



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

“MICROFILTRACIÓN MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA
COMPUESTA DIRECTA, POSTERIOR AL USO DE CEMENTOS TEMPORALES
CON EUGENOL Y SIN EUGENOL. ESTUDIO IN VITRO”

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO
DE CIRUJANO DENTISTA

BEATRIZ CAROLINA GÓMEZ BONILLA
DOCENTE GUÍA: DR. TERESA AZOCAR CABELLO.

TALCA – CHILE
2004

***LES DEDICO MI TESIS Y EL TRABAJO
DE TODOS ESTOS AÑOS,
A MIS PADRES,
SIN ELLOS YO NO SERÍA NADA.***

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por todo lo que me dado en la vida.

A mis padres, por su apoyo incondicional durante todo este tiempo y por ayudarme a cumplir mis sueños.

A mis hermanos, por ser mi ejemplo a seguir y ayudarme en este difícil camino.

A la Doctora Teresa Azocar, por que sin su ayuda, no habría podido seguir adelante con este proyecto, por escucharme y abrirme las puertas de su casa.

Al Doctor Daniel Bravo, por su ayuda y preocupación desinteresada

Al Doctor Giacaman, que a pesar de su lejanía, aportó con su granito de arena para la realización inicial de este proyecto.

Al Profesor Carlos Padilla, por su buena voluntad en facilitarnos el laboratorio de microbiología.

Al ID (Montse, Marlenne y Dani F.), por su amistad y compañía a través de todos estos años, no sé que habría hecho sin ustedes.

A mis amigos “los boñigas”, por su amistad y compañía a través de todos estos años, y por hacer de este paso por la universidad, algo más que sólo estudio.

Al Tata, por quererme tal cual soy, y por estar conmigo en la buenas y en las malas. Gracias por todo.

A la Cecy, por ayudarme en la realización de esta tesis, gracias por escucharme y apoyarme.

A la Coni, que a pesar de estar lejos, ha sido un pilar fundamental y una gran ayuda, para superar todos los obstáculos a través de estos años.

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

Yo, **Beatriz Carolina Gómez Bonilla**, cédula de Identidad N° 10.328.405-8 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.

Título de la memoria o tesis:	MICROFILTRACIÓN DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA DIRECTA, POSTERIOR AL USO DE CEMENTOS TEMPORALES CON Y SIN EUGENOL. ESTUDIO IN VITRO
Unidad Académica:	REHABILITACIÓN
Carrera o Programa:	ODONTOLOGÍA
Título y/o grado al que se opta:	CIRUJANO DENTISTA

Firma de Alumno



Rut: 10.328.405-8

INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo, los requerimientos estéticos por parte de los pacientes han hecho que las resinas compuestas pasen a ser uno de los materiales restauradores más utilizados en la práctica diaria odontológica. Estas fueron introducidas a fines de los años cincuenta y principio de los sesenta, y principalmente reunieron los requisitos de ser materiales estéticos y durables para el sector anterior. Con el paso de los años estos materiales han ido mejorando en sus propiedades físicas y mecánicas, al ir agregando diferentes partículas inorgánicas a su composición con el objeto de resolver sus deficiencias iniciales, como eran su alta contracción de polimerización, elevado coeficiente de expansión térmica, baja resistencia mecánica y a la abrasión. En la actualidad éstos materiales están arduamente investigados y modificados, por lo cual su utilización se ha ampliado en indicaciones, pudiendo ser usadas tanto para el sector anterior, como posterior, de manera directa o indirecta. (Craig 1998)

A pesar de todos los avances que han experimentado en el tiempo, las resinas compuestas son materiales muy sensibles a la técnica, y que requieren de una manipulación adecuada para no perder sus propiedades físicas o sufrir alteraciones en su proceso de polimerización, lo que podría originar problemas, como por ejemplo de sellado marginal o adhesión, que puede dar lugar a microfiltración marginal y por lo tanto, a desarrollo bacteriano bajo la obturación, caries recidivante, sensibilidad postoperatoria a corto y largo plazo. Este problema, puede ser originado por: falta de esmalte en la periferia de la cavidad, ya que la resina compuesta tiene mala adhesión a dentina y cemento; exceso de contracción de polimerización por una mala técnica incremental de obturación; por contaminación con humedad, sangre, saliva, lubricantes de los micromotores o turbinas, bases cavitarias y liners, y materiales de obturación temporales los cuales afectan la polimerización, como es el caso del eugenol. (Ganss 1998)

