



**EVALUACION IN VITRO DE TRES BIOMATERIALES  
RESTAURADORES TIPO CEMENTO IONÓMERO DE VIDRIO USADOS  
COMO BARRERAS INTRACORONARIAS EN ENDODONCIA**

Trabajo de Investigación requisito para optar al Título de Cirujano-Dentista

Alumnos: Alejandra Sánchez Cortés  
Leonard Soto Orellana

Docente Guía: Dr. Fernando Bahamondes Ibaceta  
Cátedra de Endodoncia

Valparaíso – Chile  
2010

A mis viejos, por apoyarme en todas las cosas que he emprendido

A mi hermano, por bancarme todas mis cosas, buenas y malas.

A mi familia, por la preocupación constante, gracias Marcos, Abuelita, Tata, Tía Alí y los que ya no están.

A mis amigos, por todos estos años de amistad y buena onda.

A la Ale, por ser amiga y compañera en este camino.

Leonard Soto

Dedicado a mis padres Esteban y Regina, por toda su paciencia, cariño y apoyo

A mis Abuelitos por sus oraciones que tanto me ayudaron

A mis hermanos por todo su cariño, especialmente a ti Flori por llenarme de alegría

A todas mis tías que siempre me apoyaron en cuanto pudieron por ayudarme a salir adelante

A mi querido amigo y compañero de tesis Leo, por todo su apoyo e infinita paciencia

Alejandra Sánchez

Nuestros más sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible  
la realización de esta investigación:

Al Dr. Fernando Bahamondes guía y conductor de este proyecto  
quién aportó toda su comprensión y generosa ayuda,  
además de sus conocimientos, prestando su total apoyo  
y cooperación para el éxito de esta investigación.

A nuestras familias por apoyarnos en esta enorme responsabilidad  
A nuestros amigos y compañeros, con quienes compartimos penas y alegrías  
A todos nuestros profesores que cada uno a su manera nos dio lo mejor de sí,  
para formarnos en nuestro camino profesional  
A nuestros pacientes, fundamentales en la construcción del aprendizaje  
y a Dios, motor final de todo nuestro éxito.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	
1. Historia	2
2. Características de los dientes tratados endodóticamente	4
3. Microinfiltración Marginal	9
4. Cementos Ionómeros de Vidrio	16
HIPÓTESIS	27
OBJETIVOS	27
MATERIAL Y MÉTODO	
1. Metodología	28
2. Material y Método	30
RESULTADOS	35
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES	45
SUGERENCIAS	46
RESUMEN	47
BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	

## INTRODUCCIÓN

La endodoncia hace algunas décadas se basaba en la tríada de desbridamiento, esterilización y obturación del sistema de conductos radiculares, siendo los tres igualmente importantes. En la actualidad, el éxito del tratamiento del conducto radicular se basa en principios más amplios. Entre ellos se incluyen la planificación del diagnóstico y el tratamiento, el conocimiento de la anatomía radicular y su morfología, y más recientemente en el correcto sellado coronario de los conductos radiculares post-tratamiento.

La microinfiltración coronaria se considera una de las principales causas de fracaso de los tratamientos de conductos radiculares. La falta de un adecuado sellado coronario permite la penetración desde la cavidad bucal, de microorganismos y sus productos que podrían eventualmente llegar al foramen apical. Por esta razón, la contaminación de los conductos radiculares obturados se relaciona con el tiempo transcurrido entre el momento de la obturación de los conductos y la restauración definitiva, así como también, al deterioro de la obturación provisional y/o a la fractura del diente.

Es por esto que el profesional odontólogo recurre a materiales provisionales y/o definitivos para el sellado coronario temporal, que invariablemente sufren procesos de microinfiltración al estar algún tiempo en la cavidad bucal bajo condiciones de: humedad, temperatura, cargas funcionales y no funcionales, comprometiendo la obturación radicular y el pronóstico del diente como se ha señalado anteriormente.

Actualmente, en el mercado Chileno existe una amplia variedad de productos que cumplen esta función, sin embargo no hay evidencia científica que avale cuál es el que mejor. Por lo tanto nuestro objetivo será probar tres tipos de materiales restauradores del tipo Cemento Ionómero de Vidrio como barreras intracoronarias, mediante un método de infiltración de tinta en dientes tratados endodónticamente y analizar posteriormente cuál de ellos, presenta el menor grado de infiltración marginal, en un periodo de dos y cuatro semanas.

## MARCO TEÓRICO

### 1. HISTORIA

La endodoncia es una ciencia que comprende la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y de sus repercusiones en la región periapical y por consiguiente en el organismo (Leonardo, 2005).

El tratamiento endodóntico bien realizado tiene un porcentaje de éxito entre un 90 y 95% en el largo plazo, estos índices difieren dependiendo de la condición pulpar y perirradicular presente pre-tratamiento. (Estrela, 2005)

Históricamente, muchos autores han señalado el impacto de la calidad de la obturación radicular ligado al pronóstico del diente tratado endodónticamente, así como también, la importancia de la infiltración apical en el éxito de la terapia. (Hommezz, 2002).

Existen cinco factores biológicos que contribuyen a los fracasos endodónticos en los que se observa radiolucidez periapical: 1. infección intrarradicular persistente en el sistema de conductos radiculares; 2. infección extrarradicular; 3. la extrusión de material de obturación u otros materiales que causan reacción a cuerpo extraño; 4. lesiones quísticas verdaderas; 5. el tejido cicatricial que cicatriza la lesión. Debe recalarse que de todos estos factores la infección microbiana persistente en el sistema de conductos es la principal causa de fracasos endodónticos, tanto en los casos mal tratados como en los adecuadamente tratados. (Cohen, 2008)

Por esto, es necesario que confluyan varios factores para la perfecta realización y éxito del tratamiento endodóntico, entre los que destacan: la correcta determinación del diagnóstico que representa la esencia del tratamiento; la selección de casos, que juzga la previsión del éxito del tratamiento; el control de la infección; el planeamiento, capaz de racionalizar y organizar las etapas preoperatorias; la obediencia a los principios biológicos y mecánicos de la preparación del conducto radicular; la utilización de técnicas biocompatibles, y la adecuada restauración del diente. (Estrela, 2005)

Una de las causas más importantes que contribuye al éxito del tratamiento endodóntico es la correcta prevención del diente frente a los contaminantes bacterianos presentes en la saliva, estos agentes pueden alcanzar la región apical y traspasar hacia los tejidos periapicales resultando en una lesión periapical post tratamiento. (Madarati y cols, 2008)

La gutapercha por sí misma es incapaz de prevenir esta infiltración, y como consecuencia, para asegurar el pronóstico del diente tratado es necesario un adecuado sellado coronal con un buen material temporal o definitivo. (Madarati y cols, 2008).

Lamentablemente, los materiales temporales o provisionales, tienen un tiempo limitado de uso, debido a que con el tiempo sus propiedades van disminuyendo, propiciando fenómenos negativos para el pronóstico del diente, uno de ellos es la microinfiltración.

## 2. CARACTERISTICAS DE LOS DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE

### 2.1 Dentina

La dentina se compone aproximadamente de un 70% de material inorgánico, un 20 % de orgánico y 10% de agua. El principal componente inorgánico es la hidroxiapatita, la matriz orgánica se compone en un 91% de colágeno, la mayor parte pertenece al Tipo I, pero hay un pequeño porcentaje del Tipo V. Entre los principales componentes de la matriz se encuentran, fosfoproteínas, proteoglicanos, proteínas que contienen G-carboxiglutamato, glucoproteínas ácidas, factores de crecimiento y lípidos. (Cohen, 2008).

#### 2.1.1 Clasificación Histotopográfica de la Dentina:

En la dentina se consideran tres zonas:

- Dentina del Manto o Palial:  
Es la primera dentina sintetizada por los odontoblastos; constituye una delgada capa de 20  $\mu\text{m}$  de espesor que queda ubicada por debajo del esmalte y del cemento, respectivamente.  
La matriz orgánica de la dentina del manto está formada por fibras de colágeno (fibras de Von Korff) muy gruesas, que se disponen de forma ordenada y regular. En la corona se orientan paralelas a los túbulos dentinarios, siendo perpendiculares a la conexión amelodentinaria, pero en la raíz son paralelas a la interfase cemento dentinaria, o sea perpendiculares a los túbulos dentinarios. Existen otras fibras de menor grosor y de disposición irregular.  
Los mecanismos de mineralización de la dentina del manto son diferentes a los del resto de la dentina, y como consecuencia la dentina del manto resulta menos calcificada que la circumpulpar.  
Por último, la dentina del manto presenta un número aumentado de túbulos pues contiene las ramificaciones terminales de los mismos.
- Dentina circumpulpar:  
Comienza a depositarse una vez formada la dentina del manto. Esta forma el mayor volumen de dentina de la pieza dentaria, y se extiende desde la zona del manto hasta la predentina; su nombre proviene del hecho de que rodea a la pulpa.  
Las fibrillas colágenas son aquí considerablemente más delgadas que las de la dentina del manto, y se disponen irregularmente, formando una malla densa. La calcificación de la dentina circumpulpar es de tipo globular y no lineal como ocurre en la dentina del manto.

- Pre dentina:  
Es una capa de dentina sin mineralizar, de 20 a 30  $\mu\text{m}$  de ancho, situada entre los odontoblastos y la dentina circumpulpar. Está constituida por una matriz orgánica dentinaria, muy rica en componentes azufrados, la cual puede compararse a la sustancia osteoide del hueso, se localiza entre la dentina mineralizada y el tejido conectivo pulpar. La pre dentina está atravesada por las prolongaciones de los odontoblastos acompañadas, en algunos casos, por fibras nerviosas o por las prolongaciones de las células dendríticas.  
La primera capa de matriz extracelular formada por los odontoblastos es pre dentina; a medida que ésta se calcifica se forma nueva pre dentina. Así, la capa de pre dentina se mantiene durante toda la vida del diente, como consecuencia de la actividad cada vez más lenta, pero continua de los odontoblastos. (Gómez, 2002)

### 2.1.2 Permeabilidad de la dentina

Los túbulos dentinarios son los conductos principales para la difusión del fluido a través de la dentina. Puesto que la permeabilidad a los fluidos es proporcional al diámetro y al número de túbulos, aumenta conforme a los túbulos convergen en la pulpa. (Figura 1).

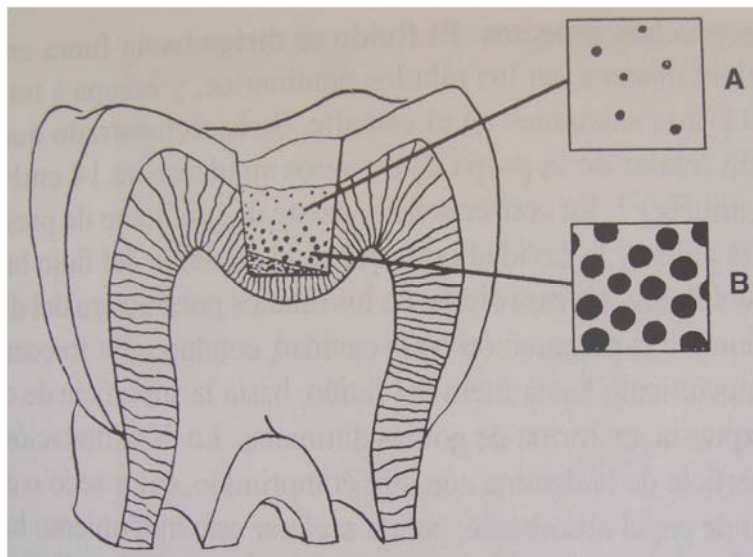


Figura 1: Esquema ilustrativo de la diferencia de tamaño y la densidad de los túbulos del suelo dentinario entre una preparación de cavidad superficial (A) y otra profunda (B). (Cohen, 2008)

Los factores modificadores de la permeabilidad de la dentina incluyen la presencia de prolongaciones odontoblásticas en los túbulos y la lámina limitante que recubre los túbulos. El diámetro funcional o fisiológico de los túbulos equivale a alrededor del 5-10% del diámetro anatómico, este diámetro es suficiente para que las bacterias no puedan pasar libremente hacia la pulpa, sin embargo sus productos bacterianos sí pueden hacerlo, lo que en la práctica clínica significa, que la pulpa desarrolla una reacción inflamatoria antes de ser infectada. (Cohen, 2008).

