimo et al, 2006).

El clareamiento no puede ser usado para medir volúmenes de infiltración, lo cual es una desventaja de esta metodología, ya que el hecho de medir volúmenes nos entrega información cuantitativa directamente.

Con lo que se refiere a las tinciones, el tamaño de partículas, el pH y la reactividad química son aspectos que afectan el grado de penetración del pigmento.

6.2.- Filtración de Fluidos

La técnica de filtración de fluidos permite evaluar la capacidad de un material para resistir la microinfiltración, cuando se somete a cambios de presión. La medición del filtrado refleja la totalidad de la filtración acumulada en la interface diente- restauración y en consecuencia, aporta información con valor cuantitativo.

En el estudio (Wei Z. et al., 2009: e79-e8215), establecen que este mecanismo, ha sido demostrado ser el método de elección en la determinación de infiltración, ya que la mayor ventaja de este método, es la habilidad de medir la infiltración sin destruir las raíces de los especímenes.

Este dispositivo, el cual mide la capacidad de sellado por medio del movimiento de una burbuja de aire dentro de un tubo de capilaridad, fue desarrollado por Pashley en 1987 y modificado por Wu et al, en 1993 para ser usados en conductos radiculares. Este consiste en un canal obturado, el cual a través de su porción coronal se conecta a un tubo con agua en su interior, y el cual se mantiene a una presión atmosférica determinada, y de la misma forma, el ápice se conecta a un tubo de capilaridad de vidrio de de una capacidad de volumen y largo, también de terminados, y de un calibre uniforme, llenados con agua.

La presión, es aplicada a través de la parte coronal, lo cual fuerza al agua a través de los espacios vacíos a lo largo del canal radicular y los resultados obtenidos serán expresados en microlitros (Verissimo et al 2006).

El método antes mencionado presenta algunas ventajas en comparación con los métodos con penetración de tinciones, ya que los ejemplares no son destruidos, por lo tanto eso permite el sellado apical y coronal pueden ser evaluados después de un largo periodo.

Además, los resultados son recolectados automáticamente, por lo tanto proporciona medidas cuantitativas y evita errores del operador; los resultados son precisos, pequeños volúmenes pueden ser recolectados; y eso sería más sensible que la penetración de fluidos en la detección de espacios vacíos a lo largo del canal.

Otro estudio, en el cual también su objetivo era medir la capacidad selladora de cementos selladores a través de la medición de infiltración, para evitar las variaciones anatómicas, y obtener estandarización para la medición de infiltración, la longitud de los especímenes fue mantenida en este estudio, y a todos los dientes, se les seccionó la corona, de tal manera que todas las raíces tuviesen la misma longitud. El diámetro del canal y la anatomía, también, fueron controlados para reducir la variabilidad del estudio, y así lograr estandarización de los especímenes (Wu et al, 1993).

Sin embargo, esta técnica, tiene algunas dificultades en cuanto a la estandarización, como la presión usada, ya que estudios que la han realizado, han ocupado rangos de 10 a 20 psi (fuerza por pulgada cuadrada), y el tiempo en rango

desde un minuto a tres horas. Esto podría alterar el resultado obtenido, ya que bajos valores de infiltración han sido encontrados, asociados con recuentos de largos periodos de tiempo, y paralelamente, valores altos se han encontrado cuando una alta presión fue usada en comparación cuando se utilizaron bajos valores presión.

De acuerdo a estudios revisados, los autores determinan que una presión de 20 psi podría ser parecer ser demasiada alta, porque corresponde a 1406 cm. H₂O de presión. Por lo tanto, lo más cercano a una presión fisiológica, estaría en valores aproximados a los 15 psi, y de esta manera ser suficiente cuando el equipamiento usado es altamente sensible. (Wu et al, 1993).

En consecuencia a lo anteriormente comentado, son varios los parámetros que podrían cambiar los resultados del test, es así como también el diámetro del capilar, que contiene la burbuja y la longitud de la burbuja podrían representar un problema al momento de usar este dispositivo. Además es muy importante medir la infiltración no solo después de la obturación, ya que medirla a través de un tiempo determinado, podría garantizar que el sellado es clínicamente efectivo. Finalmente, es importante establecer, que la utilización del dispositivo de filtración de fluidos, sólo toma en cuenta el grado de penetración de los fluidos al someterlos a presión, y no se puede medir la capacidad biológica de infiltración que poseen las bacterias, de forma como ocurre en condiciones reales, por lo tanto el método de penetración de bacterias, parece ser lo más cercano a la realidad (Caviedes, 2006).

Parámetros de comparación	Técnicas más utilizadas para medir microinfiltración		
	Infiltración de Tinciones	Clareamiento	Filtración de fluidos
Escala de medición	Medición cualitativa a través del área de penetración de pigmentos.	Medición cualitativa a través de área de infiltración de tinción en espécimen transparentado	Medición cuantitativa, a través de volúmenes de microinfiltración de los especímenes
Intervención al diente	Sección de los especímenes, a través de cortes axiales para observar la infiltración.	No hay destrucción de los especímenes, se someten a un proceso de desmineralización, y deshidratación con una consecuente transparentación.	No hay destrucción de los especímenes, son solamente preparados, y quedan indemnes, sin afectar su estructura.
Ventajas	Método simple, de bajos costos, y rápido de realizar.	-No requiere de equipamiento complejo -Se obtiene una imagen tridimensional del espécimen. -No hay destrucción	- Entrega información cuantitativa, lo que es más fácil de interpretar, ya que induce a menos errores por sesgo. - La información

		de los especímenes	<p>entregada posee relevancia clínica, debido a que se obtiene en condiciones dinámicas.</p> <p>-No hay alteración ni destrucción de los especímenes, por lo que pueden ser sometido a otras pruebas.</p> <p>- Se obtiene información a través del tiempo, lo cual posee relevancia clínica.</p>
Desventajas	<p>-Subestimación debido a que el corte puede no pasar por el sitio de penetración más profunda.</p> <p>-Las mediciones son estáticas, no son posibles de extrapolar clínicamente.</p> <p>-No hay un análisis tridimensional de los especímenes.</p> <p>-Puede afectar la penetración, el tamaño de las partículas, el PH, y la reactividad de los pigmentos utilizados.</p>	<p>-Se puede producir una desmineralización y deshidratación incompleta, pudiendo opacar al diente, imposibilitando su estudio.</p> <p>-Se obtiene Información cualitativa.</p>	<p>-Es un método sensible a la técnica.</p> <p>-Requiere de una correcta estandarización de las presiones utilizadas.</p> <p>-No entrega información de la capacidad biológica que poseen las bacterias para infiltrar.</p>

Tabla IV: Comparación de métodos para medir infiltración en dientes.

HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

1. Hipótesis:

Las obturaciones radiculares realizadas con el cemento sellador IRoot SP no presentan diferencias en cuanto a la microinfiltración, en comparación a diferentes técnicas de obturación, ni tampoco a las realizadas con el cemento sellador AH Plus.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Principal

Evaluar la capacidad de sellado que posee el cemento IRoot SP a base de biocerámica, en diferentes técnicas de obturación, y compararlo con la capacidad de sellado que otorga el cemento AH Plus de resina, en dientes rectos y curvos, que presentan transportación apical.

2.2. Objetivos Específicos

- 1.- Comparar el comportamiento de sellado en el tiempo de los cementos IRoot SP y AH Plus durante 24 horas.
- 2.- Comparar la infiltración radicular que se pueda producir en la obturación, con los cementos IRoot SP y AH Plus, en dientes rectos y curvos, que presenten transportación apical.
- 3.- Comparar la infiltración cuando se utiliza el cemento sellador IRoot SP con la técnica de condensación lateral y la técnica de condensación capilar de IRoot SP.

MATERIALES Y METODOS

1. Tipo de Estudio

El siguiente estudio, corresponde a un diseño experimental in vitro.

Universo

El tamaño del universo no se puede determinar, ya que diariamente se extraen los dientes, por lo tanto el universo es variable, y corresponderá a los dientes unirradiculares extraídos en el consultorio Nueva aurora, consultorio Eduardo Frei, y hospital Van Buren de Valparaíso durante los meses enero, febrero y marzo del año 2011.

1.1. Determinación del Tamaño de la Muestra

Se utilizó el método de análisis de la varianza a un factor fijo, y se consideró la probabilidad de error tipo II, que es $\beta = 1 - P(\text{Rechazar } H_0/H_0 \text{ es falsa})$. Para evaluar la probabilidad descrita anteriormente se utilizan las curvas características de operación. Estas curvas grafican la probabilidad de la ecuación contra un parámetro Φ , donde:

$$\Phi^2 = \frac{n \cdot D^2}{a \cdot \sigma^2}$$

Donde:

- σ^2 : Es la varianza de la variable en estudio a nivel poblacional.
- a : Es el número de grupos a evaluar.
- n : Es el tamaño de la muestra por grupo.
- D : Es la diferencia máxima entre dos tratamientos cualesquiera.