El eugenol, es un compuesto fenólico muy utilizado en odontología, el cual en combinación con el óxido de zinc, forman una sal, eugenato de zinc. Materiales basados

en el Óxido de Zinc Eugenol (ZOE), han sido utilizados como: material de impresión, material de registro de mordida, apósito quirúrgico, cementos para la obturación de conductos en endodoncia, recubrimiento pulpar, liners o base cavitaria, cementación temporal de provisorios en restauraciones indirecta, restauración provisoria o temporal, y recubrimiento coronario entre sesiones de endodoncia. Su bajo costo, su excelente sellado periférico de las cavidades y su fácil remoción después de períodos de tiempo variables, lo han hecho ser uno de los materiales más utilizados en la odontología restauradora y en endodoncia. En muchas de sus indicaciones originales, hoy en día ya no son utilizados, debido a que se ha descubierto, que el eugenol posee efectos negativos sobre la polimerización de la resina compuesta y sistemas adhesivos. Por lo tanto, no están indicados como restauración temporal o provisoria, cuando se desee realizar una restauración estética de resina compuesta posteriormente, tampoco se puede utilizar como cementación temporal, si después se va a utilizar un cemento definitivo de resina compuesta para nuestra restauración indirecta definitiva, en el caso de la obturación de conductos en endodoncia, estos perjudicarían la adhesión posterior de los pernos cementados con cementos de resina. Además, ya no son utilizados como base cavitaria por su baja resistencia mecánica. (Peutzfeldt; Asmussen. 1999; Leirskar; Nordbe 2000)

Como otros compuestos fenólicos, el eugenol es capaz de inhibir la polimerización de los materiales resinosos, lo cual resulta en un incremento de la rugosidad superficial, reduce la microdureza y disminuye la estabilidad del color (Yap et al. 2001). La fuerza de adhesión al esmalte no es afectada por el eugenol, contrariamente a lo que ocurre en relación a la fuerza de adhesión a la dentina, la cual si se ve afectada (Yap et al. 2002). Esto es producto de que la remoción mecánica de los cementos que contienen eugenol no es 100% efectiva, ya que cemento remanente es observado microscópicamente en superficies que, de manera macroscópica, estaban aparentemente limpias. Además el eugenol es capaz de penetrar en la dentina y difundir a través de los túbulos dentinarios, en cambio el esmalte no se ve afectado ya que por su gran contenido mineral, el eugenol no contamina su superficie, como lo que ocurre con la dentina, en la cual es capaz de difundir quizás más de 200 μm en profundidad (Rosales et al 2003).

Hay estudios en donde los resultados obtenidos acerca de la fuerza de unión de los composites, al esmalte y la dentina, no están significativamente afectados, por lo tanto, los cementos de óxido de zinc y eugenol podrían producir otros cambios clínicos de importancia, al afectar la polimerización de la resina y sistemas adhesivos, como es la microfiltración marginal. Microfiltración, es un término utilizado para la difusión de fluidos orales, bacterias, toxinas, iones solubles y moléculas en la interfase entre la preparación cavitaria y la restauración, lo que puede producir caries secundarias y decoloración marginal dando un aspecto poco estético a la restauración. (Zaia et al 2002)

Son pocos los estudios que evalúan la microfiltración de las resinas compuestas directas, posterior al uso de cementos de ZOE como restauración provisoria, y los que hay difieren entre sí en sus resultados. En un estudio realizado por Yap et al (2002), donde se evaluó la influencia del ZOE como restauración temporal en la microfiltración de composites, se concluyó que los cementos temporales, con una proporción mayor de eugenol que la recomendada por el fabricante, era capaz de afectar la microfiltración, pero que cementos con eugenol y sin eugenol no influían en la microfiltración marginal, de manera estadísticamente significativa. En cambio, otro estudio realizado el año 1992 por Woody y Davis, concluyeron que el pretratamiento cavitario con cementos temporales, ya sea con o sin eugenol, aumentaba la microfiltración marginal en aquellos márgenes que no estaban en esmalte (cervical).