Humme y cols. (1996), descubrieron que la permeabilidad de la dentina radicular era más baja que la de la dentina coronal, este hecho se atribuyó a una disminución de la densidad de los túbulos dentinarios desde, aproximadamente, 42.000/mm<sup>2</sup> en la dentina cervical, hasta alrededor de 8.000/mm<sup>2</sup> en la porción radicular. Esta disminución considerable puede deberse a la necesidad de la dentina radicular de impermeabilizarse a las sustancias tóxicas, como los productos bacterianos propios del biofilm bacteriano.

La eliminación del Smear Layer o barro dentinario con sustancias ácidas o EDTA aumentan significativamente la permeabilidad de la dentina, al disminuir la resistencia de la superficie y ensanchar los conductos. (Figura 2 y 3).

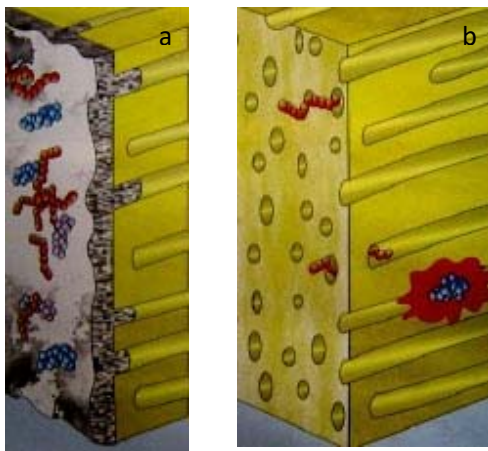


Figura 2: a) Esquema de la capa de barro dentinario, túbulos taponados con dentina hasta 5  $\mu\text{m}$  de profundidad.

b) Eliminación de capa de barro dentinario por medio del uso de quelantes, exponiendo las aperturas de los túbulos dentinales. (Azüero M. 2006).

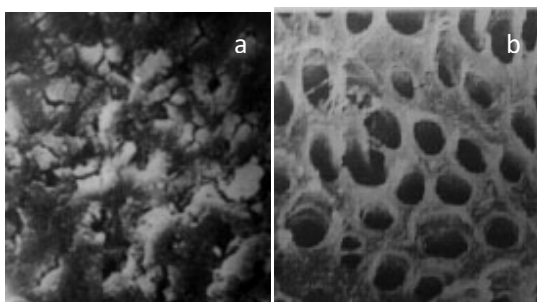


Figura 3: a) Conducto instrumentado sin uso de quelante.

b) Conducto instrumentado y tratado con EDTA. (Azüero M. 2006).

Cuando la superficie dentinaria, tanto vital como no vital, se expone al medio ambiente oral durante 150 días, la invasión bacteriana de los túbulos dentinarios se acelera en los dientes no vitales. Es probable que este hecho se deba a la resistencia frente a la invasión, proporcionada por el movimiento hacia afuera del líquido dentinario y la presencia de prolongaciones odontoblásticas en los túbulos de los dientes vitales. También es posible la presencia de anticuerpos u otras sustancias antimicrobianas dentro del fluido dentinario de los dientes con pulpas vitales. (Cohen, 2008)

### 2.1.3 Cambios dentinarios con la edad

La formación continua de dentina secundaria a lo largo de la vida reduce poco a poco el tamaño de la cámara y conductos radiculares. Existe una disminución gradual de la celularidad y un aumento simultáneo del número y grosor de fibras colágenas, sobretodo en la pulpa radicular. Los odontoblastos disminuyen de número y tamaño y pueden desaparecer totalmente en ciertas áreas de la pulpa, también ocurre una reducción progresiva del número de nervios y vasos sanguíneos. (Cohen, 2008)

Los principales cambios de la dentina relacionada con el envejecimiento consisten en un aumento de la dentina peritubular, la esclerosis dentinaria y el número de “tractos muertos” (grupo de túbulos dentinarios, en los que faltan las prolongaciones de los odontoblastos). La esclerosis dentinaria provoca una disminución gradual de la permeabilidad de la dentina a medida que disminuye progresivamente el diámetro de los túbulos dentinarios. (Cohen, 2008)

## 2.2 Factores que afectan el pronóstico

La contaminación del sistema de conductos radiculares, frecuentemente llamado microinfiltración, es una potencial causa de falla en los tratamientos de endodoncia. Esta infiltración del sistema de conductos radicular puede ocurrir tanto a nivel coronal como apical.

La efectividad del tratamiento va a depender de técnicas intraoperatorias y postoperatorias. Dentro de las intraoperatorias se encuentran el uso de aislamiento absoluto, uso de instrumental estéril y experiencia profesional.

Actualmente se piensa que en las etapas postoperatorias el factor más importante es la inmediata restauración del diente, para esto se prefieren las restauraciones adhesivas, ya que minimizan la microinfiltración. La calidad de la restauración definitiva tiene una relación directa con el pronóstico del diente a largo plazo. (Iqbal y cols, 2003).

Cuando esto no es posible se debe proteger la entrada al conducto con una barrera intracoronaria, que se define como la eliminación de los 2 o 3 mm más coronales de la obturación endodóntica y la posterior obturación con un material hasta el piso cameral, que puede ser Cemento Ionómero de Vidrio o Resina Compuesta. (Wolanek, 2001).

### 3. MICROINFILTRACIÓN MARGINAL

La microinfiltración marginal se define como el ingreso de fluidos orales, en el espacio entre la estructura dentaria y la restauración (Rodrigues y cols, 1995). Esta interfase o brecha varía dependiendo de los factores físico-químicos que afecten la unión de la pieza dentaria y el material restaurador.

En endodoncia la microinfiltración coronal o apical, se refiere al movimiento de fluidos y microorganismos a lo largo de la interfase entre las paredes de dentina del conducto y material de obturación radicular y/o a través de los espacios entre el material de obturación radicular. (Leonard y cols, 1996)

Una de las causas principales de microinfiltración: es la pobre adaptación de los materiales restauradores a la estructura dentaria, por la condición misma del material, debido a que en algunos materiales ocurre una contracción de polimerización; la influencia de las fuerzas masticatorias o una técnica incorrecta por parte del operador, ya que es una técnica muy sensible.

Otros factores relevantes, dependiendo del material restaurador son: la adhesión a la estructura dentaria, el coeficiente de expansión térmica lineal, la absorción de agua, la contracción de polimerización, la resistencia compresiva, la resistencia flexural, y la resistencia tensional diametral, entre otras.

Algunos estudios han evaluado diferentes adhesivos, demostrando que la microinfiltración marginal de materiales adhesivos en esmalte es inferior que en dentina, y que aumenta mientras más cerca del límite amelo cementario se encuentre (Mandras, 1993)

En endodoncia, esta microinfiltración puede potencialmente comprometer el éxito del tratamiento, por lo tanto se ha puesto énfasis en que la calidad de la obturación coronal es clave en el mantenimiento a largo plazo de la salud de los tejidos periapicales luego de la terapia. (Koagel, 2008)

Ray & Trope (1995), van más allá y proponen que la calidad de la restauración coronal tiene un impacto, tanto o más que la calidad del relleno endodóntico propiamente tal.

Planteamientos como estos justifican el explosivo desarrollo, en los últimos quince años de experimentos tendientes a esclarecer la real importancia y trascendencia del sellado coronal como factor predictor en el tratamiento endodóntico.

Se ha demostrado que en ausencia de sellado coronal la contaminación puede ocurrir en menos de tres días. (Barrieshi, 2005).

Barrieshi, (2005), reportaron la completa contaminación del conducto radicular con dos agentes bacterianos luego de 19 y 42 días en diente obturados endodónticamente sin sellado coronal

Wolanek, (2001), demostró que la endotoxina del *actinobacillus actinomycetemcomitans* fue capaz de pasar a través de la obturación radicular en veinte días.

Asimismo, Torabinejad y Kettering (1990), realizaron un estudio *in vitro* donde evaluaron la penetración bacteriana a través de dientes tratados endodónticamente. Cuarenta y cinco conductos radiculares fueron limpiados, preparados y obturados con gutapercha. La porción coronaria de las raíces obturadas fueron puestas en contacto con *Staphylococcus epidermidis* y *Proteus vulgaris*. Se determinó el tiempo requerido para que estas bacterias penetraran el conducto radicular completo. Un 85% de los dientes inoculados con *P. vulgaris* fueron penetrados completamente a los 66 días, mientras un 88% de los inoculados con *S. epidermidis* fue totalmente infectado en 30 días.

A su vez, Goldman et al (1980). realizaron un estudio *in vitro* para evaluar la resistencia de un polímero plástico hidrofílico (Poly-HEMA) colocado dentro del conducto. Las pruebas fueron realizadas en 20 dientes, para verificar si eran invadidos por *Proteus mirabilis* y *Streptococcus salivarius*, ambos microorganismos formadores de ácido, se utilizó un medio nutritivo de cultivo como indicador de la penetración bacteriana. Observaron que en el grupo control, donde no realizaron obturación pero fue inoculado, hubo cambios de color a las 24 horas, esto demostró que hubo penetración bacteriana. Sin embargo, los dientes obturados no mostraron cambio de coloración en el medio de cultivo indicador después de 42 horas, inclusive observaron que la viabilidad de las bacterias era limitada a 4 días al entrar en contacto con el material.

El uso de obturación provisional es un factor importante en la prevención de la contaminación de los conductos obturados antes de colocar la restauración definitiva. Un gran número de materiales han sido utilizados para sellar la cavidad de acceso: gutapercha, Cavit, óxido de zinc eugenol, ionómero de vidrio, resinas compuestas.

Sin embargo, la capacidad de sellado coronario ha sido evaluada con resultados variados, aunque, hay un común acuerdo en que todos los materiales permiten microinfiltración. Es bien conocido que después de completado el tratamiento de conductos radiculares frecuentemente transcurre un tiempo antes de la restauración definitiva y es durante este tiempo que puede haber factores que pueden contribuir a la contaminación, pero la pregunta es qué tan rápido se produce la completa contaminación del sistema de conductos. (Camejo, 2007)

Imura et al (1997). realizaron un estudio *in vitro* en 70 dientes extraídos unirradiculares para determinar el tiempo que necesitan los microorganismos presentes en saliva humana para penetrar a través de algunos materiales de

obtención provisional comúnmente usados, en dientes tratados endodónticamente. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que ninguno de los materiales de obturación provisional evaluados, IRM y Cavit pudieron prevenir la microinfiltración de microorganismos en un período de 22 días.

A su vez, Barthel et al (1999). realizaron un estudio *in vitro* para determinar la capacidad de diferentes materiales de obturación provisional para prevenir la microinfiltración coronaria de *Streptococcus mutans*. Utilizaron 103 dientes humanos unirradiculares, los conductos fueron instrumentados y obturados con gutapercha y fueron sellados coronariamente con Cavit, IRM, cemento de ionómero de vidrio, combinación Cavit y cemento de ionómero de vidrio o IRM y cemento de ionómero de vidrio.

Los autores observaron que el grupo Cavit, el grupo IRM y el grupo Cavit y cemento de ionómero de vidrio mostraron más microinfiltración que los grupos obturados con cemento de ionómero de vidrio e IRM y cemento de ionómero de vidrio, resultados que fueron estadísticamente significativos. Este estudio parece indicar que sólo el cemento de ionómero de vidrio y la combinación IRM con cemento de ionómero de vidrio pudieron prevenir la penetración hacia el periápice, por un período de 1 mes, tiempo que duró la prueba. Los autores recomiendan la colocación de la restauración definitiva tan pronto como sea posible.

Chailertvanitkul et al (1997). realizaron un estudio *in vitro* para investigar la capacidad de sellado del cemento de ionómero de vidrio reforzado con resina, Vitrebond, en dientes tratados endodónticamente. Los autores usaron como marcador una mezcla de estreptococos anaerobios y *Fusobacterium nucleatum*; después de 60 días de experimentación, pudieron observar que el ionómero de vidrio reforzado con resina es una barrera efectiva en la prevención de la microfiltración en los dientes tratados endodónticamente.