El estudio de Zhang W. et al 2009 fue utilizado para obtener los datos necesarios para el cálculo de la muestra, donde: $\sigma^2 = 0,000529 (\mu\text{L}/\text{Min})^2$, que es equivalente a $\sigma = 0,023 \mu\text{L}/\text{Min}$.

Se fijaron los siguientes valores:

- $a = 6$ grupos
- $D = 0,0351 \mu\text{L}/\text{Min}$
- $\beta = 0,2$ (Potencia del test = 80%)
- $\alpha = 0,05$ (Nivel de significancia)

Finalmente se obtuvo un total de 12 dientes por cada grupo, es decir 72 dientes en total.

1.2. Tipo de Muestreo

Muestreo no probabilístico y por conveniencia.

Asignación de los dientes a cada grupo:

Cada diente fue rotulado con un número, y luego esta muestra obtenida se dividió en 6 grupos de forma aleatoria, a través del programa Excel. M. Oficce 2007.

1.3. Selección y Preparación de la Muestra

Una vez recolectados los dientes extraídos, fueron lavados y mantenidos en suero fisiológico para evitar su deshidratación. De este total de dientes se realizó una selección basados en los criterios de inclusión y exclusión generales, con el objetivo de obtener cuerpos de muestra estandarizados, para disminuir las variables de nuestro estudio.

Posteriormente, los especímenes se limpiaron externamente con ultrasonido (Cavitron, Dentsply, EEUU). Luego se les realizó la apertura cameral correspondiente, y se determinó la longitud de trabajo de cada espécimen, lo cual será detallado más adelante. Una vez montados, se les tomó una radiografía estandarizada con la técnica del paralelismo en un equipo radiográfico digital, mediante el programa Dr. Suni (Suni Medical Imaging, Inc. San Jose, CA. USA), y se realizó la medición de la curvatura radicular según los parámetros de Schneider. A los dientes que cumplieran los rangos de inclusión según la curvatura del conducto, se les realizó una instrumentación de tal forma que se generara una transportación a nivel apical.

A continuación se detalla un esquema de la sistematización anteriormente señalada, para la obtención de nuestra muestra de trabajo.

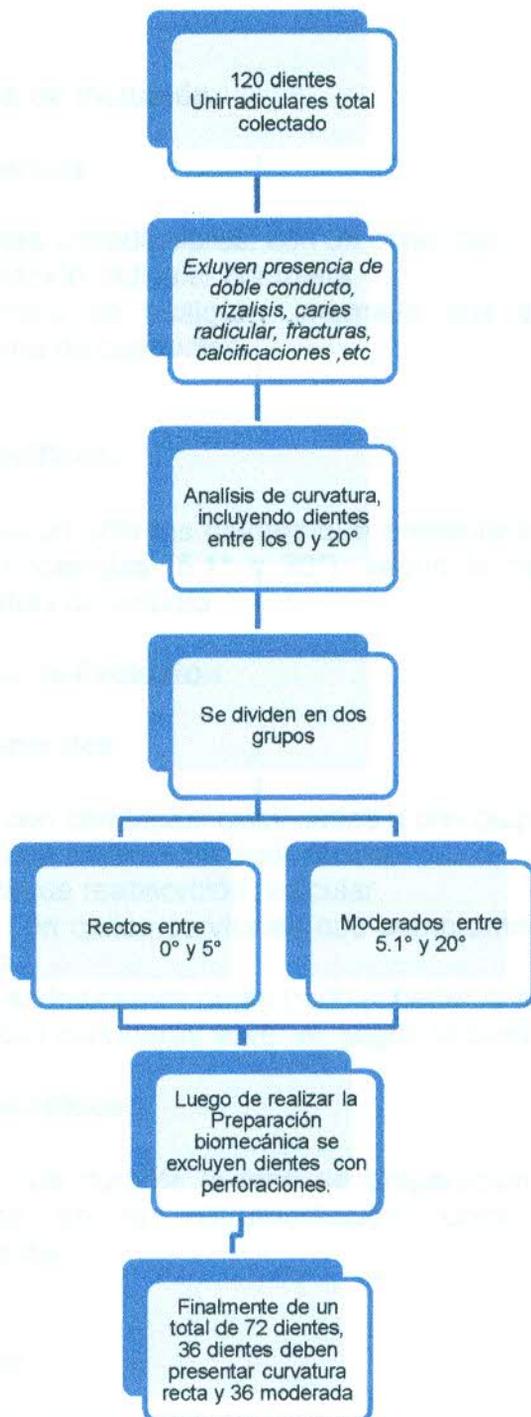


Diagrama I. Sistematización para selección de muestra.

1.4. Criterios de Inclusión

1.4.1.1. Generales:

1. Dientes uniradiculares, con un conducto.
2. Formación radicular completa.
3. Ausencia de cualquier anomalía que afecte la anatomía normal del sistema de conductos.

1.4.1.2. Específicos:

- Se ocuparon sólo los dientes que presentaran curvaturas leves (rectos) (0 a 5°) y moderadas (5.1° a 20°), según la clasificación de Schneider, en la radiografías de estudio.

1.4.2. Criterios de Exclusión

1.3.2.1. Generales:

1. Dientes con conductos calcificados o con pulpolitos.
2. Dientes con tratamiento endodóntico.
3. Presencia de reabsorción radicular.
4. Dientes con caries cervicales que comprometan la integridad de la anatomía radicular.
5. Dientes en los cuales no se pudo acceder al foramen apical.
6. Raíces con curvaturas severas, según la clasificación de Schneider.

1.3.2.2. Específicos:

- Dientes que durante la fase de preparación de la muestra sufrieron algún accidente en la instrumentación, como perforación, o fractura del instrumental.

2. Variables

2.1. Variables independientes

- Tipo de cemento sellador de conductos:
 - IRoot SP en base a biocerámicas.
 - AH Plus en base a resina.

- Tipo de técnica de obturación radicular:
 - Técnica de condensación lateral.
 - Técnica de condensación capilar con IRoot SP.
- Conductos rectos y conductos curvos
- Tiempo

2.2. Variable Dependiente

Microinfiltración Radicular.

2.3. Operalización de las Variable a Medir

Microinfiltración: Variable cuantitativa, continua.

Definición conceptual: Corresponde al paso de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la pared dentinaria y el material de obturación.

Definición operacional: Cantidad de microlitros que se infiltra un material sellador, en un período de 24 horas. Los datos se obtuvieron a través del dispositivo de filtración de fluidos y se estableció una estimación por minuto de la cantidad filtrada al final de 24 horas.

Unidad de medida: microlitros por minuto.

3. Procedimientos de Preparación de la Muestra

Previo al inicio del estudio, el operador practicó cada etapa de la metodología, con 5 dientes por cada grupo, un total de 30 dientes, para así limitar el sesgo por inexperiencia. Los dientes utilizados fueron similares a los del estudio, es decir, no correspondieron a los rechazados por los criterios de exclusión y no se incluyeron en la etapa de selección de la muestra.

3.1. Aperturas Endodónticas, Localización de conductos y Determinación de Longitud de Trabajo

Solo un operador realizó las aperturas, y la determinación de la longitud de trabajo, con la finalidad de lograr estandarización de los especímenes y evitar sesgos por calibración. La determinación de la longitud de trabajo se realizó antes de montar los dientes en cubos de acrílico.

Se utilizaron piedras de diamante redonda n° 10 con alta velocidad en esmalte en posición perpendicular a la corona del diente, con forma triangular de base incisal y vértice cervical, en caso de dientes incisales, y ovaladas en caso de caninos y premolares (Figura 10). Luego en dentina, se ocupó una fresa carbide cilíndrica n° 10 de baja velocidad en posición paralela al eje axial del diente hasta perforar el techo cameral. Una vez realizada la perforación del techo, con un instrumento lima K n° 15 maillefer (Dentsply®) se realizó la ubicación del conducto radicular. Junto con lo anterior se realizaron paralelamente irrigaciones periódicas en forma profusa con NaOCL 2.5% (Figura 11).

Posteriormente se extirparon los restos pulpares, con extractores amarillos y rojos. La eliminación del techo cameral, se realizó con fresas Endo Z maillefer (Dentsply®) con baja velocidad.

Finalmente se determinó la longitud de trabajo, introduciendo un instrumento lima K número 10 Maillefer, hasta lograr observar la punta del instrumento a nivel del foramen apical, para así después restar 1 mm a esta longitud, y establecer esta medida como nuestra longitud de trabajo, dejando registrada la longitud correspondiente de cada espécimen según su número (Figur 12).