Es por todo esto, que este estudio tiene como objetivo evaluar la microfiltración marginal de las restauraciones de resinas compuestas directas, después de haber utilizado cementos temporales con eugenol, y evaluar que efectos podría producir el cambiar un cemento temporal con eugenol, por uno sin eugenol, por un período de 1 semanas, con el objeto de descontaminar la superficie cavitaria.

HIPÓTESIS

Los valores de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa, se ven aumentados por el uso de cementos temporales con eugenol.

OBJETIVO GENERAL

- Determinar, in vitro, el efecto de los cementos temporales con eugenol, sobre los valores de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir el grado de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa, realizadas posterior al uso de cementos temporales con eugenol.
- Medir el grado de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa, realizadas posterior al uso de cementos temporales sin eugenol.
- Medir el grado de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa, realizadas posterior al uso de cementos temporales con eugenol durante una semana, el que fue reemplazados por uno sin eugenol, por un período de una semana.
- Comparar el grado de microfiltración marginal, de las restauraciones de resina compuesta directa, de los diferentes grupos experimentales entre sí y respecto al grupo control.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

RESINAS COMPUESTAS:

Los “composites”, son biomateriales de obturación organicominales (de ahí su nombre), que en un principio, estaban reservados para la restauración de cavidades visibles en dientes anteriores, actualmente y gracias a la modificación de su composición, se utilizan también para la obturación de dientes posteriores, ya sea de manera directa o indirecta. (Burdairon 1991)

El desarrollo de los materiales compuestos se inició a fines de la década del 1950 y principios del 1960, cuando Bowen inició los experimentos para reforzar las resinas epóxicas con partículas de relleno. Él combinó las ventajas de las resinas epóxicas con la de los acrilatos. Su trabajo finalizó con el desarrollo de la molécula de Bis-GMA. (Anusavice 1998)

El desarrollo de las resinas compuestas o de relleno para restauraciones, ha permitido mejorar las propiedades mecánicas, reducir el coeficiente de expansión térmica, limitar los cambios dimensionales por la contracción de polimerización, mejorar su resistencia a la abrasión y, por consiguiente, obtener mejores resultados clínicos. El desarrollo posterior de los sistemas adhesivos ha contribuido a mejorar aún más la calidad de las restauraciones de composites. (Craig 1998)

Composición de las resinas compuestas:

Matriz Orgánica: Monómeros diacrilatos aromáticos o alifáticos como por ejemplo: Bis-GMA, dimetacrilato de uretano (UDMA) y dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA). Estos poseen dobles enlaces de carbono reactivos en sus extremos, que pueden polimerizar

por adición. Desafortunadamente la adición de estos dimetacrilatos de bajo peso molecular, aumentan la contracción de polimerización. (Anusavice 1998; Craig 1998)

Relleno: La adición de partículas de relleno, dentro de la matriz orgánica, mejora significativamente sus propiedades, ya que reduce la contracción de polimerización, disminuye la sorción acuosa y el coeficiente de expansión térmica, aumenta la resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión, resistencia elástica y el módulo de elasticidad. Este relleno, corresponde a partículas de cuarzo o vidrio, de un tamaño que oscila entre 0.1 y 100µm y a partículas de sílice de 0,04µm. Las partículas inorgánicas de relleno, por lo general significan un 30 a 70% por volumen o un 50 a 85% en peso del compuesto. Se han agregado metales pesados, como el bario (Ba), el estroncio (Sr) y el circonio (Zr) con la finalidad de darle radiopacidad al material. (Anusavice 1998)

Agentes de unión o acoplamiento: Un buen enlace entre la matriz y las partículas de relleno, permite que la matriz del polímero sea más flexible, y transfiera las tensiones a las partículas de relleno más rígidas. Estos agentes son los silanos (viniltriametoxisilano o viniltrietoxisilano). La terminación inorgánica de su molécula, reacciona con la superficie de la cerámica y se adhiere a ella, mientras que la terminación orgánica, participa en el proceso de polimerización de la matriz con la que se combina. (Burdairon 1991; Anusavice 1998)

Activador o iniciadores: Para polimerizar los composites, se utiliza la activación química o lumínica, siendo esta última la más utilizada. Para la fotoactivación se utiliza luz azul de unos 460nm, que suele ser absorbida por una canforoquinona (0,2 – 1 %). Esta reacción es acelerada por la presencia de una amina orgánica. (Craig 1998)

