



UNIVERSIDAD DE TALCA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA MICROFILTRACIÓN APICAL DE TRES MATERIALES  
USADOS EN LA INDUCCIÓN DEL CIERRE APICAL, HIDRÓXIDO DE CALCIO,  
YODOFORMO E HIDRÓXIDO DE CALCIO CON YODOFORMO. IN VITRO.

MEMORIA PARA OPTAR  
AL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

JAIME ALBERTO ABARCA REVECO  
PROFESOR GUÍA DR. HÉCTOR MONARDES CORTÉS

TALCA – CHILE  
2004

***ESTE TRABAJO SE LOS DEDICO  
A MIS PADRES, POR SU APOYO  
INCONDICIONAL DURANTE TODA MI VIDA.***

## **AGRADECIMIENTOS.**

*A Dios, por su apoyo en los momentos difíciles.*

*A mi familia por su apoyo y comprensión, para ayudarme y acompañarme en mi camino por la vida.*

*A mi Polola Carol Díaz, por soportarme y apoyarme, sin su ayuda este trabajo habría sido muy complicado.*

*Al doctor Héctor Monardes por aguantar que lo molestara todo el año y por ser un buen amigo, con una gran disposición a ayudar.*

*A los BOÑIGAS, (M. Cáceres, C. Valdés, J. Henríquez, C. González, R. Morales, A. González, J. Pérez) por su gran amistad, que quizás es una de las cosas más importantes que me llevo de esta universidad.*

*A mis compañeras “las Suruyo”, por su amistad desinteresada, que estuvieron siempre en las buenas y en las no tan buenas.*

*A la Andrea, por ser una amiga de esas que hay pocas, que te escuchan y te ayudan de verdad.*

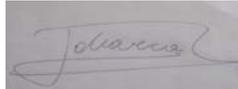
**Autorización para la publicación  
de memorias de Pregrado y tesis de Postgrado**

Yo, **Jaime Alberto Abarca Reveco**, cédula de Identidad N° **13.719.602-6** autor de la memoria o tesis que se señala a continuación, autorizo a la Universidad de Talca para publicar en forma total o parcial, tanto en formato papel y/o electrónico, copias de mi trabajo.

Esta autorización se otorga en el marco de la ley N° 17.336 sobre Propiedad Intelectual, con carácter gratuito y no exclusivo para la Universidad.

<b>Título de la memoria o tesis:</b>	<b>MICROFILTRACIÓN APICAL DE TRES MATEIALES USADOS EN LA INDUCCIÓN DEL CIERE APICAL, HIDRÓXIDO DE CALCIO, YODOFORMO E HIDRÓXIDO DE CALCIO CON YODOFORMO. IN VITRO.</b>
<b>Unidad Académica:</b>	<b>REHABILITACIÓN</b>
<b>Carrera o Programa:</b>	<b>ODONTOLOGÍA</b>
<b>Título y/o grado al que se opta:</b>	<b>CIRUJANO DENTISTA</b>

**Firma de Alumno**



**Rut: 10.328.405-8**

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante la técnica de inducción al cierre apical en dientes con apexogénesis incompleta o formación radicular incompleta, surge la duda sobre cual material de obturación es el más indicado con respecto a sus propiedades inductoras y a sus propiedades físicas.

England (1991) definió la apicoformación como la inducción a la formación de una barrera calcificada apical, a través del ápice abierto, después de una necrosis pulpar. Se han utilizado diversos materiales para producir el cierre apical en dientes no vitales y con ápice abierto, tales como el fosfato tricálcico, el hidróxido de calcio, yodoformo, etc; al hidróxido de calcio se le adjudica además un poder osteoinductor u osteogénico. El procedimiento de apicoformación fue descrito por Nyger desde 1838, pero no es sino hasta finales de los años 1950, que clínicos como Granath (1959) y Marmasse (1961), señalaron la apicoformación como una técnica. Posteriormente, Kaiser (1964) y Frank (1967) la presentan como una técnica reproducible y predecible. Otros autores como Lasala (1992) y Holland (1971; 1975) y Holland y col. (1973) describen la técnica como el proceso mediante el cual se puede inducir la formación de una barrera calcificada apical en ápices abiertos, de dientes con necrosis pulpar. Entre las técnicas más conocidas para inducir la apicoformación se encuentran la técnica del **hidróxido de calcio - paramonoclorofenol alcanforado** preconizada por Kaiser, Frank, Steiner; también llamada **técnica de la Escuela Norteamericana** y la **técnica del hidróxido de calcio-yodoformo** preconizada por Maisto, Maisto y Capurro; igualmente llamada **técnica de la Escuela Sudamericana** (Lasala, 1992; Mondragón, 1995)

Dentro de los factores que pueden ser perjudiciales para la formación de una barrera de tejido duro a nivel apical, tenemos la microfiltración, que es un proceso, definido como el paso de bacterias, fluidos orales, enzimas, moléculas y/o iones, a través de una brecha generada entre la pared cavitaria y el material restaurador aplicado a ella (Fernández & col. 1996; Hakimeh & col. 2000).

El objetivo de este estudio es medir y comparar la microfiltración apical que se produce después de sellar el conducto radicular con tres técnicas de inducción al cierre apical, la Técnica del Hidróxido de Calcio, la Técnica del Yodoformo solo y la Técnica de Hidróxido de Calcio - Yodoformo, pues resulta lógico pensar que tanto la permanencia del material como el contacto íntimo de este con los tejidos periapicales son vitales para lograr los objetivos de inducción a la formación de tejidos duros

## **2. HIPÓTESIS**

### **2.1. HIPÓTESIS NULA**

- No existe diferencias significativas en la microfiltración apical que presentan el Hidróxido de Calcio, el Yodoformo y el Hidróxido de Calcio con Yodoformo.

### **2.2. HIPÓTESIS ALTERNA**

- Al menos uno de estos materiales presenta un grado distinto de microfiltración.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Cuantificar la microfiltración apical que se produce después de sellar el conducto radicular con Hidróxido de calcio, Yodoformo e Hidróxido de calcio con Yodoformo.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Cuantificar la microfiltración apical producida en un conducto radicular sellado con Hidróxido de Calcio.
- Cuantificar la microfiltración apical producida en un conducto radicular sellado con Yodoformo.
- Cuantificar la microfiltración apical producida en un conducto radicular sellado con Hidróxido de Calcio con Yodoformo.
- Comparar los distintos niveles de microfiltración apical producidos entre las tres técnicas utilizadas.

## **4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1. FORMACIÓN RADICULAR**

La formación radicular de las piezas dentarias se produce a través del epitelio interno y externo del esmalte, que proliferan desde el borde cervical del órgano dental formando una doble capa de células conocida como vaina epitelial de Herwig. Esta estructura crece alrededor de la papila, entre la papila y el folículo, hasta que rodea todo menos la posición basal de la papila. El extremo de la vaina radicular, el diafragma epitelial, encierra el foramen primario. A medida que las células epiteliales internas de la vaina radicular encierran más y más a la papila dental en su exposición, se inicia la diferenciación de los odontoblastos a partir de las células de la periferia de la papila dental. Estas células forman la dentina radicular. De esta manera se forma un diente unirradicular. Los dientes multirradiculares se forman del mismo modo; dos proyecciones del epitelio que crecen la una hacia la otra a partir del borde cervical y se convierten en dos forámenes apicales secundarios; si se forman tres proyecciones se forman tres forámenes apicales secundarios (Cohen S, 2002).

Una vez que se forma la raíz, la vaina radicular se fragmenta; el extremo de la raíz en formación permanece en una posición estacionaria con respecto al borde inferior del maxilar en el caso de los dientes inferiores, lo que significa que el borde libre de la vaina de la raíz debe estar en posición estable. Con el conocimiento de la formación de la raíz, la corona del diente comienza a crecer y se aleja de la base ósea de la curva y la vaina radicular continúa creciendo en el maxilar; debido a estos cambios en el crecimiento la vaina radicular se estira; aunque hay división celular dentro de ella, posteriormente se fragmenta para formar una red fenestrada alrededor del diente; formando los restos

epiteliales de Mallassez. Estos restos celulares persisten cercanos a la superficie radicular dentro del ligamento periodontal (Cohen S, 2002).