Figura 10: Determinación LT con lima K 15

3.2. Montaje y Radiografías de Estudio

A cada diente se le aplicó una capa de cera rosada a lo largo de toda la raíz, con la finalidad de facilitar el posterior retiro desde los cubos de acrílico. Los dientes fueron montados en cubos de acrílicos Marché rosado de 2.5 x 2.5 cm, con un molde de cubos para hielo (Figura 13). Cada cubo de acrílico fue marcado con el número de cada diente, para después poder realizar la preparación biomecánica correspondiente de cada espécimen a la longitud de trabajo establecida anteriormente (Figura 14).

Luego de que los dientes fueron montados, se procedió a tomar dos radiografías digitales de estudio, de las cuales una fue desde una vista proximal o mesio-distal (Figura 15), y la otra desde una vista vestibulo-palatina o vestibulo-lingual según corresponda el diente (Figura 16). Las radiografías se tomaron a través de un estandarizador, el cual permite posicionar el tubo de los rayos X a una distancia determinada y posicionar de la misma forma la película en una posición ortoradial en relación a la dirección de los rayos, con la técnica del paralelismo. Las radiografías se efectuaron con un instrumento lima K n° 15 Maillefer (Dentsply®) a la longitud de trabajo correspondiente de cada espécimen, y con un equipo de radiografía digital (Suni Medical Imaging, Inc. San Jose, CA. USA).



Figura 11. Radiografía diente 45 vista M-D



Figura 12. Radiografía diente 45 vista V-P/L

Una vez obtenidas las radiografías digitalizadas, se analizaron en el programa Adobe Photoshop® (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA,) y se determinó el grado de curvatura que presentaron los especímenes. Luego se aplicaron los criterios de inclusión específicos que se establecieron, es decir, sólo se trabajó, con ejemplares que presentaron curvaturas leves y moderadas según la clasificación de Schneider. La clasificación para conductos rectos, debe tener entre 0° y 5° en ambas radiografías. La clasificación para conductos moderados, al menos en un sentido debe tener una curvatura entre 5.1° y 20°. Luego de realizado lo anterior, se procedió a realizar la preparación biomecánica.

3.3. Preparación Biomecánica y creación de Transportación Apical

Se utilizó la técnica Stepback para el tercio apical, y la técnica de crowdown para los dos tercios coronales con el instrumental adecuado (Figura 17).

- 1.- Apertura Cameral
- 2.- Localización de los conductos, Limas K #10 Maillefer Dentsply
- 3.- Acceso radicular, con fresas Gates Glidden #1,2,3. Calibradas a 2/3 de la LT (Figura 18).
- 4.- La instrumentación del conducto se realizó hasta la Lima Apical Maestra según el diente a utilizar en forma secuencial desde la N° 20 en adelante.

Entre cada instrumento se irrigó profusamente con NaOCl al 2.5% y al final se irrigó con suero. Posteriormente se secó el conducto con conos de papel (Figura 19). También se permeabilizó el conducto con una lima K#15.

Luego de realizada la PBM a todos los dientes con su lima MAF introducida se tomaron radiografías, con el fin de conocer el grado de transportación de cada espécimen. Mediante el programa Adobe PhotoShop (Adobe Systems Inc., San Jose, CA, USA) se analizaron las imágenes de antes y después de la preparación biomecánica, analizando los grados de transportación creada (Figura 20 y 21).

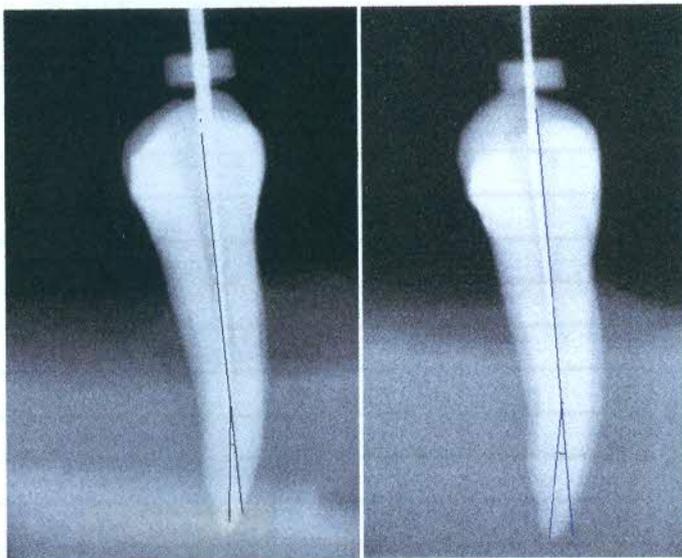


Figura 13. Diente 2 Curvatura moderada 11,6°

Figura 14. Diente 2 después de la PBM Curvatura 5.5°

Posterior al registro radiográfico, los dientes de cada grupo se almacenaron en un recipiente con suero, durante 24 hrs. previamente rotulados, con la finalidad de hidratarlos (Figura 22).

3.4. Obturación Radicular

Se realizó la agrupación dentaria según tipo de tratamiento a efectuar.

Los dientes fueron divididos en 2 grupos I y II, y cada uno de éstos tuvo 3 subgrupos de 12 dientes cada uno. El grupo I incluyó a los dientes con conductos curvos, y cada subgrupo correspondió a una técnica de obturación determinada con un sellador determinado. Lo mismo ocurrió con el grupo II, que equivale a los dientes con curvatura recta. Cada grupo tuvo un total de 36 dientes, divididos en 3 subgrupos, los cuales fueron ordenados de forma aleatoria a través del programa Excel (Oficce 2007) de la forma que se describe a continuación, con la finalidad de realizar la obturación radicular.

Paso 1	Paso 2	Paso 3		Paso 4
	1° Operador	2° Operador		1° Operador
36 dientes	aleatorización	4 grupos		Medición infiltración
1	36	A1		36
2	1	A2		1
3	19	A3		19
4	2	A4		2
5	20	A5	Subgrupo IA	20
6	3	A6	□	3
7	18	A7		18
8	21	A8		21
9	4	A9		4
10	35	A10		35
11	22	A11		22
12	17	A12		17
13	23	B1		23
14	5	B2		5
15	16	B3		16
16	24	B4		24
17	34	B5		34
18	15	B6	Subgrupo IB	15
19	25	B7		25

20	6	B8		6
21	14	B9		14
22	26	B10		26
23	33	B11		33
24	7	B12		7
25	13	C1		13
26	27	C2		27
27	10	C3		10
28	32	C4		32
29	8	C5		8
30	28	C6	Subgrupo IC	28
31	12	C7		12
32	9	C8		9
33	31	C9		31
34	29	C10		29
35	10	C11		10
36	30	C12		30

Tabla V: Tabla de agrupación dentaria según diente a tratar del Grupo I

(En el paso 1, los 36 dientes del Grupo I se numeran. En el paso 2, los aleatoriza un primer operador el, cual trabajó conociendo el número del diente para poder realizar la PBM. En el paso 3, el segundo operador, definió 3 subgrupos, de los cuales cada uno correspondía a una técnica de obturación particular, que solo él conocía. Una vez determinados los subgrupos, el mismo operador obturó cada espécimen, conociendo la MAF correspondiente de cada diente para poder calibrar el cono maestro. En el paso 4, el primer operador, que sólo conocía el número de cada diente, sin saber a que subgrupo pertenecía cada uno, ni tampoco con que técnica había sido obturado, procedió a realizar las mediciones de la microinfiltración, y luego tabular los resultados, los cuales posteriormente fueron correspondidos con el tipo de obturación con el que cada espécimen había sido tratado. Lo anteriormente descrito fue realizado con finalidad de lograr un simple ciego, además este proceso se realizó de igual forma con el grupo II)

Grupo I: Dientes con conductos con curvatura moderada.

- **Subgrupo IA:** Cemento sellador AH PLUS con técnica de condensación lateral.

Del total de 36 dientes con conductos con curvatura moderada, que se ordenaron y rotularon de forma aleatoria a través del programa Excel (Office 2007). Se eligieron los primeros 12 números arábigos que estaban ordenados de forma aleatoria,

a los cuales se les asignaron a su vez, otro sistema de marcación a través de la letra "A", acompañada por un número en orden ascendente, tal como se muestra en la tabla de agrupación dentaria.

Un primer operador trabajó conociendo el número del diente para poder realizar la PBM y obturación indicada para todo el grupo. Luego un segundo operador medirá cuantitativamente la microinfiltración del cemento, conociendo el mismo número del diente, pero sin saber a qué grupo pertenece, pues sólo el primer operador manejará la información de que número pertenece al grupo "A", para así obtener un simple ciego.

El primer operador, tabuló los resultados de la microinfiltración en una tabla en donde se corresponderá el número arábigo del diente con la letra "A" acompañada de su número respectivo.