Inhibidores: Evitan o minimizan la polimerización espontánea de los monómeros. Éstos poseen un fuerte potencial de reacción con los radicales libres. Un ejemplo de estos es la hidroquinona. (Anusavice 1998)

Pigmentos: Normalmente se añaden pequeñas cantidades de óxidos inorgánicos (dióxido de titanio u óxido de aluminio), para poder conseguir tonos que permitan reproducir la mayoría de los colores dentales. (Anusavice 1998; Craig 1998)

Propiedades de los composites para restauraciones directas:

Contracción por polimerización: Esta es directamente proporcional a la cantidad de polímeros o matriz orgánica. Por lo tanto, mientras más pequeñas las partículas, menor cantidad de relleno y mayor contracción de polimerización. Esta contracción crea tensiones durante la polimerización, de hasta 130 Kg/cm², entre el composite y el diente, formando una brecha mínima, por el cual puede filtrarse la saliva. Se puede limitar el efecto neto de la contracción de fraguado, utilizando una técnica de inserción gradual (“técnica incremental”) por capas del material fotoiniciado y polimerizando por separado, cada una de las estas, lo que permite que cada capa se contraiga ligeramente antes de aplicar las siguientes. (Craig 1998)

Propiedades térmicas: Lo ideal es que los valores de coeficiente de expansión térmica, sean lo más similares a los de la dentina ($8,3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$) y del esmalte ($11,4 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$). Mientras mayor cantidad de relleno, menor coeficiente de expansión térmica. (Craig 1998)

Sorción acuosa: Se cree que no es totalmente perjudicial, y que la expansión producida, producto de la captación de agua de los fluidos orales, podría contrarrestar parte la contracción de polimerización. Los composites de micropartículas, experimentan menos expansión al entrar en contacto con el agua. (Craig 1998)

Solubilidad: La solubilidad en agua, oscila entre 0,01 y 0,06 mg/ cm². Una resina insuficientemente polimerizada, posee valores mayores de sorción acuosa y solubilidad, lo cual se podría manifestar posteriormente en una inestabilidad cromática prematura. (Craig 1998)

Propiedades mecánicas: Estas, van a depender del tamaño de las partículas de relleno y de la cantidad de este mismo. (Burdairon 1991)

ADHESIÓN DE LOS COMPOSITES A LA ESTRUCTURA DENTARIA.

Los composites, utilizan un sistema de retención micromecánica, gracias al grabado ácido, y una retención química, gracias al uso de adhesivos dentinarios. Por lo que su retención, no va a depender del diseño cavitario, como es lo que sucede con las restauraciones de amalgama. (Smith 1996)

Uno de los medios más efectivos, para mejorar el sellado marginal, es la técnica de grabado ácido. Este proceso, que tiene como fin, lograr un enlace entre el esmalte y el material de restauración, a base de resina, implica un discreto grabado del esmalte, para proporcionar una disolución selectiva de éste, produciendo una microporosidad. Pueden haber diferentes patrones de grabado como: disolución del centro de los prismas del esmalte, disolución de los bastoncillos periféricos y combinación de ambos patrones. (Anusavice 1998)

Lo ideal es que las cavidades que van a ser restauradas con resina compuesta, posean esmalte en toda la superficie periférica, ya que la fuerza de adhesión al esmalte, ha sido siempre superior a la fuerza de adhesión a la dentina. La adhesión a dentina, plantea más dificultades debido a su composición (orgánica e inorgánica), su grado de humedad y su bajo contenido mineral. (Craig 1998)

Los valores de adhesión de los composites, al esmalte grabado oscilan entre 8 y 24 Mpa. La superficie del esmalte grabada tiene una mayor superficie disponible para la unión, una mayor energía superficial para facilitar la humectación, y extremos porosos desmineralizados en sus prismas. El adhesivo polimérico de baja viscosidad, penetra en las irregularidades del esmalte y al polimerizar produce una trabazón micromecánica. Estas indentaciones o prolongaciones, pueden penetrar 10 a 20 μm en los poros del esmalte. (Anusavice 1998; Craig 1998)