#### **4.1.1. Anatomía de los Conductos Radiculares**

El conducto radicular es la parte de la cavidad pulpar correspondiente a la porción radicular de los dientes; en los que presentan más de una raíz se inicia en el piso y termina en el foramen apical. Tiene forma cónica, con la base mayor dirigida hacia el piso y el vértice hacia la porción apical, similar a la de la raíz (Soares, 2002).

El foramen, es el orificio apical de tamaño considerable, que puede considerarse como la terminación del conducto principal. También ha sido definido como la circunferencia o borde redondeado, como el de un embudo o cráter, que separa la terminación del conducto cementario de la superficie exterior de la raíz. Se confunde con frecuencia el foramen con el ápice, con el vértice radicular o con la parte cementaria del conducto, que son cosas diferentes (Kuttler, 1980).

Durante la formación radicular, el foramen apical casi siempre se localiza al final de la raíz anatómica, no obstante al terminar el desarrollo dental el foramen apical se hace más pequeño y más excéntrico. Esta excentricidad es más pronunciada mientras se forma cemento apical y cambia una vez más al continuar la aposición de cemento o de manera pasiva o asociada, con un desgaste coronario o una inclinación dental (Walton, 1997).

Puede haber uno o varios forámenes en el ápice; los múltiples se presentan con frecuencia en los dientes multirradiculares. Cuando está presente más de uno, el mayor se conoce como foramen apical y los pequeños como conductos accesorios (o en combinación, como delta) (Walton, 1997).

Las foraminas, son los diferentes orificios que se encuentran alrededor del foramen y que permiten la desembocadura de los diversos conductillos que forman el delta apical (Candal, 2001).

Desde 1912 Fischer destruye la creencia de que el conducto termina en el ápice por un solo foramen, poniendo en evidencia las ramificaciones apicales y estimando que se presentan en el 90% de los casos (Candal, 2001).

El número de forámenes es variable; Gutiérrez encontró desde uno hasta 16 foraminas en algún espécimen, dándole un aspecto de criba (Rodríguez, 2003).

Diversos autores han investigado la anatomía del ápice radicular, aportando datos importantes para el clínico. Con respecto a la desviación lateral, para Gutiérrez los forámenes no están en el vértice apical; algunos autores aseguran que los conductos terminan en el vértice del ápice anatómico; otros, sostienen que no. Las desviaciones varían, según los estudios, del 76% al 78% e incluso hasta el 90% de los casos. Lo cierto es que la mayoría de los forámenes salen hacia distal, aunque pueden hacerlo por cualquiera de los 360° de la circunferencia apical. Gutiérrez, ha descrito salidas hacia las superficies mesiales y distales de las raíces de los molares inferiores (Rodríguez 2003).

La anatomía del ápice radicular fue bien estudiada por Kuttler en 1955 y posteriormente por otros. El conducto radicular recorre la raíz disminuyendo paulatinamente su diámetro hasta terminar en el ápice radicular, en la denominada constricción apical, formando un cono largo y estrecho, llamado cono dentinario o porción dentinaria; contiene la pulpa con sus células más nobles y diferenciadas, los odontoblastos, que construyen la pared de dentina que la rodea. Se continúa con otro cono más corto y ancho, el cono cementario o porción cementaria, con tejido conjuntivo periodontal y células que forman el cemento. Según Kuttler la porción cementaria tiene forma troncocónica, con dos bases: la menor es la unión cementodentinaria (UCD); su diámetro es de 224 micras en los jóvenes y va disminuyendo con la edad hasta las 210 micras. La mayor, es la ya citada anteriormente como foramen apical (Rodríguez, 2003).

Donde termina el tejido pulpar, al no haber odontoblastos, deja de formarse dentina; a partir de este punto son los cementoblastos del tejido periodontal los encargados de formar cemento. Así pues la pulpa termina y comienza el periodonto en la UCD, que es una línea circular que separa los dos tejidos pulpar y periodontal.

## **4.2. OBTURACIÓN RADICULAR**

Se denomina obturación de conductos al relleno compacto, hermético y permanente del espacio dejado por la pulpa cameral y radicular al ser extirpada y del creado por el profesional durante la preparación de los conductos, que aisle el conducto de la zona periapical con el fin de formar una barrera al paso de exudado, toxinas y microorganismos de una a otra zona (Lasala, 1992; Mondragón, 1995).

Una de las principales metas de la terapia endodóntica, es la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, esto significa que el diente debe pasar a un estado lo más inerte posible para el organismo, impidiendo la reinfección y el crecimiento de los microorganismos que hayan quedado en el conducto, así como la creación de un ambiente biológicamente adecuado y tenga lugar la cicatrización de los tejidos (D. Alfí, 2000).

La necesidad de obturar los conductos radiculares se refiere fundamentalmente a:

- Impedir que las bacterias que hayan estado en los canalículos dentinarios vuelvan a proliferar y nuevamente irriten los tejidos periapicales.

- Evitar que los fluidos tisulares se estacionen en el interior de los conductos, se desintegren y den origen a productos tóxicos que irritarán el periápice de manera similar a las bacterias (Mondragón, 1995).

Los objetivos de la obturación radicular son:

- Evitar el paso de microorganismos, exudados y sustancias tóxicas o de potencial valor antigénico, desde el conducto a los tejidos periapicales.
- Impedir la entrada de sangre, plasma o exudado desde los tejidos periapicales hacia el interior del conducto.
- Sellar de manera total y hermética, en todas sus dimensiones, el espacio vacío del conducto para que no se alojen microorganismos que pudiesen llegar a la región apical o periapical.
- Facilitar la cicatrización y reparación periapical por el tejido conectivo (Lasala, 1992; Mondragón, 1995).

Un conducto radicular puede obturarse cuando se ha ensanchado lo suficiente, no existe evidencia de exudado o hemorragia, se encuentra asintomático y está completamente formado (Lasala, 1992; Mondragón, 1995).

### **4.3. REACCIONES TISULARES SEGÚN EXTENSIÓN APICAL DE LA OBTURACIÓN**

En los estudios realizados por Ricucci y Langeland, definen que en los casos de sobreobtención hubo reacciones inflamatorias severas en los tejidos periapicales, la necrosis periapical e inflamación se presentaron cerca de la porción de material extruido (D. Ricucci, 1998 part 2).

Ingle (1973) afirma que la sobreextensión de la instrumentación y la penetración inadecuada de productos tóxicos del conducto radicular hacia el tejido periapical deben ser evitadas (D. Ricucci, 1998 part 2).

Los materiales de obturación y el tejido pulpar infectado o virutas de dentina pueden producir una respuesta inflamatoria persistente, dolor postoperatorio o reacción de cuerpo extraño.

La mayoría de los autores está de acuerdo que la sobreextensión de gutapercha conlleva frecuentemente al fracaso endodóntico. Por esta razón, se han introducido las técnicas de conformación para un tope apical y barreras apicales. (Cohen, 2002) Schilder determinó

que el final apical del conducto radicular debe mantenerse tan pequeño como sea práctico, para obtener un mejor sellado y prevenir la extrusión de la gutapercha y cemento sellador.

Langeland, demostró histológicamente que la pulpa en la porción apical del conducto radicular y en las ramificaciones apicales permanece vital y usualmente sin inflamarse, incluso en la presencia de radiolucidez. También afirma que la instrumentación más allá del ápice causa una extensión innecesaria de la lesión pulpar, los contaminantes del conducto intervendrán en la cicatrización de la lesión y los medicamentos y materiales causarán destrucción tisular, inflamación y una reacción de cuerpo extraño en la región periapical.

Pecchioni (1983) afirma, que aunque es delicado y dañino sobrepasar la distancia de 0,5 mm del límite radiográfico durante la instrumentación, es menos delicado sobreobturar ligeramente el ápice, ya que los selladores comunes generalmente son tolerables y fácilmente reabsorbibles.