- **Subgrupo IB:** Técnica de condensación lateral IRoot SP.

Se eligieron los siguientes doce números arábigos del total de los 36 dientes del grupo 1, que están ordenados aleatoriamente como se comentó anteriormente, a los cuales se les asignó también otro sistema de marcación a través de la letra "B", acompañada por un número en orden ascendente.

- **Subgrupo IC:** Técnica de Condensación capilar con IRoot SP.

Por último se eligieron los siguientes doce números arábigos que también estarán ordenados aleatoriamente, a los cuales se les asignará también otro sistema de marcación a través de la letra "C", acompañada por un número en orden ascendente.

Grupo II: Corresponden a 36 dientes con curvaturas de conductos moderadas según la clasificación de Schneider, el cual también contendrá 3 subgrupos, agrupados de la misma forma que el grupo I.

3.5. Técnicas de Obturación.

3.5.1.- Técnica de condensación Lateral.

- Se elige el cono maestro, calibrado según la MAF y se realiza la triple prueba en el conducto.
- Se lleva al conducto con el cemento.
- Selecciona espaciador #30 a LT-2mm y se lleva al conducto con movimientos de compactación lateral.
- Selección cono accesorio de la medida del espaciador y se lleva al conducto

- Se introduce el espaciador y se realizan nuevamente movimientos de compactación lateral. Estos pasos se repiten hasta llenar el conducto con gutapercha.
- Con un instrumento caliente se eliminara gutapercha a la altura de la cámara pulpar.

3.5.2.-Técnica de condensación capilar con IRoot SP.

- Con la jeringa se introducirá el cemento en el conducto (Figura 15).
- Selección de un condensador en que su tamaño debe ser, un número menor que la MAF en rectos y dos números menores en curvos, calibrado a LT menos 1 mm.
- Se compacta el cemento hacia una pared y el fondo con movimientos lentos y amplios, aproximadamente doce movimientos de entrada y salida (Figura 16).



Figuras 15 y 16. Obturación con IRoot SP y selección del condensador.

- Luego se inserta el cono de gutapercha, que debe ser seleccionado según el mismo tamaño que el condensador, y calibrado a LT menos 1 mm (Figura 17 y 18).



Figuras 17 y 18. Cono de GP calibrado a LT-1 y como se inserta el cono maestro.

3.6. Medición de Microinfiltración

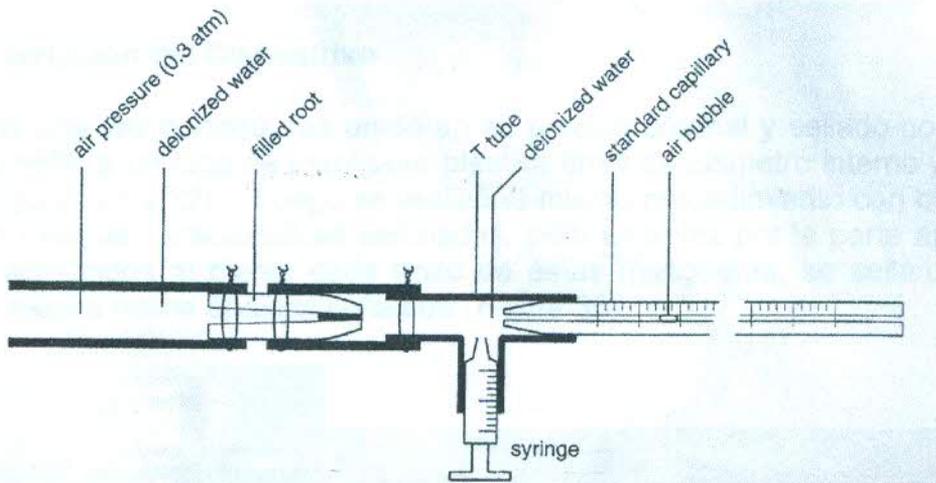


Figura 19. Dispositivo de filtración de fluidos descrito por Wu M. et al 2000

En este estudio se ocupó un dispositivo de filtración de fluidos desarrollado Pashley en 1987, y en nuestra investigación se aplicó el dispositivo que describe Wu. M. et al 2000, que posee algunas variaciones (Figura 19).



Figura 20. Porción radicular seccionada en 1cm desde el ápice.

El dispositivo se construyó en el instituto de Física de la U. Católica de Valparaíso. Los ejemplares obturados con las diferentes técnicas, fueron seccionados a una longitud de 10 mm desde el ápice radicular, con la finalidad de lograr estandarización. Luego de esto, a las raíces se les aplicó una capa de esmalte para uñas, dejando libre de este material, el forman apical, y la obturación de gutapercha, es decir la entrada del conducto radicular, con la finalidad de asegurar que las mediciones sean sólo del paso de fluidos a través de la obturación endodóntica, en caso de que se

produzca, y así evitar el paso de fluidos a través de los túbulos dentinarios (Figura 21). Luego se procedió a desobstruir los conductos con fresas Peeso 1, 2 y 3 previamente calibradas, dejando 4mm de obturación (Figura 20).

3.7. Descripción del Dispositivo

El diente una vez cortado, fue unido en su porción coronal y sellado con resina epoxica (Pegamil®), a un tubo de manguera plástica 8mm de diámetro interno y 2.5 cm de longitud (Figuras 21 y 22). Luego se realizó el mismo procedimiento con otro trozo de tubo de las mismas características señaladas, pero esta vez por la parte apical del diente. Una vez unidos al diente cada trozo de éstas mangueras, se sellaron éstas entre si con la misma resina epóxica señalada (Figura 36).



Figuras 21 y 22. Ápice dentro de los dos tubos sellados

Al momento de conectar posteriormente el sistema, éstos trozos fueron llenados de agua destilada, con la finalidad de no alterar las propiedades del cemento sellador, bajo una presión 0.3 atm. El extremo de la manguera que contiene el extremo coronal fue conectado a un tubo de 10 mm de diámetro interno y 4 cm. de largo el cual está fusionado por su extremo opuesto a un tubo principal de 10 mm de diámetro interno y 1.12 mts. de largo (Figura 23). Éste último contiene doce de éstas salidas que se conectaron a los doce dientes que se testearon por grupo, y en sus extremos se conectaron dos mangueras de 8mm de diámetro interno y 50 cm. de largo que cumplieron con la función de retorno del sistema, vaciando el agua en el recipiente (Figura 38). En el punto medio de este tubo principal se encontraba fusionado a él la entrada al sistema, la cual se conectaba a la bomba eléctrica que funciona con una corriente de 12 volts, que proporciona una presión constante de 3 Bar y que fue conectada a un transformador para permitir su conexión al sistema de voltaje normal (Figura 24).

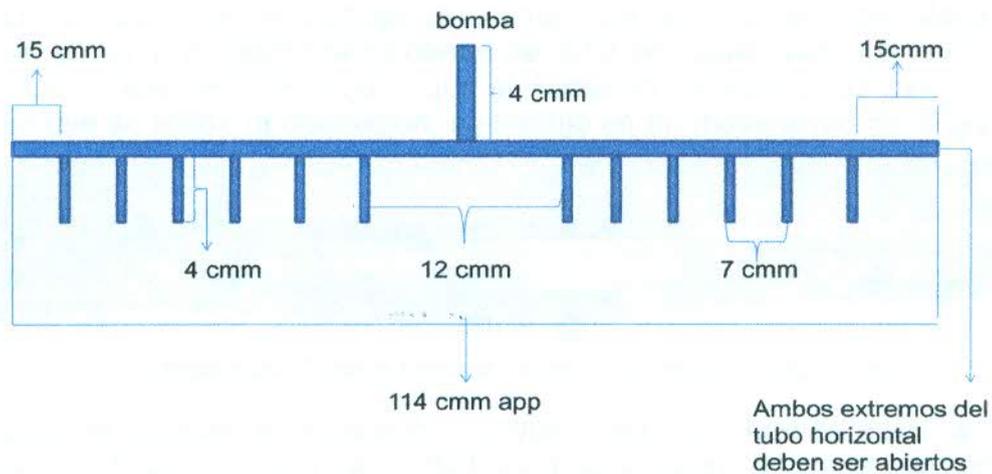


Figura 23. Diseño del dispositivo de Microinfiltración

Por otro lado, el extremo de manguera que contiene la porción apical del diente está conectado a un tubo de vidrio en forma de T, con un diámetro de 10 mm, sellado también con resina epoxica. El otro extremo horizontal, del tubo en forma de T, se conectó una pipeta de capilaridad estandarizado con un sistema de medición de volumen de 0.01ml. y de 170 mm de largo, el cual se llenará con agua destilada posteriormente. La parte vertical del tubo en forma de T, se conectó a una jeringa de 10ml. El espacio dentro del tubo en forma de T, se llenó con agua destilada a través de la jeringa, y esto formó una burbuja de aire, debido a que el tubo de capilaridad también se le aplicó agua por el extremo que no esté conectado (Figura 24).