Cuando se corta la superficie dentinaria, como por ejemplo al preparar una cavidad, ésta queda cubierta por una capa de residuos orgánicos e inorgánicos de 1 – 2 μm . Esta capa, recibe el nombre de barro dentinario y está constituida por hidroxiapatita y colágeno parcialmente descalcificado. El barro dentinario se deposita también en el interior de los túbulos dentinarios, formando tapones. Este barrillo dentinario, tiene importantes repercusiones en la adhesión de los materiales de restauración y en la biocompatibilidad de los materiales adhesivos. Numerosos estudios han confirmado que la supresión del barrillo dentinario, mejora la adhesión entre la dentina y los materiales de restauración conseguida con los adhesivos disponibles. Antiguamente, no se recomendaba grabar la dentina con ácido, ya que los túbulos dentinarios, llegan hasta la cámara pulpar y contienen líquido tisular. Para lograr la adhesión a la dentina, hay que eliminar el barrillo dentinario y descalcificar la dentina intertubular, para lo cual se han empleado diferentes productos a través del tiempo: ácidos, quelantes (EDTA), hipoclorito de sodio y enzimas proteolíticas. Un importante descubrimiento en el enlace dentinario ocurrió en 1978, cuando Fusayama y asociados iniciaron el uso del ácido fosfórico al 37% para grabar esmalte y dentina. Sus hallazgos sugirieron, que el procedimiento no aumentaba la frecuencia de daño pulpar y mejoraba la retención de las restauraciones. En general, estos procedimientos de grabado con ácido de la dentina, no fueron aceptados por mucho tiempo, por el posible daño pulpar, sólo hasta 1990 donde ganó aceptación alrededor del mundo. (Smith 1996; Anusavice 1998; Craig 1998; Rosales et al 2003)

La supresión del barrillo dentinario, mejora la humectabilidad de la dentina y permite que el adhesivo pueda penetrar en los túbulos, y desplazar el fluido dentinario. No se conoce bien el mecanismo de la adhesión, pero actualmente parece que los mejores adhesivos son aquellos que pueden penetrar en la red de colágeno que queda posterior al grabado ácido, formando una capa híbrida de resina y colágeno en estrecho contacto con la dentina y los túbulos dentinarios. Se ha comprobado igualmente, que la resistencia del propio colágeno es de gran importancia en la fuerza de adhesión. (Craig 1998)

MICROFILTRACIÓN.

Existen indicios de que los materiales de restauración, pueden no adherirse al esmalte o la dentina con suficiente fuerza, como para soportar la contracción de polimerización, que ocurre cuando polimerizan las resinas. El desgaste, los cambios de temperatura y la contracción de polimerización, pueden ser los problemas más agudos que causan la microfiltración. Muchos materiales de restauración, poseen mecanismos inherentes a ellos que limitan el efecto de la microfiltración marginal, como por ejemplo, los productos de la corrosión de las amalgamas y la liberación de fluoruros por parte de los vidrios ionómeros. (Anusavice 1998, Craig 1998)

Cuando se produce un desprendimiento o una interfase, las bacterias, los restos de alimentos o la saliva, pueden penetrar por capilaridad en el resquicio que queda entre la restauración y el diente. Este efecto, recibe el nombre de “*microfiltración*”. (Craig 1998)

Según Yap et al (2002), microfiltración es un término usado para la penetración de fluidos orales, bacterias, toxinas, iones y moléculas solubles, por la interfase entre la pared de la preparación cavitaria y el material restaurador.

Se ha podido estudiar exhaustivamente, la importancia de este fenómeno en la irritación pulpar. En los estudios iniciales, se pudo observar que algunos materiales de restauración, irritaban el tejido pulpar en pruebas realizadas con animales. Sin embargo, otros estudios parecían indicar que solían ser productos microfiltrados, y no los materiales de restauración, los que causaban la irritación pulpar. (Craig 1998)

Brännstrom et al (1971; 1974) propusieron, que la infección causada por la penetración de microorganismos, por filtración marginal alrededor de la restauración, y especialmente debajo de ésta, es una gran amenaza para la pulpa, más que la toxicidad de los materiales de restauración. Los productos bacterianos pueden desmineralizar el esmalte y la dentina dejando una cavidad adyacente a la restauración produciendo caries secundaria. La microfiltración marginal, se caracteriza también por una decoloración marginal dando un aspecto poco estético a la restauración. (Anusavice 1998; Yap et al 2001)

Sin duda, las lesiones pulpares, que se incrementan en intensidad después de intervalos postoperatorios, mayores a una semana, pueden ser causadas por el ingreso de microorganismos, pero es cuestionable atribuir lesiones pulpares intensas, a corto plazo a los microorganismos y a los productos formados por ellos, sin relacionar tales lesiones con la toxicidad potencial de los materiales de restauración por sí mismos. (Anusavice 1998; Craig 1998)