Balto (2002), evaluó *in vitro* la microfiltración microbiana utilizando Cavit, IRM y Dyract como material de obturación provisional, a un espesor de 3,5 mm, después de realizado el tratamiento de conductos radiculares. Se uso un marcador microbiológico constituido por *Streptococcus faecales* y *Candida albicans* para evaluar el grado de microfiltración coronaria. Al final de los 30 días, se demostró que todos los especímenes del control positivo (sin material de obturación sobre la gutapercha) mostraron microinfiltración durante la primera semana, mientras el control negativo (sin material de obturación sobre la gutapercha, pero cubierto completamente con brillo de uñas) no mostró microfiltración durante el período de prueba. En los especímenes con IRM comenzó la microfiltración después de los 10 días, mientras, que Cavit y Dyract mostraron microfiltración después de 2 semanas.

Anderson et al, demostraron que las cavidades de acceso restauradas con ionómeros modificados con resina presentan una significativa infiltración luego de siete días (Galvan Jr., 2002).

### 3.1 Microinfiltración y adhesión a la estructura dentaria

Para el éxito del tratamiento endodóntico, es fundamental preocuparse del grado de adhesión que presentan los materiales restauradores a la estructura dentaria, ya que con una buena adhesión se logrará evitar la microinfiltración.

La adhesión a la estructura dentaria depende fundamentalmente a qué estructura dentaria se unirá, en la parte coronaria del diente dependiendo del remanente que se encuentre podremos obtener adhesión a esmalte y dentina, en cambio, cuando se prepara el conducto radicular solo obtendremos unión a dentina.

Características como la composición química de la dentina (contenido orgánico y acuoso); variaciones topográficas estructurales (cantidad y diámetro de los tubos dentinarios), así como la existencia de la capa de desechos o barro dentinario (smear layer) resultante de la preparación dentaria ejercen la influencia directa sobre la adhesión a ese tejido (Barbosa et al., 2005).

Con los sistemas adhesivos se logro mejorar el mecanismo de unión a la dentina, estos sistemas se basan en el concepto de hibridación y proporcionan un acondicionamiento de la dentina, mediante el uso de ácidos que remueven el barro dentinario, desmineralizan la dentina, exponen la malla de colágeno con la consecuente acción del sistema adhesivo dando paso a la llamada "capa híbrida".

Para algunos autores la capa híbrida es considerada un avance en cuanto a adhesión, en cambio Barbosa et al. en el 2004, afirman que al desmineralizar la dentina se expone una trama de fibras colágenas sin soporte, representando un sustrato extremadamente susceptible a las alteraciones del medio.

Se debe mantener la dentina hidratada, ya que permite que las fibras colágenas se mantengan extendidas, sin contracción, facilitando la penetración de los sistemas adhesivos hidrofílicos en esta red de colágeno y tengan acceso a la superficie porosa mineralizada. Esta humedad de la dentina tampoco debe ser excesiva ya que podría impedir el paso de los monómeros resinosos a áreas más profundas. (Barbosa, 2004)

### 3.2 Termociclado

El Termociclado es un procedimiento diseñado para ser una representación fiel de los cambios térmicos que se producen en la cavidad oral y que en teoría, van a desencadenar modificaciones importantes de los materiales restauradores (aumentar la interfase diente-restauración). El proceso consiste en someter las muestras a cambios bruscos de temperatura, intercalando baños de agua fría y caliente, durante un tiempo predeterminado. Esta diferencia de temperatura constante al que están sometidas las restauraciones puede, eventualmente, resultar nociva para su normal funcionamiento. (Coral y cols. 2002).

Al ser una técnica, en general, nueva, no existe una estandarización de: tiempo, temperatura, número de ciclos. Sin embargo, Gale y Darvell (1993), evidenciaron que existen algunas condiciones que se van repitiendo en cada estudio, y que corresponden a:

- Temperatura mínima: 5° C
- Temperatura máxima: 55° C
- Tiempo inmersión: 30 segundos
- Ciclos: 500

Sin embargo, en condiciones normales el cambio de temperatura no es realmente tan brusco como se presenta en el Termociclador, existe lo que se llama modulación de la temperatura, es decir ocurre una “normalización” antes del golpe térmico, por lo tanto es necesario mejorar el proceso del termociclado. Existen nuevas tendencias en cuanto al tiempo de inmersión y de descanso, pero que no han sido recopiladas y testeadas convenientemente (Gale y Darvell, 1999).

### 3.3 Métodos para medir la infiltración marginal

Existe una amplia bibliografía con respecto a cómo finalmente se mide esta variable, pero en general se documentan cuatro tipos de pruebas posibles de realizar con resultados favorables y confiables:

1. Prueba electroquímica.

Los dientes son montados en cilindros plásticos y a su vez estos, en una placa petri, posteriormente son puestos en contacto en su parte coronal y apical en una solución de 0,01 mol / L de NaCl. Se colocan electrodos en ambos contenedores, y estos son conectados mediante un circuito eléctrico con una corriente continua de 20v.

Se registran los valores para cada raíz. Cuanto mayor sea la impedancia de los valores, menos conexión existe entre la zona coronal y apical de los dientes obturados.

2. Prueba bacteriológica.

Los dientes son cementados en tubos de ensayo plástico Eppendorf, a los cuales previamente se les retira el fondo con un instrumento caliente, quedando la raíz de los dientes libres. Se coloca el tubo de ensayo plástico Eppendorf dentro de un tubo de ensayo de cristal quedando en contacto las raíces del diente con un medio de cultivo estéril contenido en el tubo. Con una micropipeta es colocado en el acceso cameral una suspensión con bacterias determinadas en el estudio, y son mantenidas a la temperatura adecuada para la proliferación de estas. El medio de cultivo es monitoreado para observar si varía la turbiedad con la presencia de las bacterias.

3. Modelo de filtración al vacío.

Consiste en la adhesión de los dientes a una plataforma de Plexiglás. Estos dientes son unidos a una tubería de polietileno por donde es administrada en sentido corono-apical, la presión con gas Helio, y mantenida constante a 250mm/Hg durante todo el experimento. Una pequeña burbuja de aire es introducida en el capilar del tubo con una microjeringa (0.35mm de diámetro). La capacidad del sellado se mide por el movimiento de la burbuja dentro del sistema capilar-diente por un tiempo de 5 minutos bajo presión constante con valores de  $\mu\text{l}/\text{min}$ .

4. Modelo clásico de filtración de fluidos.

Los dientes son cubiertos en toda su superficie exceptuando el acceso a la cavidad, con esmalte de uñas y sumergidos en una solución de tinta para ser mantenidos en estas condiciones hasta que finalice el ciclo establecido, posteriormente se utilizan diferentes métodos como cortes o

desmineralización, para recopilar los resultados que generalmente se visualizan utilizando un método de amplificación de la imagen a través de microscopía. (Karagenç y cols, 2006)

El modelo clásico de filtración de fluidos con tinta, es el método más utilizado por los investigadores en estudios in vitro para determinar microinfiltración en obturaciones endodónticas y es, por tanto, comparable con otros estudios, además tiene un bajo costo y es fácil de realizar. Sin embargo, las pruebas de filtración de fluidos con tinta tienen una alta desviación estándar y su importancia clínica ha sido cuestionada.

Esta prueba consiste, básicamente, en un recipiente con tinta negra suficiente para que al depositar los dientes, éstos queden sumergidos en su totalidad, durante el tiempo que el investigador estime conveniente.

Como consecuencia de lo simple (aparentemente) de la prueba, se han utilizado muchos tipos de tinta para realizar la experimentación: tinta de impresión, azul de metileno, fucsina básica, tinta de dibujo, entre otras. Pero no fueron hasta los estudios de Mente y cols. en el 2009, que se tuvo real certeza de cuál tipo específico de colorante era el más apropiado.

El relleno endodóntico por naturaleza es muy permeable a partículas de bajo tamaño molecular, incluso partes más pequeñas que los propios microorganismos, dentro de este grupo encontramos: azul de metileno, eosina, fucsina básica, tinta de impresión negra y azul. Se estima que el rango de tamaño de partículas de estos colorantes van entre 1 a 2 nm. Y, como consecuencia de esto, el colorante penetra más que el microorganismo. (Mente y cols., 2009).

Es por esto que se opta realizar la prueba de este experimento con tinta de dibujo negra, que posee un tamaño de partículas de 0,13 a 2  $\mu\text{m}$ . ( $1\mu\text{m} = 1000\text{nm}$ ) (Mente y cols., 2009), ya que esta asemeja el tamaño de las bacterias y toxinas bacterianas representativas del sistema de conductos, a diferencia de otros materiales de menor tamaño de partícula que entregan falsos positivos. (Figura 4)



Figura 4: Tinta Negra Pelikan ® 30 ml.

## 4. CEMENTOS IONÓMEROS DE VIDRIO

Como todo cemento, el ionómero se basa en una reacción ácido-base y en la formación de una sal de estructura nucleada. Lo que significa que presenta en general dos componentes: un polvo (base) compuesto por vidrio y un líquido (ácido) constituido por una suspensión acuosa de líquidos policarboxílicos.

Esta es la composición de los ionómero convencionales o tradicionales. Éstos pueden tener los elementos ácidos incorporados al polvo, previa desecación, y se mezclan con agua destilada o con una suspensión acuosa preparada por el fabricante (ionómeros anhidros).

En los últimos años se ha intensificado el mejoramiento de los ionómeros convencionales, surgiendo un subgrupo denominado "ionómeros modificados con resina", que incorporan al líquido resinas hidrófilas y grupos metacrílicos y fotoiniciadores; en este caso, endurecerán no sólo por la reacción ácido base, sino que además lo harán rápidamente por acción de la luz de la lámpara halógena (ionómeros fotopolimerizables).

### 4.1 Características de los Cementos Ionómeros de Vidrio

#### 4.1.1 Reacción de endurecimiento

Los ionómeros convencionales siempre endurecen mediante una reacción ácido-base. Ésta se produce cuando el ácido ataca el vidrio; de éste salen iones de calcio u otros (Sr, Zn) flúor y aluminio, y queda como núcleo la estructura silíceo del vidrio. Los iones bivalentes (calcio, estroncio) primero, y los de aluminio después, constituirán la matriz de la estructura nucleada del ionómero como policarboxilatos de calcio y de aluminio, y el flúor, que queda en libertad, puede salir del ionómero como fluoruro de sodio (fenómeno de liberación de flúor).

En los ionómeros convencionales este proceso lleva un tiempo prolongado, particularmente cuando el ionómero contiene más aluminio para que sea menos soluble, tal como ocurre en los ionómeros para restauraciones estéticas y para cementación. Esta reacción es más rápida en los ionómeros convencionales para base o rellenos cavitarios, en los que la formulación ha sido modificada y contiene menos aluminio y otros óxidos (óxido de zinc). Pero aún así, la reacción de endurecimiento lleva al menos entre cuatro a siete minutos, con la consiguiente espera clínica para los procedimientos restauradores.

En los ionómeros modificados con resinas fotopolimerizables, también se producirá la reacción propia del ionómero, pero como contienen una resina con grupos metacrílicos capaces de polimerizar con la luz, el endurecimiento se producirá en pocos segundos (entre 20 y 30 segundos según el tipo de ionómero) con el consiguiente beneficio del tiempo clínico. Cabe destacar que aunque la resina endurece rápidamente, la reacción ácido-base sigue hasta completarse totalmente, aún cuando el ionómero este endurecido, lo que le confiere al cemento

las propiedades esenciales que lo caracterizan: adhesión específica, liberación de flúor y compatibilidad biológica.