Langeland (1974-1995) por el contrario, estableció que todos los selladores endodónticos son irritantes y reabsorbibles.

Estudios realizados por Ödesjö et al; Buckley y Spanberg 1995 y otro estudio reciente en una población alemana realizado por Weiger et al., demostraron que los conductos con

obturación y sobreobturación inadecuadas estaban fuertemente asociadas con la presencia de lesión periapical.

Nygaard-Ostby estableció que dejar la porción apical y foramen del tejido pulpar y permitir que ésta permanezca vital jugará un papel decisivo en el éxito del tratamiento de pulpas vivas. Con un tratamiento apropiado, en la mayoría de los casos, la vitalidad de la pulpa residual puede ser conservada, el resultado será un ligamento periodontal normal y tejido fibroso en la porción apical del conducto (D. Ricucci, 1998 part 2).

En otro estudio Seltzer et al., (1969) concluyeron que en los casos de extirpación de pulpa vital, los resultados óptimos, en términos de reparación pulpar, se obtuvieron cuando los conductos fueron instrumentados y obturados cortos con respecto al ápice. Ellos enfatizaron en que cuando los materiales de obturación son llevados hacia el tejido periapical causan una respuesta inflamatoria persistente. Los materiales extraños actúan como irritantes continuos. Los mejores resultados generales se obtuvieron cuando el muñón apical se mantenía vital y ningún cuerpo extraño está infringiendo daño a la pulpa o los tejidos periapicales (D. Ricucci, 1998 part 2).

#### 4.4. INDUCCIÓN AL CIERRE APICAL

England (1991) definió la apicoformación como la inducción a la formación de una barrera calcificada apical, a través del ápice abierto, después de una necrosis pulpar.

La apexificación es el método que busca inducir un cierre apical mediante la formación de tejido mineralizado en dientes necróticos con formación radicular incompleta, con el fin de lograr un adecuado tope apical que permita obturar satisfactoriamente el conducto radicular mediante la terapia endodóntica convencional (H. Staehle, 1995).

Un ápice abierto significa un desarrollo radicular insuficiente como para lograr una conformación cónica del interior del conducto, debido a la porción abierta de esa zona.

Patterson, publicó en 1958 una clasificación de los dientes según su desarrollo radicular y apical bastante sencilla y entendible para el estudiante y clínico, y lo divide en cinco clases:

- Clase I: Desarrollo parcial de la raíz con lumen apical mayor que el del conducto.
- Clase II: Desarrollo casi completo de la raíz, pero con lumen apical mayor que el del conducto.

- Clase III: Desarrollo completo de la raíz con lumen apical de igual diámetro que el del conducto.
- Clase IV: Desarrollo completo de la raíz con diámetro apical más pequeño que el del conducto.
- Clase V: Desarrollo completo radicular con tamaño apical microscópico.

La inducción al cierre apical es un procedimiento clínico que se realiza en piezas dentarias con plena actividad pulpar y fisiológica, las cuales tienden a completar paulatinamente el desarrollo y calcificación de sus raíces (Mondragón, 1995).

La apexificación es un procedimiento, para formar una barrera sólida apical, bien reconocido y aceptado por clínicos e investigadores. El hidróxido de calcio es el compuesto más usado para la inducción de una barrera apical de tejido duro, que está compuesta por diferentes tejidos, de lo cuales el mecanismo de acción es desconocido (P. Parashos, 1997).

Aunque la apexificación es un proceso considerado predecible y fiable, hay reportes que discrepan en el tiempo requerido para lograr la meta. Algunos han encontrado que el tratamiento con hidróxido de calcio permite hallar una barrera sólida dentro de tres meses, mientras que periodos de veintiún meses fueron requeridos en otros casos. Esta fuerza inductora presenta una variabilidad natural, relacionada a factores tales como tamaño de la

apertura apical, desplazamiento traumático del diente, pero por otro lado esto podría presentar influencias del método utilizado (E. Mass et al, 2001).

Entre las técnicas más conocidas para inducir la formación de una barrera apical tenemos la técnica del hidróxido de calcio – paramonoclorofenol alcanforado preconizada por Kaiser, Frank y Steiner, también llamada Técnica de la Escuela Norteamericana y la técnica del hidróxido de calcio – yodoformo, preconizada por Maisto y Capurro, también llamada Técnica de la Escuela Sudamericana (Lasala, 1992; Mondragón, 1995).

En ocasiones se puede producir el cierre apical, con aumento de la longitud radicular previa y estrechamiento de la luz del conducto. Sin embargo, lo más habitual es que se produzca la formación de una barrera calcificada en el orificio apical, quedando la longitud radicular similar a la existente al comienzo del tratamiento y sin modificación en la luz del conducto (Candal, 2001).

La reparación apical tras un tratamiento de apicoformación se produce en un período de tiempo variable, entre 9 a 18 meses por lo general, sin influir demasiado el estadio de desarrollo radicular, ni la existencia de infección previa. (Candal, 2001).

Morfológicamente se pueden distinguir dos tipos de reparación tras una apicoformación: un ápice anatómico y una barrera apical.

**Ápice anatómico:** se observa la formación de un ápice con las mismas características que el diente contra lateral, con alargamiento de la longitud radicular inicial. Este resultado se puede conseguir cuando existe una concordancia entre la edad del paciente y el desarrollo radicular, siempre que no se hubiera producido una infección periapical que haya dañado la vaina de Hertwig. Para que se forme un ápice como el citado se requiere que los odontoblastos y neododontoblastos, mediante la acción de la vaina de Hertwig formen dentina sobre la que se irá depositando cemento (Candal, 2001).

**Barrera apical:** se aprecia radiográficamente como la formación de un tejido calcificado, de mayor o menor grosor, obliterando la zona del ápice, manteniendo la longitud inicial.

La barrera calcificada se produce al desaparecer la infección del interior del conducto. Por debajo de la zona de necrosis hística producida por el hidróxido de calcio, se produce la proliferación de los fibroblastos, que segregan colágeno. A su mineralización contribuyen los cristales de carbonato de calcio, que precipitan en la zona lesionada al liberarse de los iones calcio. Posteriormente los iones fosfato y calcio plasmáticos son la fuente para la calcificación de la red de colágeno segregada. Con el tiempo en la periferia del orificio apical proliferan los cementoblastos y osteoblastos, que segregan la matriz cementoide y osteoide que luego se calcifica. La barrera apical que cierra el ápice, está

formada por una masa de tejido calcificado a la que se acostumbra denominar osteocemento, por presentar características histológicas poco definidas (Candal, 2001).

Algunos autores creen que, una vez eliminada la infección la vaina de Herwig puede reanudar la formación radicular. Ello puede suceder siempre y cuando la infección no haya destruido totalmente la pulpa y el epitelio de la vaina, y cuando el tratamiento se inicie coincidiendo el estadio de desarrollo radicular con la edad del paciente. En estos casos se puede conseguir la formación de un ápice anatómico (Candal, 2001).

Se cree que, en la mayoría de los casos tratados mediante apicoformación, se forma una barrera apical de tejido calcificado si se consigue eliminar las bacterias y sus componentes antigénicos del interior del conducto radicular. Esta barrera no es totalmente hermética; su mayor importancia radica en la obtención de un límite mecánico que permita obturar el conducto (Candal, 2001).

#### **4.4.1. Materiales usados en la Apicoformación**

Dentro de los materiales más usados para inducir el cierre apical encontramos al hidróxido de calcio, que es una de las sustancias más ampliamente utilizadas en endodoncia desde su introducción por Hermann en 1920 (C. Hauman, R. Love, 2003).

Ha sido propuesto para un gran número de procedimientos, tales como: medicación intraconducto, solución irrigadora, tratamiento de reabsorciones, como cemento sellador, reparación de perforaciones, recubrimientos pulpaes y apexificación (C. Hauman, R. Love, part 2, 2003).