La evaluación de la eficacia de los adhesivos dentinarios, generalmente se basa en el valor de la resistencia de enlaces, determinada bajo carga elástica o tangencial, hasta que ocurra la fractura. Los datos publicados acerca de la resistencia de enlace de un material determinado, varían con amplitud. Esta amplia variación de datos, puede atribuirse a las variables inherentes a la superficie de la dentina, como el contenido de agua, la presencia o ausencia de una capa superficial de partículas residuales, la permeabilidad dentinaria y la orientación de los túbulos relativa a la superficie. (Anusavice 1998)

A menudo, no hay una correlación entre los agentes de enlace y la microfiltración. El grado de microfiltración de la restauración, puede vigilarse por la penetración de agentes de tinción y/o elementos traza. (Anusavice 1998)

La microfiltración marginal puede estar influenciada por diversos factores, como son por ejemplo: la pobre adaptación de los materiales restauradores a la estructura dentaria, la contracción de polimerización, la desintegración o corrosión de algunos materiales, la deformación elástica del diente, producto de las fuerzas masticatorias que pueden afectar la interfase, la sensibilidad de la técnica, la composición y la estructura de los tejidos duros dentales, la fuerza de unión del sustrato con el adhesivo, la composición y estructura del material, la deformación o flujo del composite en la superficie libre, la sorción acuosa, la distancia con la fuente de luz durante la polimerización, la diferencia del coeficiente de expansión térmica de los diferentes materiales dentales y las estructuras dentales. (Aracena 2002; Zaia 2002; Miyin 2003)

Los cambios térmicos son de naturaleza cíclica, y aunque es posible que el conjunto de la restauración no alcance nunca el equilibrio térmico, el efecto cíclico puede producir la fatiga del material y la ruptura prematura de la unión con el diente. (Craig 1998)

Es por esto que, para realizar estudios in vitro, se recomienda someter a las piezas a cargas compresivas similares a las cargas masticatorias, y a un régimen de ciclos de termociclado, para simular las condiciones orales, ya que estas variaciones de expansión al igual que el stress sobre el material, incrementan la microfiltración marginal in vivo. (Yap et al 2002)

Aunque, según Wendt et al (1992) y Castro et al (2004), el termociclado y los ciclos de cargas oclusales, no influyen en la microfiltración marginal, ni en la fuerza de adhesión en los estudios in vitro.

CEMENTOS:

A lo largo de los años, se han utilizado una gran variedad de cementos en odontología. En general, los cementos se emplean con dos fines, fundamentalmente que son: como material de restauración para obturaciones temporales, o sea solo, o con otros materiales para protección pulpar; y para retener restauraciones en una posición fija dentro de la cavidad oral. Sin embargo, existen cementos que se utilizan para fines especializados, en rehabilitación, endodoncia, periodoncia y cirugía. (Anusavice 1998; Craig 1998)

Entre los materiales de obturación coronal temporal, utilizados durante el tratamiento endodóntico se encuentran: cemento de óxido de zinc y eugenol, cemento de policarboxilato de zinc, cemento de fosfato de zinc, cemento de vidrio ionómero, materiales resinosos fotopolimerizables y materiales que endurecen por humedad. Los factores a tomar en cuenta para la selección del material de obturación coronal temporal son: tiempo de permanencia de la obturación temporal, resistencia de la estructura dentaria remanente, forma de retención de la cavidad, posición del diente en la arcada, material restaurador definitivo a emplearse, posteriormente, grado de dificultad para la remoción posterior, estética y susceptibilidad del individuo a la caries. (Miyin 2003)

Los cementos dentales usados como materiales de restauración, tienen baja resistencia, comparados con los compuestos a base de resina y amalgama, pero se pueden usar en áreas de poca tensión o de manera temporal, ya que cuentan con características convenientes que justifican su uso en más del 60% de las restauraciones. (Anusavice 1998)

La cementación temporal, se podría ver afectada por el envejecimiento o uso prolongado de los cementos temporales, y a que podrían sufrir cambios físicos o químicos a través del tiempo, incrementando o disminuyendo su capacidad de retención. Millstein et al (1991), estudió de acuerdo al tiempo de uso, la capacidad de retención de los cementos temporales. Encontraron que los cementos con eugenol, poseían mejores valores de

adhesión, que los sin eugenol. El único que disminuyó considerablemente la fuerza de adhesión, entre la semana y las 6 semanas, fue Temp – Bond. Por lo tanto, el tipo de cemento seleccionado va a depender de los valores de retención deseados, y del tiempo estimado de cementación.