Figura 24. De izquierda a derecha; se observa la pipeta de capilaridad unido al extremo izquierdo del tubo en forma de "T", su extremo central conectado a la jeringa y su extremo derecho a la manguera que contiene a la raíz por su extremo apical. Por último se observa que el extremo coronal de la manguera amarilla va conectado al tubo de vidrio fusionado al tubo principal, que alimenta a la vez las doce salidas.

La formación de la burbuja se produjo por el fenómeno de capilaridad, y se posicionó en un nivel determinado dentro del tubo de capilaridad, con el fin de registrar una posición inicial de la burbuja, y que al momento de realizar las mediciones, en los casos en que se infiltró la obturación, se tradujo en un movimiento de la burbuja lo que

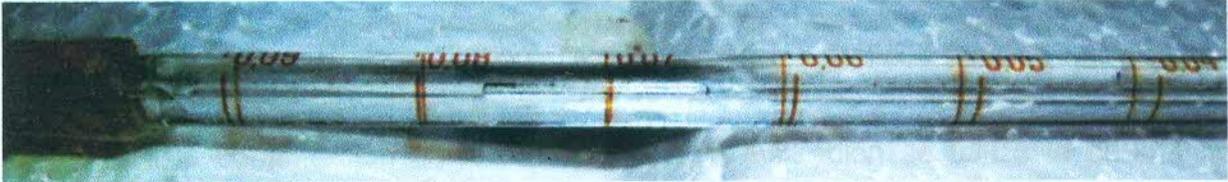


Figura 25. Burbuja formada dentro de la pipeta de capilaridad

nos entregó el volumen de infiltración, ya que la presión, que se aplicó a través de la parte coronal, forzó al agua a través de los espacios vacíos a lo largo del canal radicular (Figura 25).

Se efectuaron las mediciones de cada grupo durante 24 hrs (Figura 26).



Figura 26. Dispositivo completo

RESULTADOS

1. Análisis estadístico

Los resultados fueron analizados mediante el programa estadístico Stata SE 10.1 2009 (Statacorp, College Station, Texas, USA) y los gráficos fueron realizados en el programa Minitab 14.

Para la comparación de las mediciones de infiltración se utilizó la prueba no paramétrica de Kormogorov-Smirnov para dos muestras independientes, donde se trabaja con las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (H_0):** La distribución de frecuencias de infiltración en el grupo X es estadísticamente igual a la distribución de frecuencias de infiltración en el grupo Y.
- **Hipótesis alternativa (H_1):** La distribución de frecuencias de infiltración en el grupo X es estadísticamente diferente a la distribución de frecuencias de infiltración en el grupo Y.

Para la comparación de proporción de dientes curvos y rectos transportados se utilizó el test exacto de Fisher, donde se trabaja con:

- **Hipótesis nula (H_0):** La proporción de transportación en dientes curvos es estadísticamente igual a la proporción de transportación en dientes rectos.
- **Hipótesis alternativa (H_1):** La proporción de transportación en dientes curvos es estadísticamente diferente a la proporción de transportación en dientes rectos.
- **P- valor < 0,05 (nivel de significancia):** Es una regla de decisión que indica evidencia estadística de que la hipótesis nula no se estaría cumpliendo.

2. Transportación

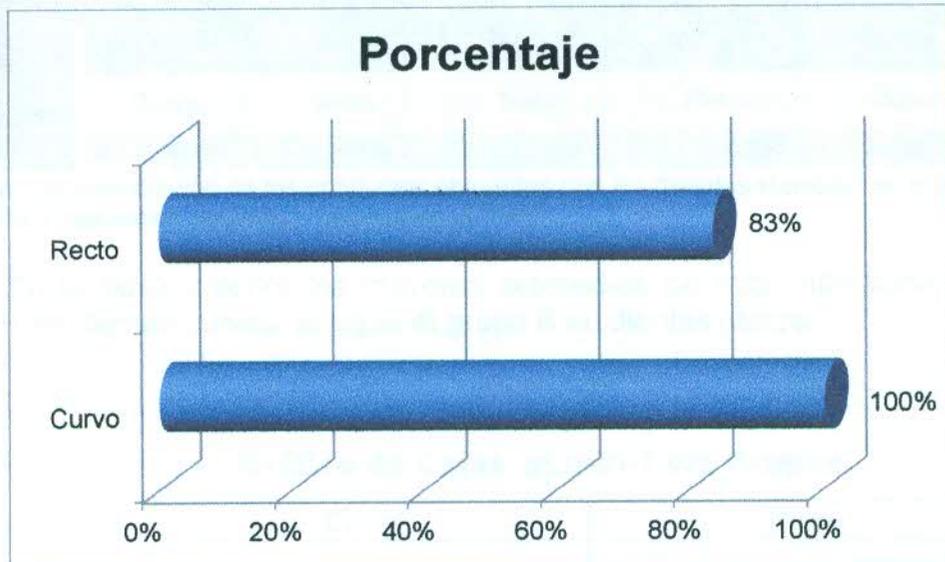


Gráfico I. Porcentaje de transportación que presentaron dientes rectos y curvos.

En el Gráfico I, el porcentaje de transportación en dientes rectos fue del 83%, mientras que en los curvos fue del 100%, encontrándose que esta diferencia de transportación en los grupos es estadísticamente significativa. (Test exacto de Fisher: P-Valor= 0,025)

3. Microinfiltración

Grupo Tiempo	AH Plus condensación lateral (A)		IRoot SP condensación lateral (B)		IRoot SP condensación capilar (C)	
	Curvo	recto	curvo	Recto	curvo	recto
24hrs	0.162±0.043	0.149±0.041	0.137±0.067	0.153±0.035	0.016±0.014	0.008±0.009

Tabla VI. microinfiltración de los conductos obturados con las distintas técnicas, en el intervalo de 24hrs (promedio ± desviación estándar) medidos en $\mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$

En la tabla anterior los mayores promedios de microinfiltración ocurren en el grupo A en dientes curvos, lo sigue el grupo B en dientes rectos.

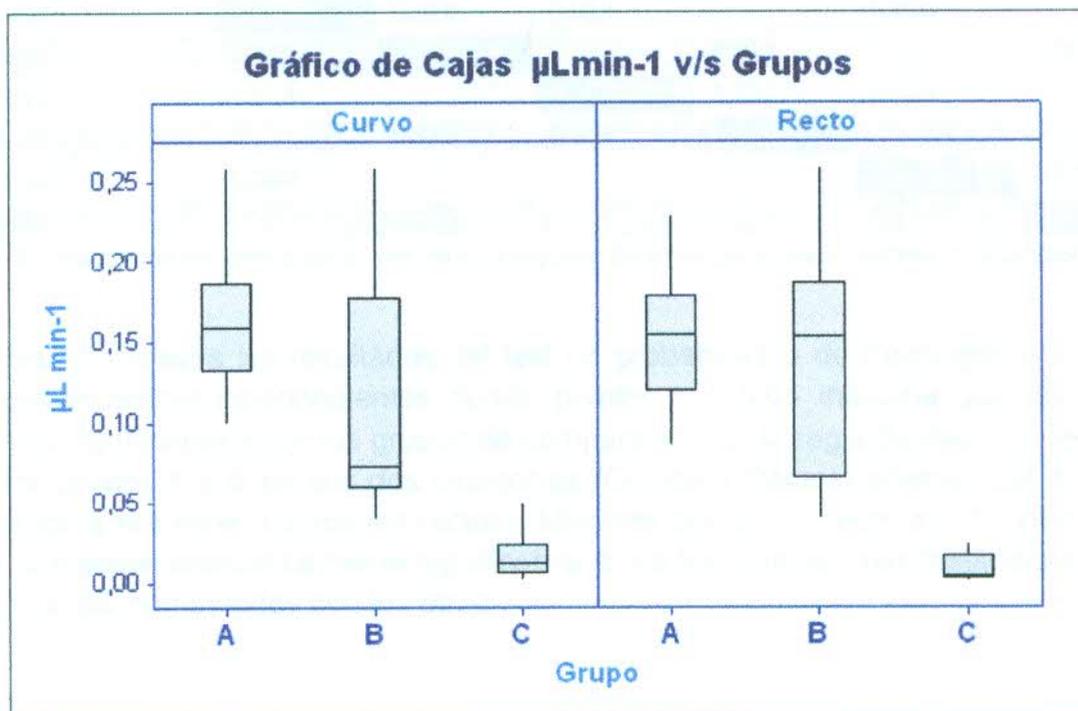


Figura 27. Gráfico de cajas donde compara la microinfiltración en cada grupo y con las distintas técnicas.