Entre los materiales utilizados para inducir un cierre apical, tenemos el hidróxido de calcio en combinación con agua estéril, solución salina, anestesia local, paramonoclorofenol alcanforado, metilcelulosa, pastas de óxido de zinc con cresol y yodoformo, pasta de poliantibiótico y fosfato tricálcico (M. Miñana, 2001; H. Staehle, 1995).

Sin embargo, el mecanismo exacto de acción de estos materiales en la formación del cierre apical no ha sido bien esclarecido. Se ha considerado que el objetivo inicial del tratamiento de un diente necrótico con ápices abiertos es la estimulación y preservación de

la actividad formativa de las células del tejido de granulación en la porción apical del conducto radicular, lo cual permite la formación de un callo calcificado en esa zona (H. Staehle, 1995).

Se ha reportado que el hidróxido de calcio ha sido exitoso en la inducción del cierre apical en un gran número de formulaciones, relacionando la formación de un cierre apical, con el efecto antibacteriano a largo plazo, ya que se ha observado que la formación de tejido calcificado, ocurre en ausencia de microorganismos (H. Staehle, 1995).

También se ha considerado que la alcalinidad del material, puede actuar como buffer para las reacciones ácidas inflamatorias, favoreciendo el remodelado óseo, ya que se neutraliza los ácidos producidos por los osteoclastos y los macrófagos.

De igual forma, se cree que la liberación de iones calcio y el ambiente alcalino pueden favorecer la formación de complejos de fosfato de calcio  $[\text{Ca}(\text{PO})_4]$ , que pueden servir como nidos para un futuro proceso de calcificación (H. Staehle, 1995).

A este respecto, es importante hacer notar que es poco probable que el calcio liberado por la disociación del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  pueda ser utilizado para la formación de una barrera apical, puesto que es un ión muy inestable, y para poder ser útil en la formación de este tejido

calcificado se necesita de un aporte constante de calcio, el cual puede provenir por vía hematológica (J. Distel, 2002).

Existen procesos de mayor importancia para lograr un adecuado cierre apical como lo son:

- 1) Una adecuada preparación del conducto radicular;
- 2) Una adecuada remoción del tejido necrótico;
- 3) Una reducción de los componentes microbianos tanto en número como en virulencia;
- 4) Un adecuado selle del espacio radicular (J. Siqueira, 1996).

Por último, también se ha reportado que los remanentes de la vaina epitelial de Hertwig que se mantengan intactos, pueden contribuir a que se produzca el cierre apical (B. Ozcelik, 2000).

#### **4.4.2. Técnicas usadas en la Apicoformación**

**Técnica de la Escuela Norteamericana:** en esta técnica se emplea el hidróxido de calcio con paramonoclorofenol alcanforado. Es preconizada por Kaiser, Frank, Steiner y la mayor parte de los endodoncistas y odontopediatras de Estados Unidos. Debido a la cantidad de trabajos de investigación realizados por ellos y a la publicación en revistas de endodoncia, es probable que sea la técnica de mayor uso (Mondragón, 1995).

**Técnica de la escuela Sudamericana:** Preconizada en un principio por Maisto – Capurro, esta técnica lleva entre sus materiales principales, además del hidróxido de calcio, Yodoformo a partes iguales, los cuales van mezclados con solución acuosa de metilcelulosa o agua destilada en cantidad suficiente para obtener un pasta espesa. (Mondragón, 1995).

#### **4.5. MICROFILTRACIÓN APICAL Y SU INFLUENCIA EN LA APICOFORMACIÓN**

La microfiltración apical se entiende como la penetración o pasaje de fluidos, bacterias y sustancias químicas dentro del conducto radicular, mientras que el análisis de la microfiltración es la evaluación cuantitativa y cualitativa de dicha penetración al sistema de conductos (Siriporn et al, 2001; De Sousa – Neto et al, 2002).

La microfiltración da como resultado un espacio relleno de fluidos en la interfase del material de relleno y las paredes del conducto radicular, este espacio puede ser el resultado de la deficiente adaptación del material de relleno a las paredes dentinarias, la solubilidad del material, o la inestabilidad volumétrica del sellador, dándose dos interfases potenciales de microfiltración: entre la gutapercha y el sellador o entre el sellador y las paredes del conducto (Siriporn et al, 2001).

Al sobrepasar el nivel crítico de microfiltración de un conducto endodóticamente tratado puede producirse una enfermedad periapical y/o alterar la reparación de los tejidos periapicales. La filtración de bacterias o productos bacterianos de alto peso molecular es esencial para producir la enfermedad periapical, pero esta microfiltración de tipo gruesa puede ser prevenida en muchos casos con una terapia endodóptica (Kersten et al, 1989).

La microfiltración del conducto radicular es un tema complejo, ya que muchos factores pueden influir en ella, es el caso de la técnica de obturación empleada, las propiedades físicas y químicas de los selladores, la habilidad del operador entre otras (Siriporn et al, 2001).

#### **4.5.1. Métodos de Evaluación de Microfiltración.**

La asociación Dental Americana (ADA) en su especificación N° 57 estandarizó las propiedades fisicoquímicas, antimicrobianas y biológicas de los selladores. Esto fue realizado por American Standards Intitute (1984), permitiendo comparar los diferentes materiales existentes en el comercio, sin embargo, no adoptó ningún modelo específico para evaluar la adhesión y microfiltración apical de los productos (Pécora, 2001; De Sousa

– Neto, 2002). Por esta razón se describen en la literatura una gama de técnicas para evaluar la microfiltración, ente otras se encuentran:

- Disolución de tejidos duros (Larder et al, 1976).
- Método electroquímico (Delivanis & Chapman, 1982)
- Espectrometría de radioisótopos (Czonstkowsky, et al, 1985).
- Penetración de tinciones (Starkey et al, 1993)
- Filtración de fluidos (Kont et al, 2000)
- Método tridimensional (Kleoniki Lyroudia, 2000)

No existe un método que pueda ser catalogado como universal. Variados estudios muestran que no existe diferencia significativa entre ellos o no son contradictorios (Miletic, 1999), sino más bien que estos pueden ser utilizados como métodos válidos para evaluar microfiltración. En este estudio será utilizado el método de tinción inmediata o retardada postobtención y el método de la evaluación de la profundidad de penetración de la tinción (Tamese et al, 1998).

## 5. MATERIAL Y MÉTODO.

### 5.1. MATERIALES.

40 Raíces de dientes humanos	Vitremer (3M dental)
Frascos de vidrio	Algodón
Pinza de examen	Conos de papel
Extirpadores pulpares 15 – 45 (Maillefer)	Papel absorbente
Limas K estandarizadas 15 – 80 (Maillefer)	Bisturí
Hidróxido de calcio	Jeringas hipodérmicas de 3 ml
Yodoformo	Regla de endodoncia
Suero fisiológico estéril	Película radiográfica Kodak DF 58 Ultra Speed
Agua destilada	Discos de acero diamantado
Hipoclorito de sodio 5%	Microscopio lupa 40X
Agua oxigenada de 10 vol.	Pieza de mano
Esmalte de uñas	Reveladora radiográfica Gendex Gxp
Azul de metileno	Calibrador digital “Digimatic” mitutoyo (Resolución de 0,01mm ó + .0005”/0.01mm)
Baño termorregulador (Farmalatina)	
Micromotor	
Contra ángulo	
Losetas estériles	
Espátula para cemento	
Guantes	
Mascarilla	
Cuchareta de Caries Hu-Fredy 15-9-15	
Curetas Gracey número 6-7	
Equipo radiográfico Heliodont DS 7mA; 60 Kv	



## 5.2. MÉTODO

Para la realización de este estudio analítico experimental in Vitro fue necesaria la recolección de dientes humanos unirradiculares.