#### 4.1.2 Propiedades

- Compatibilidad biológica: numerosas investigaciones han demostrado la inocuidad de este material para el tejido pulpar cuando se coloca como base. A pesar de la molécula ácida que tiene, ésta es de un peso molecular tan elevado que no es capaz de penetrar en la luz de los túbulos dentinarios. Si bien el pH inicial de la mezcla es ácido, en pocos minutos alcanza un pH relativamente neutro, lo que asegura una adecuada protección pulpar.
- Liberación de fluoruros: ésta es la propiedad más trascendente de los ionómeros vítreos. Le confiere una capacidad anticariogénica y desensibilizante, por lo que es el material de elección en muchas especialidades. Además de liberar flúor, los ionómeros tienen la capacidad de almacenar este ión, cuando el paciente recibe “aportes” ya sea mediante aplicaciones tópicas o enjuagatorios fluorados.
- Adhesividad: la capacidad de adherirse a las estructuras dentarias ha hecho al ionómero un material de elección. Debe entenderse esta adhesividad, como una unión química de naturaleza iónica, entre los grupos carboxílicos (-COO-) y el calcio de la hidroxiapatita del esmalte y dentina. Sin embargo la resistencia de la unión adhesiva del ionómero al diente es bastante aceptable desde el punto de vista clínico, aunque pruebas de laboratorio indican esto no es así (no superan los 10 MPa).

#### 4.1.3 Pretratamientos dentarios

La adhesión de los ionómeros puede incrementarse notablemente si antes de su inserción, la superficie es tratada con sustancias que mejoran la adaptación. Para los ionómeros convencionales, el uso de soluciones de ácido poliacrílico entre 10 y 25%, constituye un procedimiento recomendable. Para los ionómeros modificados con resina, los productos suelen incorporar un sistema “primer” o impregnador para aplicar antes del cemento. Si bien su composición puede variar según la casa comercial, en general, están constituidos por ácido poliacrílico y una resina hidrófila.

## 4.2 Clasificación

### 4.2.1 Según su formulación y mecanismo de fraguado

#### 4.2.1.1 Ionómeros de vidrio convencionales

Están constituidos por un polvo obtenido por la fusión de la mezcla de *Si*, *Al* y un fundente fluorado a altas  $T^{\circ}$  (1100-1300°C). El producto fundido, es enfriado bruscamente y pulverizado hasta obtener partículas de 45  $\mu\text{m}$ . Actualmente, se logran partículas de 15  $\mu\text{m}$  (ionómeros usados para cementación). Y por un líquido que es el ácido poliacrílico, que se prepara por polimerización acuosa del ácido acrílico al 20% a una temperatura de 85°C.

También se agregan pequeñas cantidades de ácido tartárico y copolímero del ácido itacónico para:

- Reducir la viscosidad del líquido
- Aumentar la reactividad del ácido poliacrílico con la partícula.

Endurecen solamente mediante una reacción ácido-base, el fraguado es por tanto sólo químico, no se activan con luz y siempre se utilizan previa mezcla de los dos componentes.

La presentación puede ser de dos maneras distintas:

- Anhidra: El poliácido se incorpora al polvo previa deshidratación y se activa la reacción mediante la adición de agua, o con una solución acuosa de ácido tartárico (por ello, el término de anhidro no es muy apropiado ya que en algún momento el agua entra a formar parte de la reacción de fraguado).
- Hídrica polvo-líquido: En ella el líquido lleva el ácido poliacrílico, que en este caso no está deshidratado. (Barrancos, 2006)

<i>Ionómero vítreo convencional</i>	
Polvo	Líquido
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Ácido itacónico
Fluoruros	Ácido tartárico
	Agua

Tabla I: Composición ionómero vítreo convencional

#### 4.2.1.1.1 Ionómeros de vidrio modificados con resinas

Pueden tener incorporados al líquido resinas hidrófilas, grupos metacrilatos y fotoiniciadores; en este caso endurecen no sólo por reacción ácido-base, sino que además lo harán rápidamente por acción de la luz visible proveniente de la lámpara halógena, denominándose ionómeros modificados con resina fotopolimerizables.

<i>Ionómero modificado con resinas fotopolimerizables</i>	
Polvo	Líquido
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Copolímeros carboxílicos
Fluoruros	Monómero hidrófilo soluble (HEMA)
Fotoiniciador	Radicales metacrílicos
	Agua

Tabla II: Composición Ionómero modificado con resinas fotopolimerizables

Finalmente se pueden incorporar resinas hidrófilas, grupos metacrilatos y algún sistema de catalizadores químicos, lo que permite obtener ionómeros modificados con resina de autopolimerización.

<i>Ionómero modificado con resinas autopolimerizables</i>	
Polvo	Líquido
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Copolímeros carboxílicos
Fluoruros	Monómero hidrófilo soluble (HEMA)
Catalizador	Radicales metacrílicos - Iniciador
Activador	Agua

Tabla III: Composición ionómero modificado con resinas autopolimerizables

#### 4.2.1.1.2 Ionómeros de vidrio modificados con metal

Se realiza principalmente a través de sinterización (unión a altas temperaturas) de las partículas de vidrio con partículas de plata metálica. El líquido se mantiene con las mismas características del ionómero convencional. (Macchi, 2000).

<i>Ionómero vítreo modificado con metal</i>	
Polvo	Líquido
Sílice	Ácido poliacrílico
Alúmina	Ácido itacónico
Fluoruros	Ácido tartárico
Plata	Agua

Tabla IV: Composición Ionómero vítreo modificado con metal

#### 4.2.2. Según sus indicaciones

4.2.2.1 Tipo I: CIV para cementación (prótesis fija, ortodoncia, incrustaciones).

4.2.2.2 Tipo II: Cementos restauradores:

- a) Restaurador estético: utilizado en cualquier aplicación que requiera una restauración estética, con la única limitación operativa de no soportar una carga oclusal excesiva.
- b) Restaurador reforzado: de fraguado rápido, y mejores propiedades físicas; utilizado cuando las consideraciones estéticas no son importantes.

4.2.2.3. Tipo III: Cementos protectores: Ionómeros de vidrio de unión o Liners: Utilizado como material protector normalizado bajo cualquier otro material. Recomendado como componente esencial para proporcionar adhesividad entre la dentina y los composites.

### 4.3 Características de los cementos ionómeros de vidrio en estudio

#### 4.3.1 Ketac Molar Easymix®: Ionómero de vidrio de restauración:

Este material de obturación conserva todas las propiedades físicas del original Ketac Molar®. Es empacable, además que su liberación de flúor ofrece una alta resistencia a la compresión, además de buena manipulación.

#### Ventajas:

- Liberación de flúor
- Alta resistencia a la flexión, reduce el riesgo de fractura de la restauración
- Excelente adhesión a esmalte y dentina
- Baja erosión a los ácidos, mantiene una excelente integridad marginal
- Radiopaco
- Facilidad en la dosificación, mezcla y uso
- Dosificación exacta y reproducible para asegurar una viscosidad predecible

#### Indicaciones

- Terapia de obturación convencional:
- Como base para restauraciones de resina compuesta de una o varias superficies
- Reconstrucción de muñones
- Obturaciones en dientes temporales
- Obturaciones de una sola superficie en áreas que no involucran la oclusión
- Obturación de cavidades Clase V donde la estética no es primordial
- Obturaciones semi-permanentes de una o de varias superficies
- Terapia de obturación de odontología de mínima invasión y técnica restaurativa atraumática.
- Obturaciones en dientes temporales
- Obturaciones de una sola superficie en áreas que no involucran la oclusión

#### Dosificación:

- Se debe agitar la botella del polvo. La relación de mezcla es según el peso. 2,9 partes de polvo (una cucharada al ras): 1 parte de líquido (una gota).

#### Mezcla:

- A temperatura ambiente (20-25°C), usar una espátula de cemento o plástica y un bloque de mezcla o una placa de cristal, echar al polvo al líquido en 2 porciones como máximo. Extender la pasta varias veces hasta que se logre una pasta homogénea.
- La humedad influye negativamente, no exceder la proporción de líquido. Deberá desecharse la mezcla.

### Tiempos:

A 23°C de temperatura ambiente, y 50% de humedad, rigen los siguientes tiempos:

- Mezclar 30 segundos. Tratamiento a partir del tiempo de la mezcla: 3 minutos; fraguado a partir del tiempo de mezcla: 5 minutos.

Temperaturas más altas reducen y más bajas aumentan tiempo de tratamiento.

### Presentación comercial:

- Polvo 12,5 g
- Líquido 8,5 ml

Color N° A3



Figura 5: Ketac Molar Easymix

#### 4.3.2 Vitrebond: Ionómero de vidrio modificado con resina.

Es un material de vidrio ionómero, modificado con resina fotocurable, de baja solubilidad, indicado como base/liner bajo composite, amalgama, cerámica y restauraciones metálicas con altas propiedades bacteriostáticas por liberación de Zn y Al.

Está compuesto por un polvo y un líquido, el polvo está formado por cristales de fluoraluminosilicato, sensibles a la luz, y el líquido es ácido polialquenoico, sensible a la luz. Su composición es la de los ionómeros vítreos convencionales. Combina el fotopolimerizado, la liberación de flúor y la alta fuerza adhesiva.

##### Mezcla:

- Emplear una espátula de cemento para proceder al mezclado rápido (10-15 segs). Del polvo al líquido.
- El cemento mezclado deberá tener una consistencia suave y apariencia brillante. Un espatulado excesivo reducirá el tiempo de trabajo.
- Para minimizar la evaporación de agua y aumentar el tiempo de trabajo, centrar el espatulado de polvo y líquido a una pequeña área del block de mezcla, alrededor de un diámetro de 2,5 cms.

##### Aplicación y polimerización:

- Evitar la contaminación de agua y saliva, en la aplicación y fraguado de la base.
- Aplicar una fina capa (0,5 mm o menos) de la base mezclada a la superficie de dentina de la cavidad preparada, mediante un instrumento de bola u otro elemento adecuado.
- El tiempo de trabajo mínimo es de 2 min 40 segs, a temperatura ambiente de 23°C. temperaturas más elevadas, reducirán tiempo de trabajo.
- Polimerizar la base, exponiéndolo 30 segs a la luz de la lámpara odontológica.
- El mecanismo de autopolimerización, asegurará una completa polimerización del material, que hubiese estado protegido de la luz, en caso de las áreas de socavaduras.
- Donde se necesite aplicaciones más gruesas, la mejor adhesión puede conseguirse aplicando una fina capa seguida de la colocación de una segunda capa de unos 2mm y fotopolimerizando durante 30 segs.

##### Indicaciones:

- Base cavitaria bajo cualquier tipo de restauración
- Sellante de fisuras
- Tratamiento de lesiones cariosas

Presentación comercial:

- Polvo: 9 grs.
- Líquido: 5.5 ml.



Figura 6: Vitrebond

#### 4.3.3 Ionoseal: Ionómero de vidrio modificado con resina.

Es un Cemento ionómero de vidrio fotopolimerizable. Esta presentación comercial cuenta con la ventaja, de que su uso se realiza exclusivamente con jeringa, no es necesario mezclar el polvo con el líquido como en las presentaciones anteriores, por lo tanto es más rápido y se pierde menos material.

Se coloca la jeringa en el lugar donde se desea restaurar y se presiona, dejando salir la cantidad necesaria.

##### Indicaciones:

- Base cavitaria bajo cualquier tipo de restauración
- Sellante de fisuras
- Tratamiento de lesiones cariosas

##### Modo de aplicación:

- Preparar la cavidad según las reglas de la técnica de obturación. Prestar atención a un secado correcto y a evitar contaminaciones.
- Cubrir las zonas cercanas a la pulpa con preparados de hidróxido de calcio.
- La cantidad requerida puede ser aplicada directamente del tubo al instrumento de aplicación (jeringa). Evitar contaminaciones o desinfectar inmediatamente después del uso. Para rellenos de base de más de 1mm, aplicar y polimerizar por capa. Para asegurar un buen funcionamiento de la jeringa evitando un derrame del producto, no retirar el pistón durante o después del uso.
- Para la fotopolimerización del material son apropiados los aparatos de polimerización habituales. La fuerza de la luz no debería descender los 500mW/cm<sup>2</sup> en lámparas con diodo luminoso (LED). Posicionar la fuente de luz cerca de la superficie (2mm) y polimerizar por lo menos 20 segundos. En caso de que la distancia sea más grande, prolongar el tiempo de polimerización.
- Terminar la superficie de Ionoseal con un instrumento rotatorio y aplicar la obturación.