El gráfico de cajas que vemos en la figura 27 nos muestra la dispersión de los datos obtenidos de microinfiltración, comparados con cada grupo y a su vez con las distintas técnicas de obturación realizadas.

El grupo A presenta una dispersión de sus datos bastante similar entre los grupos curvos y rectos, es decir se observa una distribución y variación común entre los datos.

El grupo B en cambio presenta una distribución mayor de los datos, reflejándose en ambos grupos de comparación, es decir hay una mayor variabilidad en el comportamiento, por ejemplo en el grupo de curvos la mediana, es decir el 50% de los datos se encuentra aproximadamente en 0.07 ul.min-1, en cambio en los rectos la mediana arroja un valor aproximado de 0.15 ul.min.

El grupo C exhibe la menor distribución de sus datos, estando sus cuartiles Q1 y Q3 más cercanos entre ellos, lo que refleja la mínima variabilidad que muestran los datos en ambos grupos.

Valor-p: test de KS dos muestras		A		B		C	
		Curvo	Recto	Curvo	Recto	Curvo	Recto
A	Curvo		0.913	0.913		0.000	
	Recto	0.913			0.813		0.000
B	Curvo	0.913			0.854	0.000	
	Recto		0.813	0.854			
C	Curvo	0.000					0.214
	Recto		0.000			0.214	

Tabla VII. Resultados de valor-p en el test de Kormogorov-Smimov para dos muestras independientes

La Tabla VII muestra los resultados del test no probabilístico de Kormogorov-Smirnov para dos muestras independientes donde p-valor > a 0.05 indicaría que no existe diferencia significativa entre los grupos de comparación. Esta regla de decisión se daría entre los grupos A y B en sus dos categorías (Curvos y Rectos) además del grupo C comparado entre ellos (curvos v/s rectos). Mientras que un p-valor < a 0.05 indica que existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, manifestándose en el grupo C al ser comparados con los otros.

DISCUSIONES

El objetivo del presente estudio fue evaluar la capacidad de sellado apical que posee un nuevo cemento sellador, en dientes que presentan transportación.

En primer lugar, se realizó la preparación biomecánica de los conductos radiculares con el motivo de crear una transportación en los especímenes, el objetivo de provocar esto, se debe a que la transportación apical influye negativamente en la capacidad de sellado según el estudio de Wu et al 2000a, poniendo a prueba este nuevo cemento a estas condiciones adversas. En el análisis de los resultados, la prevalencia de transportación en el grupo de dientes rectos fue de un 83%, y de un 100% en el grupo de dientes llamados curvos, encontrándose diferencia estadísticamente significativa entre ambos. La transportación en dientes rectos fue similar a lo reportado por Juhász et al 2006 que obtuvo un 80%, pero no encontraron diferencia significativa en comparación con curvos. La diferencia de transportación en los grupos curvos tanto del estudio de Juhász, como en este, se debe a la utilización de limas flexofile en el estudio mencionado y k-file en este.

Ninguno de los cementos endodónticos que existen en el mercado, cumplen con todas las propiedades ideales que deben poseer estos materiales (Kossev & Stefanov, 2009), sin embargo, IRoot SP presenta excelentes propiedades físicas y biológicas, logrando un sellado hermético del conducto debido a que posee una excelente adhesión a las paredes del conducto, ya que forma enlaces químicos con la dentina, pero existe escaso conocimiento sobre la capacidad selladora de este cemento biocerámico (Zhang et al, 2009), lo que tiene por objeto esta investigación compararlo con dos técnicas distintas de obturación distinta, con un grupo control. Se decidió escoger al grupo control el cemento AH Plus ya que es el cemento que presenta la mejor capacidad de sellado apical en comparación con otros cementos muy utilizados según el estudio de De Almeida et al, 2000.

El sistema de transportación de fluidos se ha descrito hace un par de décadas, utilizado para medir la capacidad de sellado de los cementos endodónticos y materiales restauradores (Bouillaguet et al, 2008), catalogado como el método de elección para la determinación de infiltración. Dentro de sus ventajas se encuentra que arroja datos cuantitativos, y que no se destruyen los especímenes del estudio (Zhang et al, 2009) pudiendo complementarse el estudio con una amplia gama de análisis de los dientes. Toda estas cualidades determinó utilizar en este estudio aquél sistema. La presión utilizada equivale a 15 psi que es aproximadamente una atmósfera, que según el estudio de Wu et al 1993 sería lo más cercano a una presión fisiológica. En cuanto al tiempo de evaluación de los dientes obturados en el estudio de De Bruyne et al, 2005 citado por Bouillaguet et al 2008, relata que no existe evidencia de inestabilidad de los resultados en el tiempo entre 12 y 24 horas, por lo que el análisis de la microinfiltración en este estudio fue en un lapso de 24 horas. Sin embargo es esencial estudiar el comportamiento de los cementos a través del tiempo, en el mediano y largo plazo.

El presente estudio no encontró diferencia estadísticamente significativa en los valores de microinfiltración entre el grupo B (IRoot SP con la técnica de condensación lateral) con el grupo control A (AH Plus utilizado con condensación lateral) tanto en dientes rectos, como en curvos, al igual que el estudio hecho por Zhang et al 2009, donde IRoot SP fue usado para la obturación radicular con la técnica de cono único, y fue comparado con AH Plus, utilizado con la técnica de condensación de onda continua, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas entre IRoot SP y AH Plus en la capacidad de sellado. Las razones posibles para los resultados podrían ser que IRoot SP está basado en el silicato de calcio en su composición, el cual no contrae durante el asentamiento y endurece en presencia de agua, la cual proviene de los túbulos dentinarios.

En cambio si encontramos diferencia estadísticamente significativa al comparar los grupos obturados mediante la técnica de condensación lateral (A y B) con el grupo de obturación con técnica de condensación capilar, el cual obtuvo valores mínimos de microinfiltración. Además no existe diferencia significativa de microinfiltración en el grupo C entre dientes curvos y rectos, esto ocurriría debido a que el cemento biocerámico ocupa el conducto radicular en forma tridimensional, propagándose con facilidad sobre las paredes de dentina del conducto y llenando los conductos laterales, sin dejar espacio entre el cemento y la dentina (Kossev & Stefanov 2009) en cambio lo anteriormente comentado no ocurre cuando utilizamos la técnica de compactación lateral de gutapercha en frío, siendo esta técnica unas de las que presenta una mayor microinfiltración comparada con una técnica de compactación vertical de gutapercha con calor (Aqrabawi JA 2006).

La información obtenida en esta investigación presenta una óptima validez, principalmente ya que el método utilizado para medir la microinfiltración, es una técnica utilizada en una gran cantidad de estudios internacionales que se han dedicado a medir la microinfiltración de diferentes materiales utilizados en odontología, corresponde a una técnica que entrega información cuantitativa de los resultados, y que pueden ser inmediatamente analizados, sin tener la necesidad de transformar información cualitativa en cuantitativa como obliga otros métodos que miden infiltración como lo son las técnicas de clareamiento o el uso de tinciones para poder analizar e interpretar resultados, lo cual reduce el riesgo de sesgos. Además el dispositivo utiliza un flujo constante a una presión constante a través de una bomba eléctrica lo cual estandariza las condiciones del estudio, posibilitando su realización por parte de cualquier otro investigador que desee estudiar la microinfiltración. Por otra parte es un método relativamente nuevo, y que actualmente es la carta de elección para investigación de este tema, y considerando paralelamente que el material objeto de estudio en esta investigación, que corresponde al cemento iRoot SP, es un producto que lleva muy poco tiempo en el mercado y que incluso no tiene existencia en el mercado en sudamericano, por lo tanto este hecho aporta importancia en la información obtenida, ya que nos obliga a seguir investigando sobre este innovador producto debido a sus múltiples aplicaciones, propiedades, beneficios, y excelentes resultados.

Las limitaciones que encontramos en este estudio fue en primer lugar la muestra, debido a que son dientes que no sabemos de su data, ni tampoco de la forma de conservación que tuvieron estos, al no existir un banco de dientes pueden tener comportamientos distintos debido al grado de deshidratación que pueden alcanzar.

Por otro lado para realizar un estudio más específico y certero, lo ideal sería tener una muestra en que los dientes fuesen de las mismas características, en relación al tipo de diente, largo, ancho, y grado de curvatura, de esta manera las preparaciones biomecánicas serán con el mismo número de lima, la relación del diametro del cono de gutapercha y el espesor de cemento sellador también serán equivalentes entre los especímenes a estudiar.

Otro punto importante es la utilización de un sistema de presión de fluidos exacto, con esto me refiero a la utilización de sistemas computacionales que regulen la presión exacta a cada espécimen.