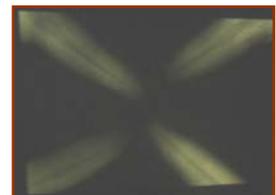
Fueron recolectados dientes sin necrosis pulpar con indicación de exodoncia por motivos periodontales o por ortodoncia, estos fueron almacenados en recipientes con suero fisiológico. A partir de esta etapa todo el procedimiento fue realizado por un solo operador. Posteriormente se procedió a realizar la limpieza con cureta Gracey número 6-7 de la superficie radicular, eliminando el tártaro y los tejidos blandos que permaneciesen en la superficie radicular y luego desinfectada con una solución de alcohol etílico al 70%. De estos dientes se seleccionaron 40 que cumplieran con los siguientes criterios:

- Raíz única, recta.
- Conducto radicular de anatomía similar.
- Conducto único, sin conductos laterales.
- Libres de caries.
- Sin rizálisis.
- Sin fracturas.
- Conducto sin calcificar.

Luego se cortó el ápice 1.5mm a todas las piezas dentarias, con el objeto de simular un cierre apical incompleto. La corona de las piezas dentarias fue removida con fresa de diamante troncocónica de alta velocidad, de tal manera que todas las muestras quedaran con una longitud de 15mm. Estas raíces fueron almacenadas en suero fisiológico.



En la siguiente etapa las raíces fueron secadas y numeradas con lápiz indeleble, posteriormente se tomaron radiografías, en la que la película radiográfica fue dividida en 4 cuadrantes iguales y las raíces fueron dispuestas en forma de bisectriz al ángulo central de cada cuadrante con el fin de minimizar la distorsión, ya que el rayo central se hizo coincidir con el centro de la película a 7 cm de altura con un tiempo de exposición de 0,5 segundos. Antes del revelado se marcó un número en la película, (luego de ser abierta en una cámara oscura), con el cual se identificaban las raíces que habían sido radiografiadas en ella, evitando posibles confusiones posteriores. Para el revelado se usó una máquina Genden Gxp.

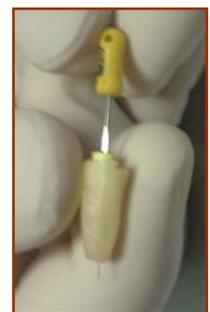


Este protocolo radiográfico se realizó previo a aplicar los criterios de inclusión, para aplicar de manera más certera estos criterios.

Todas las raíces que pasaron los criterios de inclusión siguieron los otros pasos del tratamiento.

### **Determinación de la longitud de trabajo.**

La longitud de trabajo se determinó midiendo directamente sobre la raíz la longitud real de ésta, con un tope de silicona se marcó en el instrumento (limas K) con un punto de referencia cervical seleccionado para cada muestra, luego se verificó con una medición con regla de endodoncia la longitud del instrumento, la que fue anotada en una ficha, este se introdujo dentro del conducto, donde se verificó que quedara



2mm fuera del ápice, para simular un cierre apical incompleto, y esta medida fue la que se anotó como longitud de trabajo.

### **Eliminación de la Pulpa Radicular.**

Este procedimiento se realizó con extirpadores pulpaes (Maillefer) de acuerdo a la amplitud del conducto radicular, con movimientos giratorios y de tracción para eliminar con un corte neto la pulpa radicular a la longitud de trabajo seleccionada e irrigando con hipoclorito de sodio post eliminación pulpar.

### **Instrumentación Biomecánica.**

La preparación biomecánica de los conductos se realizó con limas K (Maillefer 15 - 80) hasta obtener un conducto lo suficientemente amplio para realizar la técnica de apexificación.

La raíz fue tomada en la mano, con guantes de goma y sostenida entre una gasa estéril, luego se irrigó el conducto en forma alternada con hipoclorito de sodio al 5% y agua oxigenada de 10 volúmenes, se utilizó para ello jeringas hipodérmicas de 3 ml con agujas finas 27G después se procedió a introducir el instrumentó número 15, previamente medido a la longitud de trabajo, el cual se utiliza con movimientos de tracción.



La cantidad de solución irrigadora utilizada fue alrededor de 2 ml, cada vez que se lavaba el conducto, terminado siempre con



hipoclorito de sodio antes de cambiar el instrumento. Esta acción se repitió hasta preparar el conducto hasta la lima número 55.

### **Secado de los conductos.**

Este procedimiento se realizó con conos de papel estériles de calibre igual al último instrumento usado para la preparación biomecánica.

### **Formación de los grupos**

Luego de la preparación biomecánica, las raíces fueron divididas al azar en 5 grupos, los que quedaron conformados de la siguiente manera:

- Grupo A, 10 raíces: Se realizó obturación con hidróxido de calcio de alta pureza.
- Grupo B, 10 raíces: Se realizó obturación con Yodoformo.
- Grupo C, 10 raíces: Se realizó obturación con una mezcla de Hidróxido de calcio con Yodoformo en iguales proporciones.
- Grupo D, 5 raíces: Control negativo, obturados con vidrio ionómero modificado con resina de restauración (Vitremer), con el ápice totalmente sellado.
- Grupo E, 5 raíces: Control positivo, el ápice y conducto abierto.



En todos los casos el acceso coronal se selló con Vitremer.

### **Control de la Obturación.**

El control se realizó en todas las muestras que fueron obturadas, a través de una radiografía con el mismo protocolo anteriormente mencionado.

### **Tinción de las Raíces.**

Todas las raíces fueron pinceladas con dos capas de esmalte de uña color rojo, salvo el foramen para evitar tinción del conducto radicular a través de las paredes radiculares o conductos laterales.



Cada grupo de raíces fue colocado en un recipiente individual cerrado, que contenía tinción de Azul de Metileno al 0,2%, este recipiente estaba previamente rotulado con la letra del grupo correspondiente, la fecha y la hora de inicio del proceso.

Los recipientes fueron sometidos a una temperatura constante de 37 ° Celsius en un baño termorregulador, con una humedad del 100% por un periodo de 24 horas, semejando las condiciones orales a las que están sometidas las piezas dentarias regularmente.



A las 24 horas las raíces fueron retiradas del baño para analizar cada grupo por separado en forma aleatoria.

Una vez retiradas del baño termorregulador, las raíces fueron lavadas con un chorro de agua para eliminar restos de tinción superficial, el retiro del esmalte se realizó con bisturí.

### **Corte de las Raíces.**

Las raíces se cortaron longitudinalmente por medio de un disco de acero diamantado, realizando cortes por vestibular y palatino o lingual sin llegar al conducto, luego con una cizalla se procedió a fracturarlo para obtener un conducto libre de la acción del desgaste del disco.



### **Medición de la Microfiltración.**

Este procedimiento se realizó por medio de un calibrador digital “Digimatic Mitutoyo” que mide en centésimas de milímetro, bajo un Microscopio Lupa de 40X, esta medición se realizó desde el foramen apical hacia coronal, por dos operadores previamente calibrados.



La información obtenida de cada pieza fue consignada en una ficha confeccionada especialmente para ello, luego los datos fueron comparados estadísticamente mediante el test de ANOVA y Tukey, para ver si existían diferencias significativas en la microfiltración de cada material.