##### Precauciones:

- Ionoseal contiene BIS-GMA, diuretandimetacrilato, BHT, polvo de ionómero de vidrio. No utilizar en caso de alergias conocidas contra estas sustancias.
- Antes de aplicar Ionoseal, en las preparaciones con protección pulpar, los materiales utilizados deben estar fraguados y secos para no disminuir la adhesión a la dentina.
- No exponer Ionoseal a la luz directa (Lámpara operatoria, luz natural, etc.).

- No poner en contacto con Eugenol u otras sustancias fenólicas, ya que evitan la polimerización.
- Un tiempo de polimerización demasiado corto o una intensidad luminosa insuficiente causan una polimerización incompleta. Se recomienda examinar intensidad luminosa de la lámpara a utilizar.

Presentación comercial:

- 3 Jeringas de 2,5grs cada una, con una cánula tipo 41
- 2 Tubos de reposición de 4grs. Cada uno

Conservación:

- Mantener a temperatura ambiente.
- No exponer a luz directa
- Conservación en ambientes fríos (-4°C) aumenta el tiempo de vida útil, antes de utilizar, esperar a que retome la temperatura ambiente.



Figura 7: Ionoseal

## HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

*“Existe una diferencia estadísticamente significativa en la ausencia de infiltración marginal en la interfase diente - restauración endodóntica, al usar cemento ionómero convencional versus cementos ionómeros modificados con resina, cuando son usados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente”*

## OBJETIVOS

### Objetivo general:

“Determinar la capacidad de evitar la infiltración de la interfase diente-restauración endodóntica cuando tres biomateriales tipo vidrio ionómero, son usados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente”

### Objetivos Específicos:

- Determinar la efectividad de una barrera intracoronaria de cemento ionómero de vidrio para evitar la infiltración de la interfase diente – restauración endodóntica en comparación a no utilizar ningún material como barrera intracoronaria.
- Determinar la ausencia de infiltración de la interfase diente -restauración endodóntica cuando se ocupan dos materiales usados como barreras intracoronarias: cemento ionómero vidrio convencional versus cemento ionómero vidrio modificado con resinas, en dientes tratados endodónticamente.
- Determinar la ausencia de infiltración de la interfase diente -restauración endodóntica cuando se ocupan dos materiales usados como barreras intracoronarias: cemento ionómero vidrio modificado con resina, en dos presentaciones comerciales distintas, sobre dientes tratados endodónticamente.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos en estudio

## MATERIAL Y MÉTODO

### 1. METODOLOGÍA

El estudio se realizó en las dependencias de la Facultad de Odontología de la Universidad de Valparaíso.

#### Tipo de estudio:

La siguiente investigación corresponde a un estudio experimental *in vitro*.

Doble ciego, en donde uno de los investigadores realizó las restauraciones con los diferentes materiales y el otro investigador realizó el registro de datos.

#### Muestra:

El cálculo de la muestra se realizó mediante el uso de prevalencias de un estudio realizado por Zaia y cols. en el 2002 llamado “*An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root-filled teeth*”.

#### Fórmula:

$$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} [p_1 (1 - p_1) + p_2 (1 - p_2)]}{ee^2}$$

De esta fórmula se desprende un tamaño de muestra de 97 dientes por cada grupo, como en el grupo sin barrera coronaria se tiene una prevalencia del 100% se disminuyó este número a n=30 (número adecuado para realizar comparaciones estadísticas a través de test de significancia) y los 67 dientes restantes se sumaron al grupo que tiene barrera intracoronaria quedando un n = 165, que fue dividido en cada subgrupo de material restaurador resultando un n = 55.

Grupo Sin Barrera Intracoronaria	Grupo Con Barrera Intracoronaria	
n = 30	Subgrupo A	n = 55
	Subgrupo B	n = 55
	Subgrupo C	n = 55

Tabla V: Distribución muestra según grupo de estudio.

### Criterios de inclusión:

- Dientes unirradiculares.
- Conducto aparentemente recto.
- Ápices maduros.
- Remanente coronario de al menos 3 mm.
- Sin tratamiento endodóntico previo ni Cirugía periapical.

### Unidad de estudio:

- Dientes.

### Variables:

- Microinfiltración: Variable dicotómica (Si / No).
  - Definición conceptual: Ingreso de fluidos orales, en el espacio entre la estructura dentaria y la restauración endodóntica.
  - Definición Operacional: Penetración del colorante en la interfase diente – restauración endodóntica.

### Forma de recolección de información:

Tras el corte de las muestras, y posterior observación se tabularon los datos en una tabla simple usando el programa Microsoft Excel 2007.

### Análisis estadístico:

A partir de la Base de Datos construida en la recolección de la información, se sometieron a una estadística descriptiva en el programa Microsoft Excel 2007, además se realizaron gráficos de intervalos en el mismo programa. Luego se exportaron los datos al programa Minitab® V.14.2, en donde se realizó el test Z para 2 proporciones para verificar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

### Limitaciones del estudio:

- Muchos factores in vivo no pueden ser considerados en un simplificado estudio in vitro.

## 2. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1 Preparación de la muestra

Los dientes extraídos fueron mantenidos en una solución de suero ringer hasta la fase experimental. Se eliminaron restos de tártaro y orgánicos con una cureta N° ½ de la marca American Eagle.

Se enumeró cada diente y fueron distribuidos de manera aleatoria en dos grupos para los ítems de 2 y 4 semanas. Luego de la misma forma aleatoria se distribuyeron en los dos grupos de estudio, sin barrera intracoronaria y con barrera intracoronaria, en este último se procedió a la distribución en los tres subgrupos.

Los dientes fueron cortados con un disco de carborundum con una pieza de mano (Kavo) dejando 3mm. de remanente coronario antes del límite amelocementario, en sentido vestíbulo-palatino/lingual.

### 2.2. Preparación de los canales radiculares

#### a) Apertura:

La configuración fue ovalada en sentido vestíbulo-lingual, se realizó con una fresa redonda N°14 de alta velocidad con una turbina Kavo con abundante refrigeración. En caso de que con el corte del diente, no se logre llegar a cámara pulpar, en la decoronación previa.

#### b) Exploración:

Se realizó con una Lima K N°10 (Dentsply Maillefer, Suiza)

#### c) Determinación longitud de trabajo:

Cuando la lima exploratoria sobrepaso el foramen apical, se registro esta medida, y a ésta medición se le restó 1 mm, quedando la longitud de trabajo establecida (*Lt*).

#### d) Preparación de los 2/3 coroneles:

Se trabajó con fresas Gates Gliden (Dentsply Maillefer, Suiza) a 2/3 de la longitud de trabajo, con un orden de N°1, N°3, N°2, N°1. Irrigando abundantemente entre cada fresa con Hipoclorito de Sodio al 5%

#### e) Preparación 1/3 Apical:

Se graduó las limas K hasta la Longitud de trabajo (*Lt*) para luego introducir las con movimientos de rotación a favor de los punteros del reloj en 90° a 180° y luego movimientos de tracción, se realizó esta secuencia hasta que la

lima pierda su acción de corte, se irrigó con Hipoclorito de Sodio al 5% y se recapituló con la Lima K N°15, avanzando en la secuencia de Limas K, hasta la número 50.

f) Configuración final del conducto:

En esta etapa se utilizó una Lima K N°50 que se estableció como MAF, ésta sólo se utilizó con acción de limado en forma circunferencial para la regularización de todas las paredes del conducto (Flaring), en todo momento se irrigó con Hipoclorito de Sodio al 5%.

Se secó la cámara pulpar y conducto radicular con motas de algodón y conos de papel estériles.

g) Obturación radicular:

- 1 Repaso PBM e irrigación:
  - Último instrumento usado a Lt.
  - Se verificó la longitud de trabajo.
  - Secado de la preparación radicular
- 2 Selección del condensador Spreader:
  - Llega holgadamente a 2 mm. aproximadamente de la longitud de trabajo
- 3 Selección del Cono Maestro de Gutapercha
  - Diámetro igual al N° de instrumento preparado a Lt.
- 4 Ajuste del Cono Maestro ó Primario N°50 (Dentsply Maillefer, Suiza):
- 5 Realizar la Triple Prueba: en este caso **no se hará la prueba radiográfica**
  - Táctil: Comprobar retención del cono de GP.
  - Longitud: Debe corresponder a la Lt.
  - Radiográfica: Solicitar Radiografía de Control Pre-Obturación
- 6 Se llevó el cemento sellador al conducto radicular con el cono maestro.
- 7 Se Cementó el cono maestro a longitud de trabajo con Cemento de Grossman.
- 8 Se condensó con instrumento Spreader N°30 (Dentsply Maillefer, Suiza) mediante:
  - Intrusión.
  - Movimiento de lateralidad (compactación).
  - Extrusión.

- 9 Colocación de conos accesorios o secundarios (Dentsply Maillefer, Suiza):
  - Deben tener menor o igual diámetro que condensador.
- 10 Se repitió los pasos 8º y 9º hasta que espaciador no penetró más de 1 mm en conducto.
- 11 Se cortó cono maestro y accesorios:
  - Con instrumento caliente
  - A nivel de piso cameral.
- 12 Se efectuó condensación vertical a la entrada del conducto radicular.
- 13 Se limpió la cámara pulpar de restos de cemento y gutapercha.

### 2.3 Preparación de la zona a restaurar

Se removieron tres milímetros gutapercha desde el piso cameral con un instrumento caliente.

### 2.4 Restauración: Barrera intracoronaria

Se colocó un espesor de 3 mm de material, siguiendo las instrucciones del fabricante, como barrera intracoronaria. La apertura en ningún caso fue obturada. Esto para los grupos de 2 y 4 semanas.

- El Subgrupo A barrera intracoronaria con Ketac Molar Easymix (3M).
- El Subgrupo B barrera intracoronaria con Vitrebond (3M).
- El Subgrupo C barrera intracoronaria con Ionoseal (Voco).
- El grupo control, no tuvo barrera intracoronaria.

Luego los dientes fueron cubiertos completamente con tres capas de esmalte para uñas transparente (Colorama, New York) a excepción de la superficie donde estaban los materiales a testear.

### 2.5 Termociclado

En la siguiente etapa se realizó el termociclado de las muestras. Para ello, se sometieron las muestras a variaciones de temperatura entre  $5 \pm 2$  °C a  $55 \pm 2$  °C por 500 ciclos con el mismo tiempo de 30 segundos entre cada una y demorando 4 segundos a temperatura ambiente entre el paso de una temperatura extrema a otra.

## 2.6 Inmersión en tinta

Se preparó una solución de tinta negra (Pelikan®, Alemania), para todos los grupos y luego se dividió en dos grupos, que permanecieron dos semanas, y cuatro semanas sumergidos en la solución de tinta.

## 2.7 Corte y registro de datos

Los dientes de acuerdo al cronograma fueron retirados de la solución, lavados profusamente con agua común y cada diente fue seccionado sagitalmente en sentido mesio-distal, mediante disco de acero montado en pieza de mano en toda su periferia, y fueron fracturados mediante una espátula de cemento.

Los resultados serán tabulados en la siguiente tabla:

Grupo	Filtración (Si/no)
1 A	
1 A	
1 A....	
2 A	
2 A	
2 A....	
3 A	
3 A	
3 A....	
Control	
Control	
Control....	

Tabla VI: Registro para clasificar infiltración

## 2.8 Etapas del estudio

Etapa de Diseño		Ejecución de la Investigación						Elaboración y Análisis de la información			
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11
Búsqueda Bibliográfica	X	X									
Marco Teórico	X	X									
Redacción protocolo de investigación		X	X								
Selección de la Muestra			X								
Realización de las pruebas				X	X	X					
Digitalización de los Datos							X				
Análisis estadísticos							X				
Procesamiento de la Información								X			
Desarrollo de Informe									X	X	X

Tabla VII: Cronograma de la Investigación

## RESULTADOS

Los valores obtenidos fueron tabulados para facilitar su comprensión y se muestran en las siguientes tablas, el detalle específico se puede observar en el Anexo 1.