CONCLUSIONES

La capacidad de sellado del cemento iRoot SP y AH Plus se comportaron de una manera ampliamente satisfactoria en el periodo de 24 horas.

Cuando comparamos la microinfiltración que ocurre con el cemento sellador IRoot SP v/s AH Plus en dientes que presentan transportación apical. AH plus presenta menor infiltración en conductos rectos, mientras que el cemento IRoot SP con la técnica de condensación lateral, mostró menor infiltración en conductos curvos, por otro lado con la técnica de condensación capilar IRoot SP obtiene mejores resultados en rectos.

Por lo tanto la técnica de elección para el empleo de IRoot SP, corresponde a la técnica de condensación capilar descrita por Kossev 2009. Paralelamente, la técnica de condensación lateral, provocó mayor variabilidad de la capacidad de sellado en el caso de IRoot SP, tanto en conductos rectos como curvos, por lo tanto, el cemento sellador IRoot SP, fue más sensible a la técnica de condensación lateral, a diferencia de AH Plus, que se presentó valores menos variables de infiltración.

Además, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas que confirmen que la transportación apical, producida en un 100% en los conductos curvos y en un menor porcentaje en conductos rectos, provocara un efecto negativo en el sellado radicular, ya que la capacidad de sellado de ambos materiales utilizados fue semejante en conductos rectos que presentaban valores inferiores de transportación, y en conductos curvos, que por el contrario presentaron mayores valores de transportación. Debido a esto, es que ambos materiales, se comportan de forma favorable cuando se presentan efectos no deseados inherentes al tratamiento, como lo es en este caso la transportación apical.

SUGERENCIAS

Es necesario realizar otros estudios para complementar la información obtenida a través de esta investigación, ya que es necesario medir la microinfiltración a través de largos periodos de tiempo para así poder evaluar la longevidad de la obturación, lo cual nos podría aportar información clínica valiosa en cuanto al comportamiento de este innovador material, ya que es esencial que un material sellador de conductos radiculares tenga una adecuada estabilidad estructural durante el tiempo.

Debido a que el cemento IRoot SP, se comportó en este estudio de forma muy diferente cuando fue ocupado con la técnica de condensación capilar, es importante realizar futuros estudios que puedan estudiar el comportamiento del cements sin el uso de cono de gutapercha, ya que se señala dentro de sus indicaciones y especificaciones del fabricante, que puede ser utilizado, con y sin cono de gutapercha.

Otro aspecto importante, y que es necesario de abarcar en futuras investigaciones, es realizar estudios sobre el comportamiento clínico de IRoot SP, ya que existe poca evidencia al respecto, y además para poder evidenciar la alta biocompatibilidad que supone tener este material, debido a su composición química

Finalmente, y debido a que los especímenes de estudio no son destruidos, ni alterados, al utilizar el dispositivo de filtración de fluidos, aportaría gran información estudiar a través de otro método que mida infiltración, como lo puede ser el método de clareamiento, infiltración de pigmentos para evaluar luego a través de cortes, observación a través de microscopía electrónica, y lo que es aún más relevante clínicamente, el método de infiltración de bacterias.

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la capacidad de sellado que posee el cemento iRoot SP de biocerámica, a través de diferentes técnicas de obturación, comparándolo con AH Plus en dientes rectos y curvos, que presentan transportación apical.

Materiales y Métodos: 72 dientes unirradiculares extraídos, mediante un análisis radiográfico se dividieron en dos grupos según su curvatura en rectos y curvos. Ambos grupos fueron instrumentados usando la técnica Stepback y luego se determinó el grado de transportación apical. La obturación se realizó subdividiendo los grupos (curvos y rectos) en 3 subgrupos dependiendo de la técnica de obturación y el cemento sellador. Se evaluó microinfiltración mediante el método de filtración de fluidos y los valores obtenidos fueron analizados con estadística no paramétrica ($p < 0.05$).

Resultados: Los mayores valores de microinfiltración ocurren en AH Plus en conductos curvos ($0.162 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$), mientras que los subgrupos que presentaron los menores promedios de microinfiltración son iRoot SP mediante la técnica de condensación capilar (0.008 rectos y $0.016 \mu\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ curvos).

Conclusiones: La capacidad de sellado del cemento iRoot SP, es ampliamente superior, en comparación al cemento sellador AH Plus, cuando iRoot SP es ocupado mediante la técnica de obturación capilar, encontrándose evidencia estadísticamente significativa.

Discusión: La transportación apical puede afectar negativamente en el sellado de conductos radiculares, con el uso de cementos selladores como iRoot SP y AH Plus, se pueden lograr excelentes resultados, debido a sus excelentes propiedades y utilizando una correcta técnica de obturación.

REFERENCIAS

Aqrabawi J.A. (2006): Outcome of Endodontic Treatment of Teeth Filled Using Lateral Condensation versus Vertical Compaction (Schilder's Technique). *Journal of Contemporary Dental Practices*. 1: 17-24.

American Association of Endodontists (2003): *Glossary of Endodontic Terms*, novena edición, Chicago.

Bouillaguet S., Shaw L., Barthelemy J., Krejci I., Wataha J.C. (2008): Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *International Endodontic Journal*. 41: 219-226.

Caviedes J., Estévez M., Rojas P., Rueda K. (2006): Microinfiltración bacteriana, citotoxicidad y respuesta del periápice al MTA, IRM, Súper EBA y amalgama. Una revisión. *Artículos de Revisión, Postgrado de Endodoncia [en línea]* en Pontificia Universidad Javeriana, disponible en: http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/i_a_revision04.html [Accesado el día 10 de Septiembre de 2010] Cobankara F., Orucoglu H., Sengun A., Belli S. (2006): The Quantitative Evaluation of Apical Sealing of Four Endodontic Sealers. *Journal Endodontics*. 3(1): 66-68.

Cohen S., Hargreaves K. (2008) En: *Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares: Vías de la pulpa*, novena edición, Editorial Elsevier, Madrid – España, pp: 306-307.

De Almeida W., Leonardo M., Tanomaru M., Silva L. (2000): Evaluation of apical sealing of three endodontic sealers. *International Endodontic Journal*. 33(1): 25-27.

De Leon Del Bello T., Wang N., Roane J. (2003): Crown-down tip design and shaping. *Journal of Endodontics*. 29: 513-518.

Dummer P., Al-Omari M., Bryant S. (1998): Comparison of the performance of four files with rounded tips during shaping of simulated root canals. *Journal of Endodontics*. 24(5): 364-371.

Ersahan S., Aydin C. (2010): Dislocation Resistance of iRoot SP, a Calcium Silicate-based Sealer, from Radicular Dentine. *Journal of Endodontics*. 36: 2000-2002.

Estrela C. (2005) En: Ciencia Endodóntica, Editorial Artes Médicas, Brasil.

Guevara C., Romero G., Calle M., Delgado E. (2006): Desarrollo de una biocerámica biomimética para uso específico en odontología. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 30(117): 595-604.

Guelzow A., Stamm O., Martus P., Kielbassa AM. (2005): Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. International Endodontic Journal. 38: 743-52.

Hülsmann M., Peters O., Dummer P. (2005): Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endodontic Topics. 10: 30-76.

Ingle J., Bakland L. (2004), En: Terapéutica endodóntica moderna. Endodoncia, quinta edición, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana, México.

Jovel J., Sabillon I., Morales A. (2009): Preparación de conductos curvos y estrechos. I parte: Principios básicos. Odontología Vital. 1(10): 9-19.

Juhász A., Verdes E., Tokés L., Kóbor A., Dobó-Nagy C. (2006): The influence of root canal shape on the sealing ability of two root canal sealers. International Endodontic Journal. 39: 282-286.

Kossev D., Stefanov V. (2009): Ceramics-based sealers as new alternative to currently used endodontic sealers. Roots. 1: 42-48.

Lam T., Lewis D., Atkins D., Macfarlane R., Clarkson R., Whitehead M., Brockhurst P., Moule A. (1999): Changes in root canal morphology in simulated curved canals over-instrumented with a variety of stainless steel and nickel titanium files. Australian Dental Journal. 44: 12-19.

Leonardo M. (2005), En: Preparación biomecánica de los conductos radiculares medios mecánicos: Endodoncia tratamiento de conductos radiculares. Principios Técnicos y Biológicos, primera edición, Editorial artes médicas, Sao Paulo-Brasil, pp: 521-525.

Luiten D., Morgan L., Baumgartner J., Marshall J. (1995): A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *Journal of Endodontics*. 21(1): 26–32.