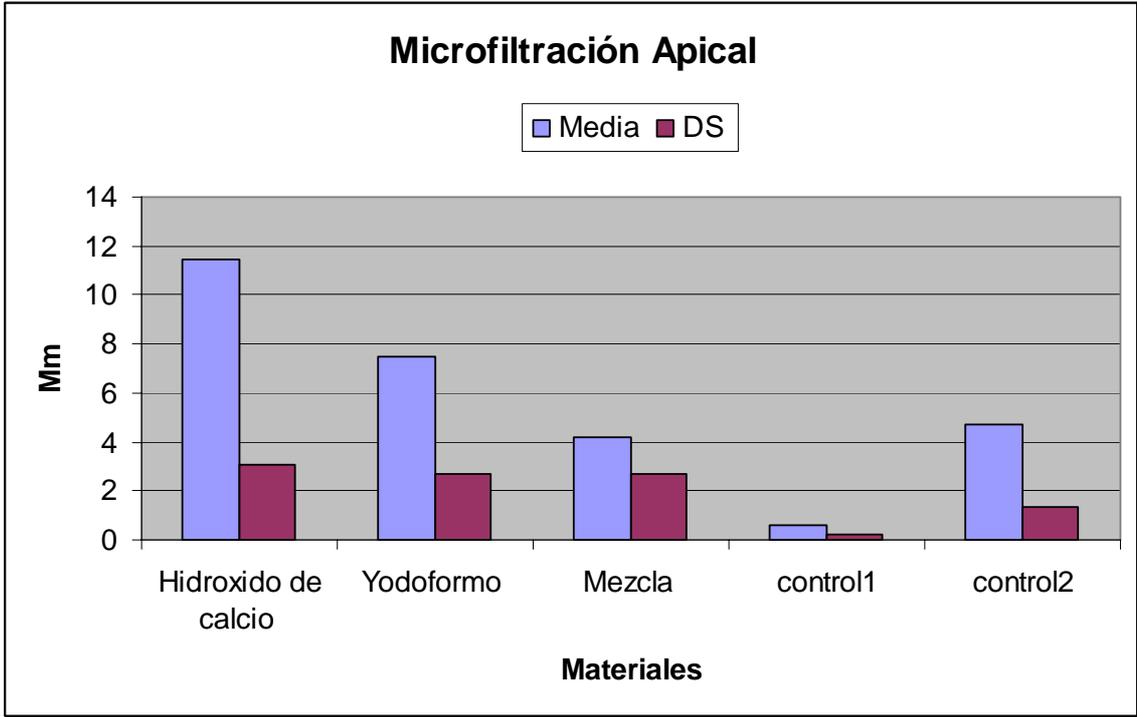
## 6. RESULTADOS

En los distintos grupos experimentales se cuantificó la microfiltración apical y los valores obtenidos se muestran en la tabla 1, donde podemos ver claramente que el material que presentó una mayor nivel de microfiltración fue el hidróxido de calcio de alta pureza, con una media de 11.44mm y que todos los materiales se filtran, aunque el vitremer, control negativo, es el que menor valor muestra, 0.63mm.

**TABLA 1. Microfiltración apical en mm. por grupo.**

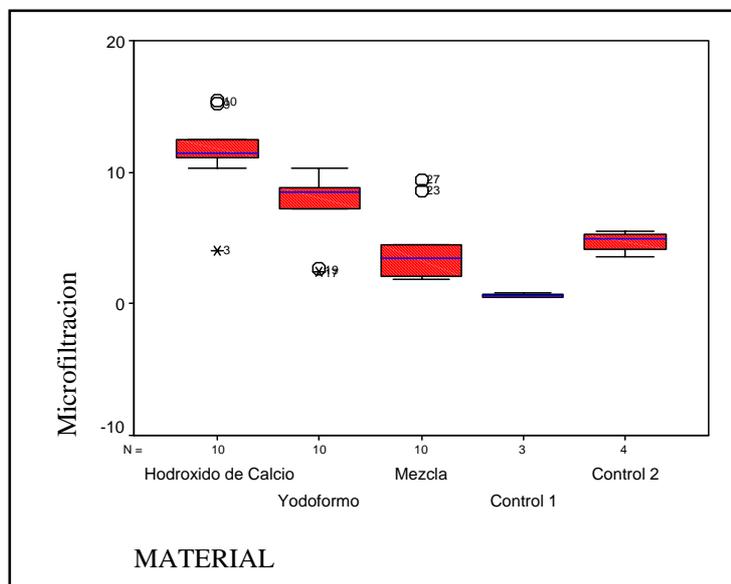
<b>Nº Muestra</b>	<b>Hidróxido de Calcio</b>	<b>Yodoformo</b>	<b>H. de C + Yodoformo</b>	<b>Vitremer</b>	<b>Sin Obturar</b>
<b>1</b>	12.44	8.5	1.95	0.89	3.56
<b>2</b>	11.13	9.06	2.11	0.44	5.5
<b>3</b>	4.06	8.47	4.64	0.56	4.66
<b>4</b>	10.25	8.6	3.16		5.16
<b>5</b>	11.35	8.48	4.49		
<b>6</b>	11.45	8.87	3.75		
<b>7</b>	11.85	2.43	9.4		
<b>8</b>	11.31	10.26	1.89		
<b>9</b>	15.19	2.63	4.53		
<b>10</b>	15.39	7.26	2.16		
<b>Media</b>	11.44	7.45	4.20	0.63	4.72
<b>DS</b>	3.10	2.69	2.73	0.22	1.32

El control positivo, que no se obturó, presentó un nivel de microfiltración menor, 4.72mm, que los que estaban obturados.



## 6.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico muestra que existen diferencias altamente significativas entre los distintos grupos ( $p \leq 0.01$ ), ya que la razón F es mucho mayor que 1 (15.097), lo que nos indica que la variabilidad total se debe al tipo de tratamiento y no al error de los grupos que sería pequeño, debido a que el grado de significancia fue  $p \leq 0.05$  (0.388) para las mediciones Inter.-grupo por lo que la variable error estaría bien controlada en este estudio, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula que postula que no existen diferencias significativa entre los materiales y se procede a comprobar la hipótesis alterna, la cual propone que al menos uno de los materiales presentaría una diferencia significativa en relación a la microfiltración, motivo por el cual se realiza otro análisis estadístico llamado test de Tukey, que es una de las pruebas de comparación múltiple que se usan post ANOVA y con ella se pueden ver cuales de los materiales son los que presenta la diferencia en su microfiltración.



En virtud de los resultados arrojados por el test de Tukey se puede decir que hay diferencia significativa y altamente significativa entre los distintos materiales, como se muestra el Hidróxido de Calcio tendría mayor microfiltración, que los otros materiales, con una media de 11.42mm, siendo significativa con el Yodoformo que presenta una media de

7.45mm y altamente significativa con los otros grupos en estudio, así el Yodoformo tiene mayor filtración que la Mezcla, que presente una media de 4.20mm, que el Vitremer que presentó una media de 0.63mm y el grupo que quedó sin obturar, que tubo una media de 4.72mm, siendo significativa solo con el Vitremer, p 0.04. La mezcla tiene mayor microfiltración que el Vitremer y menor que el resto de los grupos, teniendo una diferencia altamente significativa con el Hidróxido de Calcio y no presentaría diferencia con los otros grupos, el Vitremer tiene menor microfiltración que todos los grupos y presenta diferencia altamente significativa con Hidróxido de Calcio y significativa con el Yodoformo.

## 7. DISCUSIÓN

En este estudio in Vitro se uso azul de metileno al 0.2% para evaluar la habilidad de sellado apical que tiene el Hidróxido de Calcio, el Yodoformo y una Mezcla de ambos. Wu & Wasselink (1993), consideran que los resultados obtenidos con este método de tinción pueden ser confusos y a menudo resultar en conclusiones variables, además la microfiltración observada no puede ser extrapolada a una situación en vivo, donde M. C. Oliver (2002), agrega que estos estudios no pueden predecir el resultado de un tratamiento endodóntico. Aunque éste es de todos modos el método de estudio de microfiltración más usado (Wu & Wasselink, 1993; Tamse et al, 1998; Kleoniki Lyroudia et al, 2000). Otros autores (Ahlberg et al, 1995; Tamse et al, 1998) han comprobado su eficacia. Además se puede sumar a ésto su fácil reproducción. Roig (1996), argumenta que este método es suficientemente válido si se estandarizan las condiciones del estudio, esto de incluir el tipo de tinción usado, el tiempo de inmersión en la tinción y la aplicación o no de un procedimiento de ciclado termal. Variables que han sido controladas en este estudio.

El uso del control positivo y negativo en este estudio es muy importante, ya que valida la información obtenida en el experimento (Oliver & Abbott, 2001). En el control positivo de este estudio el nivel de microfiltración fue menor, con 4.72mm y diferencia significativa y altamente significativa, que los obturados con Hidróxido de Calcio, con 11.44mm y Yodoformo, con 7.45mm respectivamente, esto se puede atribuir en forma empírica a la producción de sales, producto de la irrigación, y limalla dentinaria que se depositarían en el tope apical, que a diferencia de los otros materiales, no sería removido por la obturación. El control negativo, obturando con Vitremer, casi no obtuvo microfiltración, 0.63mm y la que presentó pudo deberse a la existencia de foraminas que no fueron selladas o a algún canal accesorio que no fue sellado ni diagnosticado radiográfica ni clínicamente.