### 1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

#### 1.1 Grupo de estudio de 2 semanas (Fig.8- 9):

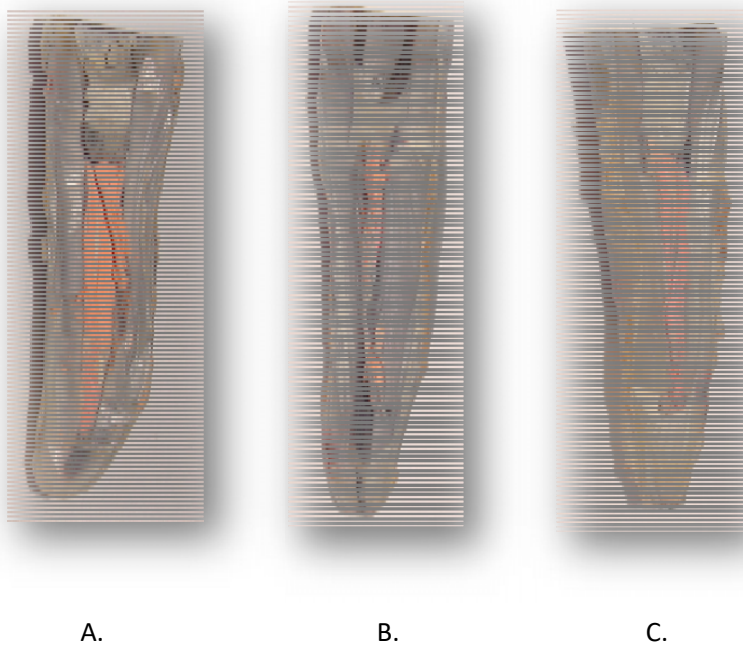


Figura 8: Cortes mesiodistal muestras 2 semanas infiltradas. (A =Ketac Molar, B= Vitrebond, C= Ionoseal)

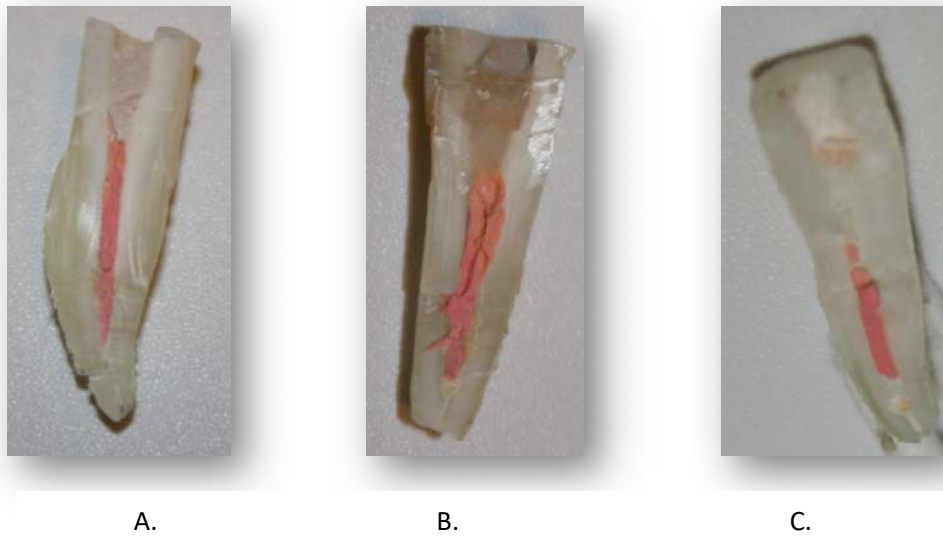


Figura 9: Cortes mesiodistal muestras 2 semanas no infiltradas. (A =Ketac Molar, B= Vitrebond, C= Ionoseal)

El grupo A posee la menor cantidad de dientes infiltrados con 40, sigue el grupo B y luego el C, con 28 y 20 respectivamente, sumando un total de 88 dientes (45%) no infiltrados del total de 195. El control se infiltró en un 100%.

Microinfiltración Marginal	Grupos de estudio				
	A	B	C	Control	Total General
No	40	28	20		88
Si	15	27	35	30	107
<b>Total General</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>195</b>

Tabla VIII: Microinfiltración Marginal, Grupo 2 semanas

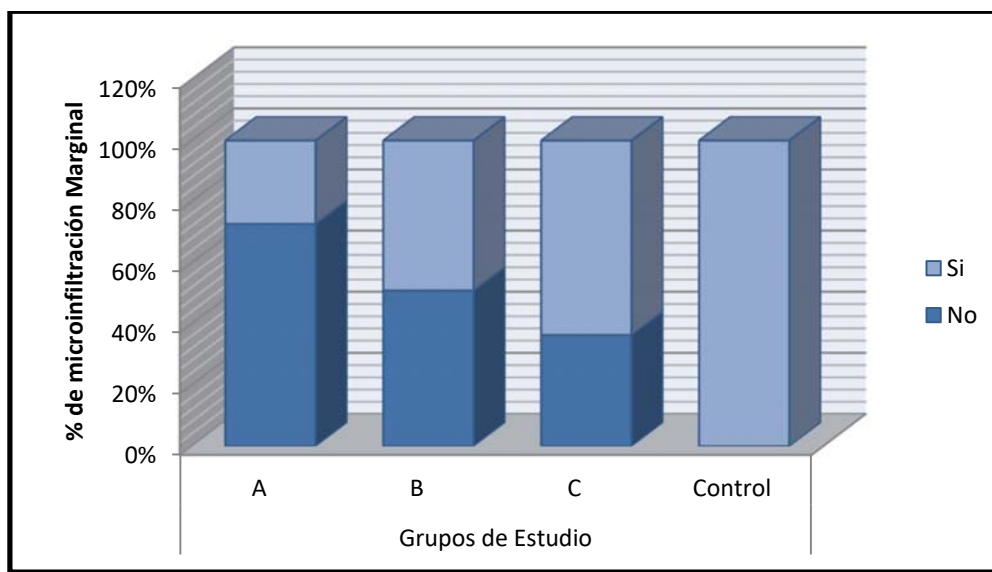


Gráfico 1: Porcentaje de Microinfiltración Marginal, Grupo 2 semanas

Se calculó la amplitud de los resultados para cada grupo de estudio y así establecer si existen diferencias significativas. Para un mayor detalle ver Anexo 2

Microinfiltración Marginal	Grupos de estudio				Total General
	A	B	C	Control	
No	73%	51%	36%		45%
Si	27%	49%	64%	100%	55%
N	55	55	55	30	
Amplitud	12%	13%	13%	0%	

Tabla IX: Amplitud Microinfiltración Marginal, Grupo 2 semanas

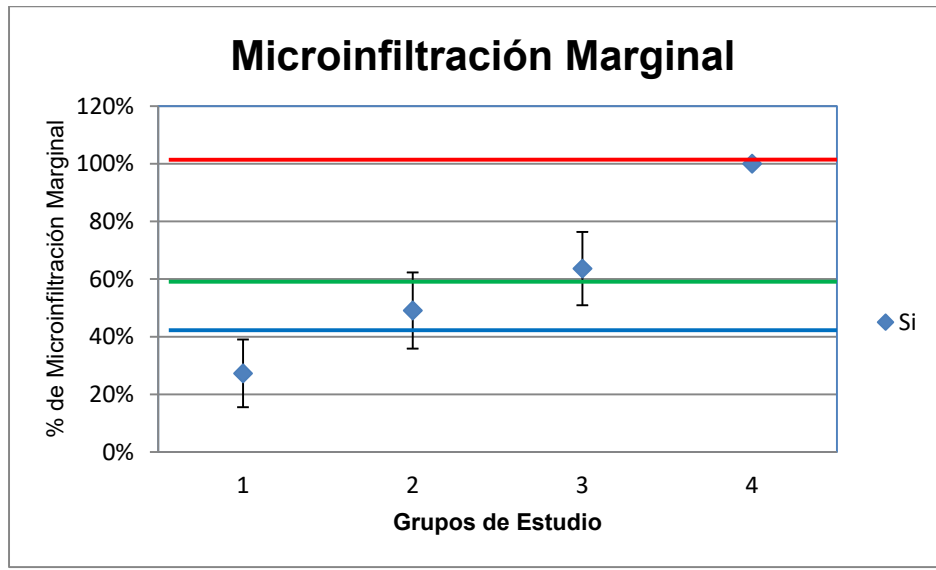


Gráfico 2: Amplitud microinfiltración Marginal por muestra, Grupo 2 semana

1.2 Grupo estudio de 4 semanas (Figura 10- 11):

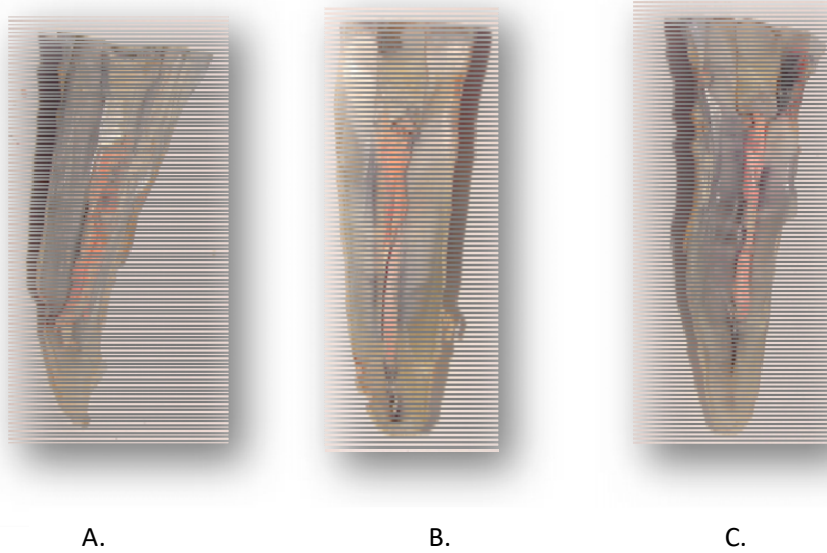


Figura 10: Cortes mesiodistal muestras 4 semanas infiltradas. (A =Ketac Molar, B= Vitrebond, C= Ionoseal).

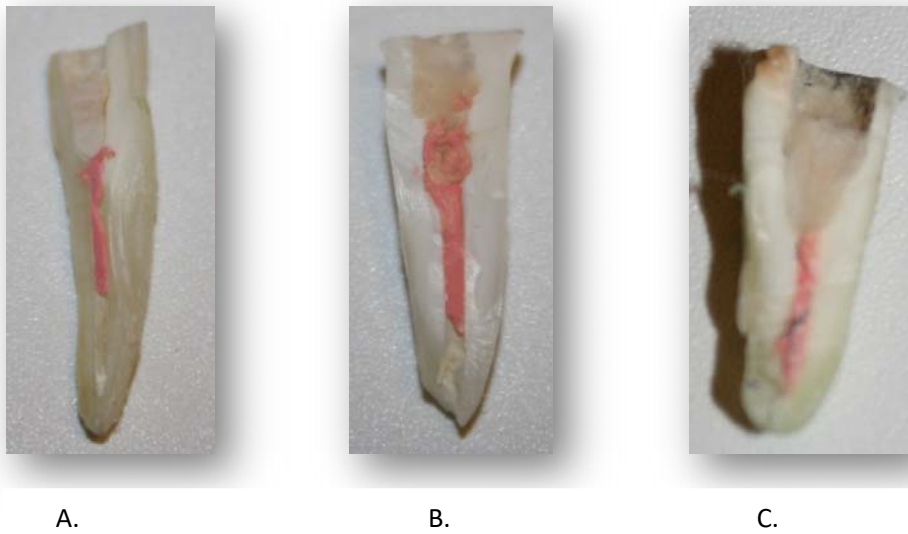


Figura 11: Cortes mesiodistal muestras 4 semanas no infiltradas. (A =Ketac Molar, B= Vitrebond, C= Ionoseal).

El grupo A posee la menor cantidad de dientes infiltrados con 31, sigue el grupo B y luego el C, con 22 y 15 respectivamente, sumando un total de 68 dientes (35%) no infiltrados del total de 195. El control se infiltró en un 100%.