Malfaz J., Malfaz C., (2009): "AH Plus como cemento sellador ideal: Revisión Bibliográfica" en www.Dentsply.es disponible en: <http://www.dentsply.es/Noticias/clinica1807.htm> [Accesado el día 23 de Septiembre de 2010]

Perez E., Burguera E., Carvalho M. (2003): Triada para la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. *Acta Odontologica Venezolana*, Vol. 41N°2. Disponible en http://www.actaodontologica.com/ediciones/2003/2/triada_limpieza_conformacion_conductos_radiculares.asp [accesado el día 20 Noviembre de 2010]

Peters O. (2004): Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *Journal of Endodontics*. 30: 559–567.

Ruddle C. (2002), En: *Cleaning and shaping the root canal system*, Cohen S., Burns R.C.: *Pathways of the Pulp*, octava edición, Editorial St Louis, Mosby, pp: 231–292.

Saunders E. (2005): Hand instrumentation in root canal preparation. *Endodontic Topics*. 10: 163–167.

Schäfer E., Tepel J., Hoppe W. (1995): Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part 2: instrumentation of curved canals. *Journal of Endodontics*. 21(10): 493–497.

Schäfer E., Dammaschke T., (2009): Development and sequelae of canal transportation. *Endodontics Topics*. 15(1): 75-90.

Schneider S.W. (1971): A comparison of canal preparations in straight and curved root Canals. *Aug*. 32(2): 271-5.

Song Y., Bian Z., Fan B., Fan M.W., Gutmann J., Peng B. (2004): A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques". *International Endodontic Journal*. 37: 265–271.

Stratton R., Apicella M., Mines P., (2006): A Fluid Filtration Comparison of Gutta-Percha versus Resilon, a New Soft Resin Endodontic Obturation System. *Journal Endodontics*.32: 642-645.

Trope M. (2003): The vital Tooth- its importance in the study and practice of Endodontics. *Endodontic Topics*. 5(1):1.

Veríssimo D., Sampaio do Vale M., (2006): Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *Journal of Oral Science*. 48(3): 96-98.

Verio Dental Co. Ltd (2008) disponible en: http://www.veriodent.com/pb/wp_a0eb3a9d/wp_a0eb3a9d.html [Accesado el día 10 de Noviembre de 2010]

Vertucci F.J. (2005): Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontics Topics*. 10: 3-29.

Wei Z., Zhi L., Bin P., (2009): Assessment of a new root canal sealer's apical sealing ability. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 107(6): 79-82.

Wu M., De Gee A., Wesselink P., Moorer W. (1993): Fluid transport and bacterial penetration along root canal fillings. *Journal Internacional Endodontics*. 26(4): 203-208.

Wu M. Fan B., Wesselink P. (2000): Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part 1: effects of apical transportation on seal of root fillings. *Journal of Endodontics*. 26(4): 210-216.

Zhang H., Shen Y., Ruse N., Haapasalo M. (2009): Antibacterial Activity of Endodontic Sealers by Modified Direct Contact Test Against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics*. 35(7): 1051-1055.

Zhang W., Li Z., Peng B. (2010): Effects of iRoot SP on Mineralization-related Genes Expression in MG63 Cells. *Journal of Endodontics*. 36(12): 1978-1982.

ANEXOS

Ilustración



Título

Figura 28. Apertura cameral.



Figura 29. Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 2.5%

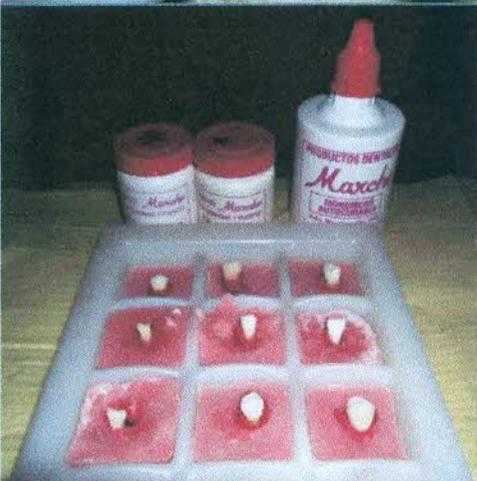


Figura 30. Dientes montados en cubetas de hielo con acrílico Marché.

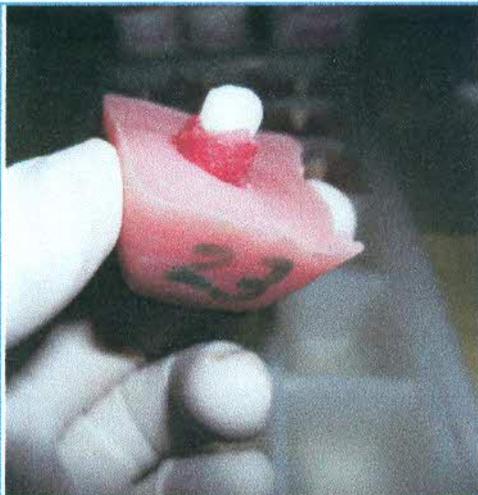


Figura 31. Dientes con capa de cera rosada, montados en cubos de acrílico.



Figura 32. Caja de instrumental de endodoncia utilizado en la PBM



Figura 33. Acceso radicular con fresas Gattes Gliden.

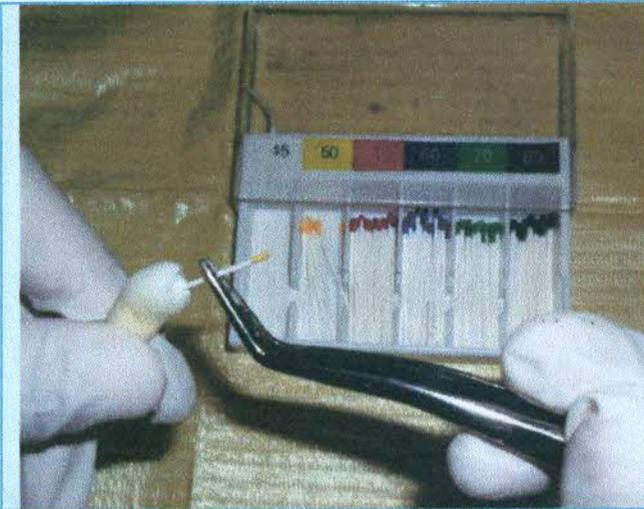


Figura 34. Secado del conducto con conos de papel.

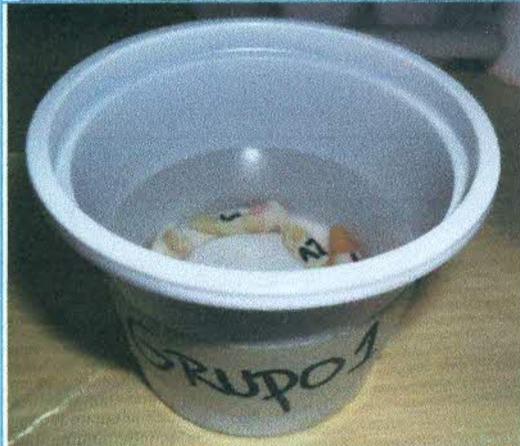


Figura 35. Dientes del grupo I en suero fisiológico, luego de realizada la PBM y el registro Rx.

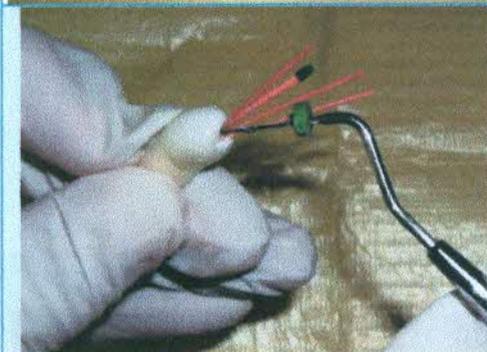


Figura 36. Tec. De condensació lateral con AH Plus

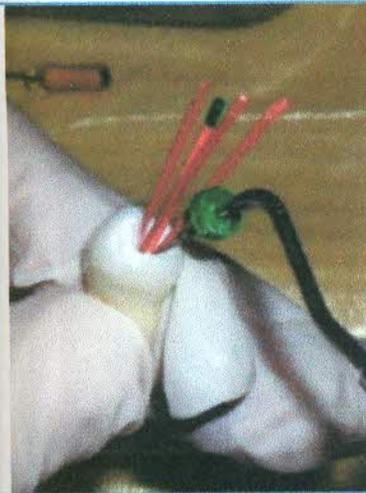


Figura 37. Técnica de condensación lateral con i Root SP.



Figuras 38 y 39. Medición y corte de los ápices.



Figura 40. Aplicación de la capa de esmalte.



Figura 41. Desobturación con fresas Peeso



Figura 42. Resina Epoxica utilizada para sellar en el dispositivo de microinfiltración.



Figura 43. Recipiente con agua destilada, retornos y bomba.



Figura 44. Transformador eléctrico