Al comparar los distintitos grados de microfiltración de cada material entre si, se puede decir que en este estudio se controló bien la variable error, ya que las diferencias se dieron

entre los grupos y no intergrupo, como lo muestra la prueba de Homogeneidad de las Varianzas (0.388), que nos dice que no hay diferencias significativas entre los resultados intergrupo.

Al comparar los distintos grados de microfiltración entre los materiales usados en este estudio se puede ver que el material que presentó un nivel mayor de microfiltración a las 24 horas, fue el Hidróxido de Calcio, con 11.44mm, luego el Yodoformo con 7.45mm y la Mezcla de ambos, con 4.20mm, con lo que se puede decir que el tiempo que transcurre sin que el material se infiltre sería muy bajo y desde este punto de vista se podría decir que no influiría el tiempo que el material esta en contacto con los tejidos sino la respuesta que genere en estos.

Al comparar la habilidad para sellar el ápice de los materiales usados en este estudio con otros materiales selladores como el cemento de Grosmann, la Endometasona y AH PLUS, se vio que estos materiales presentan una filtración considerablemente menor que los usados en este estudio, 1.07mm, 0.57mm y 0.39mm respectivamente. (Larenas R. 2003; Ortega C. 2003).

Una posible explicación para la mayor filtración del hidróxido de calcio es que su tamaño molecular es mayor que el del Yodoformo y se producirían más espacios entre una y otra molécula, facilitando la penetración del azul de metileno.

Para poder tener más información sobre estos procesos se sugiere realizar otros estudios, de preferencia con distintos vehículos para estos materiales.

## 8. CONCLUSIONES

Según los resultados de este estudio se puede concluir que:

- La microfiltración promedio del Hidróxido de Calcio de alta pureza a las 24 horas fue de 11.44mm.
- La microfiltración promedio del Yodoformo a las 24 horas fue de 7.45mm.
- La microfiltración promedio del Hidróxido de Calcio con Yodoformo a las 24 horas fue de 4.2mm.
- En base al análisis estadístico de este estudio In Vitro, se puede concluir que sí existirían diferencias significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los distintos materiales usados para este trabajo, siendo el Hidróxido de Calcio de Alta pureza el material que más se microfiltró, (11.44mm.), presentando una diferencia significativa con el Yodoformo (7.45mm.) y altamente significativa con la Mezcla de ambos materiales (4.20mm.).
- En relación a lo anteriormente mencionado se rechaza la hipótesis de que no habría diferencia significativa entre los materiales usados en este estudio, y se acepta la hipótesis de que al menos un material presentaría diferencia significativa.

## 9. RESUMEN

El objetivo de este estudio experimental In Vitro es cuantificar la microfiltración apical que se produce después de sellar el conducto radicular con Hidróxido de calcio, Yodoformo e Hidróxido de calcio con Yodoformo.

Para este trabajo se seleccionaron 40 dientes unirradiculares, a lo que se les corto 1.5mm en el ápice, para simular un cierre apical incompleto, y luego se removió la corona. Posteriormente fueron instrumentados con limas k hasta el número 55, irrigando entre cada instrumento con solución de hipoclorito de sodio y agua oxigenada.

Una vez tenido todos los ejemplares instrumentados se dividieron en 5 grupos, uno obturado con Hidróxido de Calcio, otro obturado con Yodoformo, otro obturado con una mezcla de Hidróxido de Calcio con Yodoformo, otro obturado con Vitremer y otro que no se obturó.

Todas las raíces fueron selladas en coronal con vitremer y pinceladas con una doble capa de esmalte de uñas, excepto a 1mm. del foramen, para luego ser sumergidas en un baño termorregulador por 24 horas a 37 grados Celsius. Luego se procedió a realizar un corte longitudinal de las raíces para separarlas en dos mitades para verificar y cuantificar la microfiltración, que se midió desde el foramen hacia la corona con un calibrador electrónico "Digimatic", de centésimas de mm. bajo un microscopio lupa de 40x.

Los datos fueron recolectados y analizados estadísticamente usando el test ANOVA y el test de TUKEY con un nivel de significancia de  $p \leq 0.05$ , encontrándose diferencias significativas en la microfiltración apical de estos materiales, siendo el Hidróxido de Calcio el que presentó mayores niveles de microfiltración, seguido del Yodoformo y la Mezcla de ambos materiales.

## 10. BIBLIOGRAFIA

1. Ahlberg KMF.; et al, 1995. A comparison of the apical sealing an extrusion between thermafil and lateral condensation techniques. *Journal of Endodontics*. 27; 660-672.
2. Brau Aguadé E. Reflexiones clínicas de la terapéutica endodóntica a partir de un estudio sobre la morfología apical. *Endodoncia*, Vol 9, N° 1, 1991
3. C. Canalda; E. Brau, 2001. *Endodoncia técnicas clínicas y bases científicas*. Editorial Masson.
4. Cohen S; Burns RC, 2002. *Pathways of the pulp*. Octava edición.
5. Czonstkowsky.; et al. 1985. Evaluation of fan injection of thermoplastcized low – temperature gutta-pecha using radioactive isotopes. *Journal Endodontics*. 11: 71-74.
6. D. Aidied et al, Comparison of different techniques for obturating experimental internal resorptive cavities. *Endod Dent Traumatol* 2000; 16: 116-121.
7. De Sousa – Neto M.; et al. 2002. Evaluation of effects of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Brazilian Dental Journal*. 13: 123-128
8. De Sousa – Neto M.; et al. 2002. Chelating Soution an dentin adhesiveness and microleakage. *Brazilian Dental Journal*. 13: 123-128
9. Delivanis & Chapman. 1982. Comparation and reliability of technique for measuring leakage and marginal penetration. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology*. 53: 410-416
10. Distel, J., Hatton, J., Gillespie, J. Biofilm formation in medicated root canals. *J Endod*, 2002, 28: 689-93.
11. Friedman S. Prognosis of inicial endodontic therapy. *Endod Topics*. 2002
12. Harrán Ponce Elías; Vilar Fernández José Antonio. The Cemento-Dentino-Canal junction, the apical Foramen, and the Apical Constriction: Evaluation by optical microscopy. *Journal of Endodontics*, Vol 29, N° 3, 2003

13. Hauman, C., Love, R. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy. Part 1: Intracanal drugs and substances. *Int Endod J*, 2003, 36: 75-85.
14. Hauman, C., Love, R. Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy. Part 2: Root canal filling materials. *Int Endod J*, 2003, 36: 147-60.
15. James C; Hulen Steve; Lexintong; Ky.1972. The relationship of the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg*, Vol 34, N 2.
16. Kersten H.; et al. 1989. Particules and Molecules in Endodontics leakage. I. *Endodontics Journal*. 22: 118-124.
17. Kleoniki Lyroudia; et al. 2000. Three-dimensional reconstruction: A new method for the evaluation of apical microleakage. *Journal of Endodontics*. 26: 36-38.
18. Kont, F.; et al. 2002. A quantitative evaluation of apical leakage of tour root – canal sealers. I. *Endodontics Journal*. 35: 979-984.
19. Larder, TC.; et al. 1976. Gutta-percha a comparative study of here method of obturation. *Jornal of Endodontics*. 2: 289-294.
20. Larenas R. 2003. Evaluación de la Filtración apical en dientes con obturación radicular utilizando Endometasona, AH PLUS y Grosmann. In Vitro. Memoria para optar al titulo de Cirujano Dentista.
21. Lasala, Angel, 1992. *Endodoncia*. Ediciones Científicas, S.A. y Técnicas. Cuarta edición.
22. Limkangwalmongkol S; et al. 1991. A comparatives study of apical leakage of endomethasone, Topseal and Roeko Seal sealers cement. *Journal of Endodontics*. 28: 423-426.
23. . Metzger Z,. Solomonov M, Mass E., 2001. Calcium hydroxide retention in wide root Canals with flaring apices. *Dental Traumatology*
24. Miñana M.,. Carnes D., Walker III W, 2001. pH changes at the surface of root dentin after intracanal dressing with calcium oxide and calcium hydroxide. *J Endod*, 27: 43-5.