Microinfiltración Marginal	Grupos de estudio				
	A	B	C	Control	Total General
No	31	22	15		68
Si	24	33	40	30	127
<b>Total General</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>30</b>	<b>195</b>

Tabla X: Microinfiltración Marginal, Grupo 4 semanas

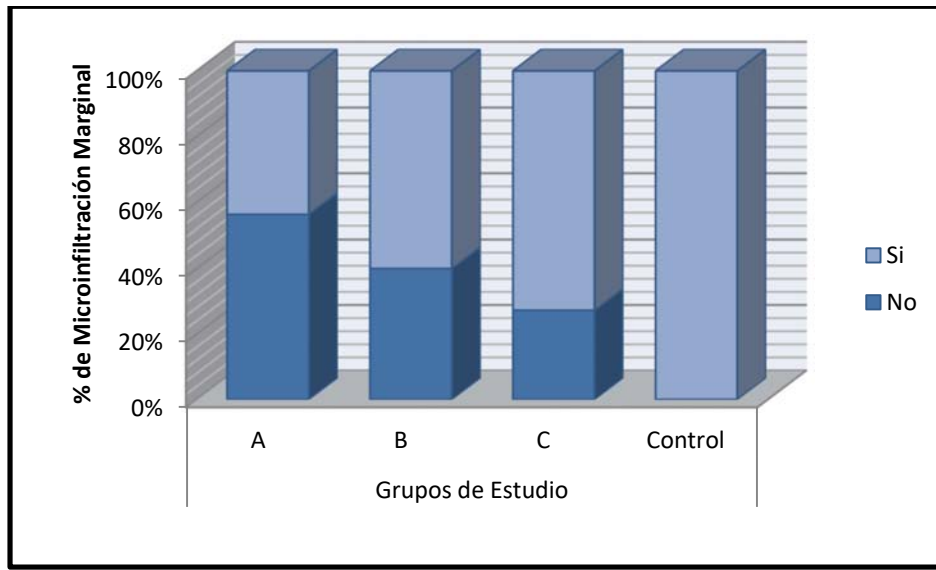


Gráfico 3: Porcentaje de Microinfiltración Marginal, Grupo 4 semanas.

Se calculó la amplitud de los resultados para cada grupo de estudio y así establecer si existen diferencias significativas. Para más detalles ver Anexo 2.

Microinfiltración Marginal	Grupos de estudio				
	A	B	C	Control	Total General
No	56%	40%	27%		35%
Si	44%	60%	63%	100%	65%
N	55	55	55	30	
Amplitud	13%	13%	12%	0%	

Tabla XI: Amplitud Microinfiltración Marginal, Grupo 4 semanas

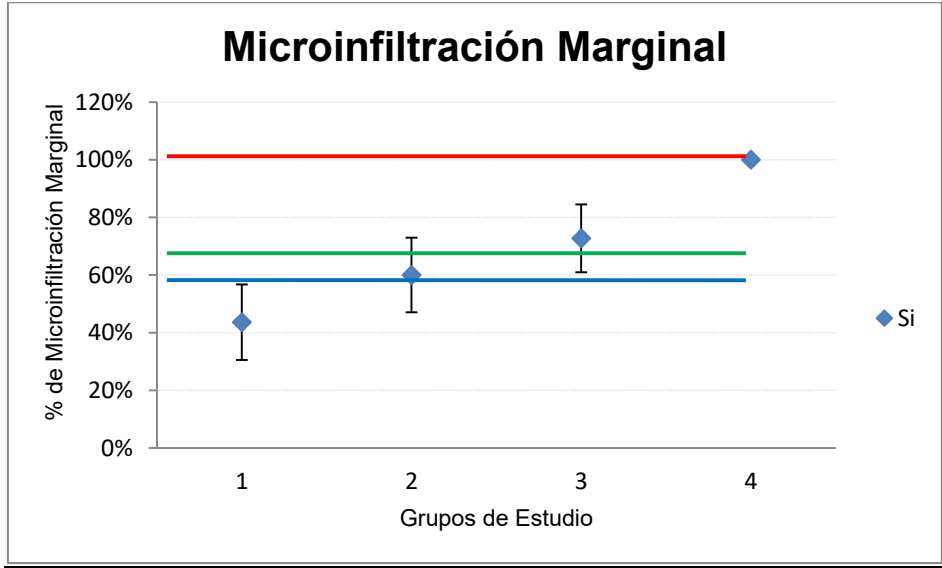


Gráfico 4: Amplitud microinfiltración Marginal por muestra, Grupo 4 semanas

Los datos mencionados fueron ingresados al software computacional estadístico MINITAB 14

Los resultados fueron sometidos al Test Z para dos proporciones, donde se manejaron las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula ( $H_0$ ):** El porcentaje de infiltración en el grupo X es estadísticamente igual al porcentaje de infiltración en el grupo Y.
- **Hipótesis alternativa ( $H_1$ ):** El porcentaje de infiltración en el grupo X es estadísticamente diferente al porcentaje de infiltración en el grupo Y.
- **P valor < 0,05:** indica que si existen diferencias significativas en la presencia de microinfiltración marginal entre dos materiales utilizados en el estudio.

- Grupo de estudio 2 semanas:

	A	B	C	Control
A		0,016	0	0
B	0,016		0,12	0
C	0	0,12		0
Control	0	0	0	

Tabla XII: Resultados Test Z para dos proporciones, Grupo 2 semanas

- Grupo de estudio 4 semanas:

	A	B	C	Control
A		0,082	0,001	0
B	0,082		0,154	0
C	0,001	0,154		0,001
Control	0	0	0,001	

Tabla XIII: Resultados Test Z para dos proporciones, Grupo 4 semanas

## DISCUSIÓN

En el presente trabajo se intentó verificar la efectividad de tres biomateriales restauradores tipo vidrio ionómero (convencionales y modificados con resinas) como barreras intracoronarias, con el fin de impedir la microinfiltración de tinta negra entre la interfase diente - relleno endodóntico. Muchos estudios utilizan estos biomateriales, en desmedro de otros, ya que su unión química a la estructura dentaria favorece, en la teoría, una mejor adhesión y por lo tanto, evita que productos ingresen en la interfase diente-restauración.

Del grupo experimental de 2 semanas, se desprende que un 54% de las muestras con barrera intracoronaria fueron efectivas para evitar la microinfiltración, no así el grupo control que en un 100% se infiltró. Sin embargo, entre los grupos experimentales se encontraron diferencias estadísticamente significativas, como se puede ver la tabla VIII y en el gráfico 2. En el grupo A con grupo B con un p valor 0,016; el grupo A con el C con un p valor 0. La razón probable para aceptar que el Ketac Molar es más eficiente en evitar la infiltración, es que su estructura química y molecular difiere con la de los grupos B y C. El Ionoseal (Grupo C) posee BisGMA que contrae al polimerizar y posee una marcada hidrólisis. (Kakaboura y cols, 1996). El vitrebond por su parte (Grupo B), también posee una contracción de polimerización, debido a su fracción resinosa, pero también es eficaz en evitar la microinfiltración (Mavec y cols, 2006). Chen y cols, demostraron que el Ketac Molar, debido a su alta viscosidad, permite un sellado más hermético de la interfase, evitando la microinfiltración en un porcentaje mayor que materiales resinosos o materiales modificados con resinas. Esto viene a corroborar los mejores resultados que se obtienen con este material en la fase de las 2 semanas, con sólo un 27% de muestras infiltradas (Grupos B y C, 49% y 64% respectivamente).

En el grupo experimental de 4 semanas, los porcentajes de microinfiltración aumentan en cada uno de los tipos de ionómeros (A=44%; B=60% y C=73%), lo que se corresponde con el hecho de que los materiales van perdiendo efectividad a medida que se mantienen en la cavidad bucal. (Galvan Jr, 2002; Balto, 2002). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas como se puede ver en la tabla X y en el gráfico 4, sólo en el grupo A con Grupo C con un p valor 0,001; El grupo control se infiltró en su totalidad (30 muestras = 100%). Los datos de infiltración de ambos grupos control (100% de infiltración para ambos), se corresponden con numerosos estudios que indican que la masa de gutapercha es incapaz, en todos los casos de evitar la microinfiltración marginal, por lo que es siempre necesario algún material restaurador para proteger de los agentes externos a la obturación radicular. (Barrieshi, 2005; Santos y cols, 2010).

Se ha comprobado que la adhesión se correlaciona con la estructura de colágeno y el número y permeabilidad de los túbulos dentinarios, que se ve afectada durante el tratamiento endodóntico debido a la irrigación, que en la mayoría de los casos, es con NaOCl, además de la utilización de quelantes que afectan irreversiblemente las características físicas de la dentina (Morris y cols, 2001; Lai y cols, 2001.). Además, la liberación de oxígeno resultante de la

reacción química, propia del proceso de irrigación, inhibe la polimerización de los materiales adhesivos. (Lai y cols, 2001.). Otro factor que afecta los materiales adhesivos, es el que describe el estudio de Belli, en el que se señala que algunos componentes de la gutapercha pueden inhibir la polimerización. (Belli y cols, 2001).

El resultado de nuestra investigación, se corresponde con los resultados obtenidos por Celik y cols, en el 2006, en el que la conclusión es que el Ketac Molar tiene mejores propiedades para evitar la infiltración que el Vitrebond, y éste a su vez, posee una mejor eficacia con respecto a no colocar nada, exponiendo directamente la gutapercha al medio bucal.

Las limitaciones de esta investigación, se basan principalmente en que se trata de un estudio *in vitro*, donde gran parte de las variables que se presentan *in vivo*, no pueden ser reproducidas en un laboratorio, por ejemplo: presencia de saliva, carga masticatoria, la variabilidad de las temperaturas orales, la acción bacteriana con referencia al ataque ácido, la inmunidad que evita que bacterias (tinta negra en el estudio) presentes en el medio bucal penetren en la interfase. A esto debe sumarse la variabilidad propia de la biología humana, en relación a: composición de la dentina, ancho radicular, tamaño del conducto radicular, largo radicular, etc. Que como hemos explicado anteriormente, van a influir en la adhesión de los diferentes materiales restauradores. Además no podemos dejar de mencionar que también está la variable del operador, el cual va a ser el responsable final del éxito o fracaso del tratamiento.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, podemos concluir que:

- La capacidad de impedir la microinfiltración de los materiales CIV fue siempre mejor que el grupo control (sin barrera intracoronaria) ( $p < 0.05$ ).
- Ningún material restaurador es capaz de evitar en un cien por ciento la microinfiltración de la interfase diente- restauración cuando son usados como barreras intracoronarias.
- La barrera intracoronaria de cemento ionómero de vidrio convencional (Ketac Molar), tuvo mejores resultados en comparación a los cementos ionómeros de vidrio modificados con resina en los grupos de 2 y 4 semanas.
- El cemento ionómero de vidrio modificado con resina en presentación polvo – líquido (Vitrebond) mostró menos infiltración que la barrera intracoronaria de cemento ionómero de vidrio modificado con resina de presentación en pasta (Ionoseal), en los grupos de 2 y 4 semanas.
- Con las limitaciones propias de este estudio, el cemento ionómero de vidrio convencional en presentación polvo-líquido fue más efectivo en evitar infiltración que las otras dos presentaciones comerciales en periodos cortos de tiempo.

## **SUGERENCIAS**

- Realizar un estudio para evaluar la microinfiltración diente- restauración endodóntica utilizando una prueba bacteriológica, con microorganismos asociados a fracasos endodónticos, para así lograr una mayor implicancia clínica de los resultados obtenidos.
- Realizar estudios de microinfiltración con Cementos Ionómero de vidrio convencionales de diferentes marcas comerciales, para determinar cuál cumple de mejor manera el ser una efectiva barrera contra la microinfiltración cuando son usados como barreras intracoronarias
- Evaluar en intervalos de 3 meses la efectividad de los cementos ionómero de vidrio, para determinar en qué momento todas las muestras se infiltran.
- Es recomendable utilizar materiales acondicionantes previos a la restauración con Cemento Ionómero de vidrio.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio es probar la eficacia en evitar la infiltración de la interfase diente-restauración endodóntica cuando tres materiales tipo vidrio ionómero (convencional y modificados con resinas) son usados como barreras intracoronarias en dientes tratados endodónticamente.

Se prepararon 390 muestras que fueron sometidas a Termociclado y separadas en dos grupos de 195. El primer grupo tuvo una inmersión de 2 semanas en tinta y el segundo grupo de 4 semanas. Cada grupo estaba conformado por 55 muestras de cada material testeado (Ketac Molar, Vitrebond y Ionoseal), más 30 muestras en el grupo control, dando un total de 4 subgrupos por grupo. La infiltración se midió como una variable dicotómica, (Si/No).

En el grupo de las dos semanas de inmersión, el porcentaje de infiltración fue el siguiente: Ketac=27% Vitrebond=49% Ionoseal=64%. Se realizó el Test Z para 2 proporciones, donde observan diferencias estadísticamente significativas entre Ketac Molar y Vitrebond ( $p < 0,05$ ), así como también entre Ketac Molar y Ionoseal ( $p < 0,05$ ). Para las 4 semanas de inmersión, los porcentajes de infiltración obtenidos son: Ketac=44% Vitrebond=60% Ionoseal=63%, observando diferencias estadísticamente significativas entre Ketac Molar y Ionoseal ( $p < 0,05$ ). El grupo control se infiltró en un 100% en ambos períodos de tiempo.

La capacidad de impedir la microinfiltración de los materiales estudiados fue siempre mejor que el grupo control (sin barrera intracoronaria) ( $p < 0.05$ ). Con las limitaciones propias de este estudio, el cemento ionómero de vidrio convencional, presentación polvo-líquido fue más efectivo evitando la microinfiltración que las otras dos presentaciones comerciales en periodos cortos de tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. 3M. (n.d). [http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es\\_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/ketac-molar-easymix/](http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/ketac-molar-easymix/)
2. 3M. (n.d.). [http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es\\_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/vitrebond/](http://solutions.3mchile.cl/wps/portal/3M/es_CL/3M-ESPE-LA/profesionales/productos/productos-por-categoria/restauraciones-directas/vitrebond/)
3. Azuero M (2006). "Quelantes". Pontificia Universidad Javeriana. Carrera 7 Número 40- 62, Bogota, Colombia
4. Balto, H. (2002). "An assessment of microbial coronal leakage of temporary filling materials in endodontically treated teeth". Journal of Endodontics, Vol. 28, N°. 11, p. 762-764.
5. Barbosa de Souza, F.; Da Silva, V.; Heliomar, C.; Carneiro de Souza, Lúcia. (2005) "Relación de la dentina desproteinizada con el proceso". Acta Odontológica Venezolana. Vol. 43, N° 2, p. 171-176.
6. Barrancos, P.; Barrancos Mooney, J. (2006). "Operatoria Dental". Madrid. Cuarta Edición. Editorial Médica Panamericana S.A.
7. Barrieshi, K.; Walton, R.; Johnson, W. (1989). "Filtración coronal de bacterias mixtas anaeróbicas después de la obturación y la preparación del espacio para muñones". Journal of Endodontics Practice (Edición en Español). Vol. 4, N° 3, p.17-22.
8. Barrieshi, K.; Hammad, H. (2005). "Intracoronar sealing comparison of mineral troxide aggregate and glass ionomer". Quintessence International, Vol. 36, N°. 7-8, p. 539-545.
9. Barthel, C.; Strobach, A.; Briedigkeit, H.; Göbel, U.; Roulet, J-F. (1999). "Leakage in roots coronally sealed with different temporary fillings". Journal of Endodontics, Vol. 25, N°. 11, p. 731-734.
10. Belli, S.; Zhang, Y.; Pereira, P.; Pashley, D. (2001). "Adhesive sealing of the pulp chamber." Journal of Endodontics, Vol 27, p. 521-526.
11. Camejo, M. (2008). "Microfiltración coronaria en dientes tratados endodóncicamente (revisión de la literatura)". Fundación Acta Odontológica Venezolana, Vol. 46, N°4, Artículo 27.

12. Çelik, E.; Yapar, A.; Ates, M.; Hakan-Sen, B. (2006). "Bacterial microleakage of barrier materials in obturated root canals". *Journal of Endodontics*, Vol. 32, N°. 11, p. 1074-1076.
13. Chailertvanitkul, P.; Saunders, W.; Saunders, E.; Mackenzie, D. (1997). "An evaluation of microbial coronal leakage in the restored pulp chamber of root-canal treated multirooted teeth". *International Endodontic Journal*, Vol. 30, p. 318-322.
14. Chen, X.; Cuijpers, V.; Fan, M.; Frencken, J.E. (2010). "Marginal leakage of two newer glass-ionomer-based sealant materials assessed using micro-CT". *Journal of Dentistry*, doi:10.1016/j.dent.2010.05.018.
15. Cohen, S.; Hargreaves, K. (2008). "Vías de la pulpa" Novena Edición. Madrid, Editorial Elsevier.
16. Coral, M.; Cubies, M.; Padullés, E.; Ginger, L; Cortada, M. (2002). "A propósito del termociclado. Breve exposición de los principios físicos en los que se basa". *Dentum*, Vol. 2, N° 1, p. 30-35.
17. Estrela, C. (2005). "Ciencia Endodóntica". Sao Paulo. Artes Médicas Latinoamérica.
18. Fennis, W.; Kuijs, R.; Kreulen, C.; Roeters, F.; Creugers, N.; Burgersdijk R. (2002). "A survey of cusp fractures in a population of general dental practices". *International Journal of Postodontics*. Vol. 15, p. 559-563.
19. Gale, M.; Darvell, B. (1999). "Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. Review." *Journal of Dentistry*, Vol. 27, p. 89-99
20. Galvan Jr., R.; West, L.; Liewehr, F.; Pashley, D. (2002). "Coronal microleakage of five materials used to create an intracoronal seal in endodontically treated teeth". *Journal of Endodontics*, Vol. 28, N°. 2, p. 59-61.
21. Goldman, L.; Goldman, M.; Kronman, J.; Letourneau, J. (1980). "Adaptation and porosity of poly-Hema in a model system two microorganisms". *Journal of Endodontics*, Vol. 6, N° 8, p. 683-686.
22. Gómez de Ferraris, M<sup>a</sup>. E.; Campos Muñoz, A. (2002). "Histología y embriología bucodental" Segunda Edición. Madrid. Editorial Médica Panamericana.
23. Hommez, G. M. G.; Coppens, C. R. M.; De Moor, R. J. G. (2002). "Periapical health related to the quality of coronal restorations and root fillings". *International Endodontic Journal*, Vol. 35, p. 680-689.

24. Huang T.; Schilder H.; Nathanson D. (1991). "Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin". *Journal of Endodontics*. Vol. 18, p. 209-215.
25. Imura, N.; Otani, S.; Campos, M.; Jardim, E.; Zuolo, M. (1997). "Bacterial penetration through temporary restorative materials in root-canal-treated teeth *in vitro*". *International Endodontic Journal*, Vol. 30, p. 381-385.
26. Iqbal, M.; Johansson, A.; Akeel R.; Bergenholtz, A.; Omar R. (2003). "A retrospective analysis of factors associated with the periapical status of restored endodontically treated teeth". *International Journal of Postodontics*, Vol. 16, p. 31-38
27. Kakaboura, A.; Eliades, G.; Palaghias, G. (1996). "Laboratory evaluation of three visible light-cured resinous liners". *Journal of Dentistry*, Vol. 24, N° 3, p. 223-231.
28. Koagel, S.; Mines, P.; Apicella, M.; Sweet, M. (2008). "In Vitro study to compare the coronal microleakage of Tempit UltraF, Tempit, IRM, and Cavit by using the fluid transportation model". *Journal of Endodontics*, Vol. 34, N° 4, p. 442-444.
29. Lai, S.; Mak, Y.; Cheung, G. (2001). "Reversal of compromised bonding to oxidized etched dentin." *Journal of Dental Research*, Vol. 80, p. 1919-1924.
30. Leonard, J.; Gutmann, J.; Guo I. (1996). "Apical and coronal seal of roots obturated with a dentine bonding agent and resin". *International Endodontic Journal*, Vol. 19, p. 76-83.
31. Leonardo, M. (2005). "Endodoncia. Tratamiento de conductos radiculares: principios técnicos y biológicos". Sao Paulo. Artes Médicas Latinoamérica.
32. Macchi, R. (2000). "Materiales Dentales". Madrid. Editorial Médica Panamericana.
33. Madarati, A.; Watts, D.; Qualtrough, A. (2008). "Time-dependence of coronal seal of temporary materials used in endodontics". *Australian Endodontic Journal*, Vol. 34, p. 89-93.
34. Magura, M.; Kafrawy, A.; Brown, C. (1991). "Human saliva coronal microleakage in obturated root canals: an *in vitro* study". *Journal of Endodontics*, Vol. 17, N° 7, p. 324-331.

35. Mandras, R.; Retief, D.; Russell, C. (1993) "Quantitative microleakage of six dentin bonding systems". American Journal of Dentistry. Vol 6. N°.3, p. 119-122.
36. Mavec, J.; McClanaban, S.; Minab, G.; Johnson, J.; Blundell R. (2006). "Effects of an intracanal glass ionomer barrier on coronal microleakage in teeth with post space". Journal of Endodontics, Vol. 32, N°. 2, p.120-122.
37. Mente, J.; Ferk, S.; Dreyhaupt, J.; Deckert, A.; Legner, M.; Staehle, H. (2009) "Assessment of different dyes used in leakage studies". Clinical Oral Investigations, <http://www.springerlink.com/content/3042530217x72m47/>
38. Ministerio de salud. (2008). "Perfil Epidemiológico de Salud Bucal". [http://www.redsalud.gov.cl/archivos/salud\\_bucal/perfilepidemiologico.pdf](http://www.redsalud.gov.cl/archivos/salud_bucal/perfilepidemiologico.pdf)
39. Morris, M.; Lee, K.; Agee, K.; Bouillaguet, S.; Pashley, D. (2001). "Effects of sodium hypochlorite and RC-prep on bond strengths of resin cement to endodontics surfaces." Journal of Endodontics, Vol. 27, p. 753-757
40. OMS.(2004). "La OMS publica un nuevo informe sobre el problema mundial de las enfermedades bucodentales." <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2004/pr15/es/>
41. Randow, K.; Glantz, P. (1986). "On cantilever loading of vital and non-vital teeth". Acta Odontológica Escandinávika. Vol. 44, p. 271-277.
42. Ray, H.; Trope, M. (1995). "Periapical status of endodontically treated teeth in relation to the technical quality of the root filling and the coronal restoration". International Endodontic Journal, Vol. 28, p. 8-12.
43. Santos, J.; Tjäderhane, L.; Ferraz, C.; Zaia, A.; Alves, M.; De Goes, M.; Carrilho, M. (2010). "Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings." International Endodontic Journal, Vol. 43, p. 455-460.
44. Sedgley C.; Messer, H. (1992). "Are endodontically treated teeth more brittle?". Journal of Endodontics. Vol. 18, p. 332-335
45. Torabinejad, M.; Kettering, J. (1990). "In vitro bacterial penetration of coronally unsealed endodontically treated teeth". Journal of Endodontics, Vol. 16, N°. 12, p. 566-569.
46. Voco (n.d). [http://www.voco.com/en/products/\\_products/ionoseal/index.html](http://www.voco.com/en/products/_products/ionoseal/index.html)
47. Wolanek, G.; Loushine, R.; Weller, N.; Kimbrough, F.; Volkmann, K. (2001). "In vitro bacterial penetration of endodontically treated teeth coronally

sealed with a dentin bonding agent". Journal of Endodontics, Vol. 27, N°. 5, p. 354-361.











## ANEXO 2

Cálculo de Amplitud

- $p^1$ =Prevalencia
- Índice de confianza= 95%

- **Límite Inferior**

$$P^1 - 1.96 \sqrt{\frac{p^1(1-p^1)}{n}}$$

- **Límite Superior**

$$P^1 + 1.96 \sqrt{\frac{p^1(1-p^1)}{n}}$$