25. Mondragón, Jaime, 1995. Endodoncia. Editorial Interamericana. Cuarta edición. P 163 – 177
26. Oliver M.C & Abbott, 2000. Correlation between clinical success and apical dye penetration. *International Endodontic Journal*. 34; 637-644.
27. Orstavik D; Pitt Ford TR, 1998. *Essential endodontology. Prevention and Treatment of apical periodontitis*. Londres. Blackwell Science.
28. Ortega C. 2003. Estudio cuantitativo de la Filtración Apical de una obturación radicular con cemento de Grossmann con y sin petratamiento dentinario. Memoria para optar al título de Cirujano Dentista.
29. Ozcelik, B., Tasman, F., Ogan, C, 2000. A comparison of the surface tension of calcium hydroxide mixed with different vehicles. *J Endod*, 26: 500 – 502.
30. P. Parashos, 1997. Apexificación: Case report. *Australian dental Journal*
31. Pécora, J.; et al. 2001. Evaluation of Er: YAG Laser and EDTAC on dentón adhesion of six endodontics sealers. *Brazilian Dental*. 12: 27-30.
32. Ricucci D, 1998. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. *Int. Endod J*.
33. Ricucci D; Langeland K, 1998. Apical limit of root canal instrumentation and obturation. Parte 2. A histological study. *Int. Endod J*.
34. Rodríguez Antonio & endash; Ponce, 2003. *Endodoncia Consideraciones actuales*.
35. Roig M; et al. 1996. Estudio de la microfiltración apical de cuatro cementos de obturación. *Endodoncia*. 14: 21 – 27.
36. Siriporn T.; et al. 2001. Effect of removal of the Smear Layer on Apical Microleakage. *Journal of Endodontics*. 27. 351-353-
37. Siqueira, J., Uzeda, M. Disinfection by calcium hydroxide pastes of dentinal tubules infected with two obligate and one facultative anaerobic bacteria. *J Endod*, 1996, 22: 674-6
38. Soares Golberg, 2002. *Endodoncia. Técnica y Fundamentos*.
39. Staehle, H., Spiess, V., Heinecke, A., Muller, H. Effect of root canal filling materials containing calcium hydroxide on the alkalinity of root dentin. *Endod Dent Traumatol*, 1995, 11: 163-8.

40. Starkey, D.; et al. 1993. An evaluation of the effects of methilen blue dye pH in apical leakage. *Journal of Endodontics*. 19: 435-439.
41. Swartz DB; Skidmore AE; Grieffin JA. Twenty years of endodontic success and failure. *Journal of Endodontics*, 1983
42. Tamse, A.; et al., 1998. Evaluation of the apical seal produced by Irbid root canal filling method, combining lateral condensation and thermatic compaction. *Journal of Endodontics*. 10: 299-303.
43. Walton E. Richard; Torabinejad Mahmoud, 1997. *Endodoncia Principios y práctica*. Editorial McGraw & Hill Interamericana. México. Segunda Edición.
44. W.N Vonder Lehr, A.B; M.A.T; R.A Marsh, 1973. A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg*.
45. Wu M. K; Wesselink P.R, 1993. Endodontic leakage studies reconsidered Part. I; Methodology, application and relevance. *International Endodontic Journal*. 26; 37-43.
46. Yury Kuttler. Cap II. *Anatomía Topográfica de la cavidad endodóncica*. 1980

## 11. ANEXOS 1

- **Análisis de Homogeneidad de las varianzas**, este procedimiento se realiza para ver la variabilidad intergrupo (error experimental).

### Prueba de homogeneidad de varianzas

Microfiltracion

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.070	4	32	.388

- **Prueba estadística de ANOVA**, este procedimiento se realiza para ver la variación que existe entre los grupos e intergrupo para así poder determinar si se acepta o rechaza la hipótesis nula de este trabajo. Que dice que no habría deferencia significativa entre los materiales.

### ANOVA

Microfiltracion

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	418.481	4	104.620	15.097	.000
Intra-grupos	221.752	32	6.930		
Total	640.233	36			

## 11. ANEXO 2

- **Test de Tukey**, este procedimiento es una de las pruebas de comparación múltiple que se usan post ANOVA y con ella se pueden ver cuales de los materiales son los que presentan la diferencia en su microfiltración.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Microfiltracion

	(I) MATERIAL	(J) MATERIAL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD de Tukey	Hodroxido de Calcio	Yodoformo	3.9860*	1.17726	.015	.5844	7.3876
		Mezcla	7.2340*	1.17726	.000	3.8324	10.6356
		Control 1	10.8120*	1.73289	.000	5.8050	15.8190
		Control 2	6.7220*	1.55737	.001	2.2221	11.2219
	Yodoformo	Hodroxido de Calcio	-3.9860*	1.17726	.015	-7.3876	-.5844
		Mezcla	3.2480	1.17726	.067	-.1536	6.6496
		Control 1	6.8260*	1.73289	.004	1.8190	11.8330
		Control 2	2.7360	1.55737	.415	-1.7639	7.2359
	Mezcla	Hodroxido de Calcio	-7.2340*	1.17726	.000	-10.6356	-3.8324
		Yodoformo	-3.2480	1.17726	.067	-6.6496	.1536
		Control 1	3.5780	1.73289	.260	-1.4290	8.5850
		Control 2	-.5120	1.55737	.997	-5.0119	3.9879
	Control 1	Hodroxido de Calcio	-10.8120*	1.73289	.000	-15.8190	-5.8050
		Yodoformo	-6.8260*	1.73289	.004	-11.8330	-1.8190
		Mezcla	-3.5780	1.73289	.260	-8.5850	1.4290
		Control 2	-4.0900	2.01056	.273	-9.8993	1.7193
	Control 2	Hodroxido de Calcio	-6.7220*	1.55737	.001	-11.2219	-2.2221
		Yodoformo	-2.7360	1.55737	.415	-7.2359	1.7639
		Mezcla	.5120	1.55737	.997	-3.9879	5.0119
		Control 1	4.0900	2.01056	.273	-1.7193	9.8993
t de Dunnnett (<control) <sup>a</sup>	Hodroxido de Calcio	Control 2	6.7220	1.55737	1.000		10.1348
		Yodoformo	2.7360	1.55737	.995		6.1488
		Mezcla	-.5120	1.55737	.626		2.9008
		Control 1	-4.0900	2.01056	.068		.3159

\*. La diferencia entre las medias es significativa al nivel .05.

a. Las pruebas t de Dunnnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

## ÍNDICE

1. Introducción .....	2-3
2. Hipótesis .....	4
3. Objetivos .....	5
4. Revisión Bibliográfica .....	6-24
4.1. Formación Radicular .....	6
4.1.1. Anatomía de los Conductos .....	7-8
4.2. Obturación Radicular .....	9-10
4.3. Reacción Tisular .....	11-12
4.4. Inducción al Cierre Apical .....	13-19
4.4.1. Materiales usados en la inducción al cierre apical .....	17-18
4.4.2. Técnicas usadas en la inducción del cierre apical .....	19
4.5. Microfiltración Apical .....	20
4.5.1. Métodos de evaluación microfiltración apical .....	21
5. Materiales y Métodos .....	22-28
5.1. Materiales .....	22
5.2. Métodos .....	23-28
6. Resultados .....	29-32
6.1. Análisis Estadístico .....	31-32
7. Discusión .....	33-34
8. Conclusiones .....	35
9. Resumen .....	36
10. Bibliografía .....	37-40
11. Anexos .....	41-42