CEMENTOS DE ÓXIDO DE ZINC - EUGENOL

Una de las reacciones químicas, de mayor aplicación en odontología, es la que se produce entre el óxido de zinc y el eugenol, esta mezcla fragua formando un cemento duro, que en preparados adecuados, es compatible tanto con los tejidos blandos como con los tejidos duros de la cavidad oral. (Anusavice 1998)

Estos cementos, evolucionaron a partir del cemento oxiclورو de magnesio, cuyo líquido era muy tóxico y fue sustituido por aceites de clavos. El primer cemento de óxido de zinc – eugenol (ZOE), fue presentado en Suecia en el año 1894 por Wesler, quien lo definió como “un medicamento no irritante, mal conductor del calor, y con gran poder antiséptico”. (Meza 1990)

Los clavos secos, botones cerrados de flores de una planta tropical perenne, llamada “*Eugenia aromática*”, han sido utilizados por cientos de años como saborizantes de comidas, preservantes de alimentos, especies o perfume, usos que continúan hasta el día de hoy. El mayor avance en el uso del aceite esencial del clavo, ocurrió cuando Flagg (1875) encontró que las partículas de óxido de zinc y el aceite formaban una masa plástica en conjunto. Si esta masa se colocaba dentro de la cavidad oral, se podía proveer de la acción farmacéutica del aceite a través de una restauración temporal. El porcentaje de eugenol puro, que se puede extraer del aceite esencial del clavo, es de aproximadamente 3%. (Hume 1988; Markowitz 1992)

Las fórmulas y aplicaciones se reflejan en la Especificación N°30 de la ADA:

- Tipo I: Para cementación temporal
- Tipo II: Para cementación definitiva
- Tipo III: Para restauraciones temporales y base aislante térmica.
- Tipo IV: Recubrimiento cavitario. (Anusavice 1998; Yap et al 2001)

A estas aplicaciones, debemos agregar que se utilizan como selladores de conductos radiculares, como apósito para tejidos blandos en cirugía oral y periodoncia, y como material de impresión. (Anusavice 1998; Craig 1998; Yap et al 2002)

Los motivos que hacen de este cemento uno de los más utilizados son: fácil manipulación, fácil inserción y remoción desde la preparación cavitaria, no irritante, analgésico (acción obtundente o sedante), bacteriostático, radiopaco, buen aislante térmico, buena adaptación a las paredes, sellado marginal satisfactorio. Sin embargo, poseen las desventajas de tener: lento fraguado, baja dureza, baja resistencia a la compresión, baja resistencia al desgaste y alta solubilidad y desintegración (más rápida que el fosfato de zinc o el cemento de policarboxilato). (Anusavice 1998; Meza 1990)

Composición:

Polvo: es fundamentalmente óxido de zinc con un poco de colofonia blanca para reducir la fragilidad del cemento fraguado, estearato de zinc como plastificante y acetato de zinc para aumentar la resistencia del cemento. (Craig 1998)

Líquido: es eugenol con aceite de oliva como plastificante (Craig 1990)

Esta es la composición típica de un cemento de óxido de zinc - eugenol utilizado para obturaciones temporales. Se han introducido dos cambios en la composición con el fin de aumentar la resistencia del cemento, utilizado para cementación. En un caso se ha agregado al polvo polímero de metacrilato de metilo, y en el otro se ha añadido alúmina (Al_2O_3) al polvo y ácido ortoetoxibenzoico (EBA) al líquido, además de añadir colofonia y copolímeros para reducir la fragilidad, el espesor de película y mejorar las cualidades de la mezcla. (Meza 1990; Craig 1998) Ver Cuadro N^o1

Cuadro N^o1: Composición de los óxidos de zinc eugenol.

Componentes y % en peso	Fórmula para obturación temporal	Fórmulas para cementación ZOE mejorados	
Polvo	Óxido de zinc 69%	Óxido de zinc 80%	Óxido de zinc 70%
	Colofonia blanca 29,3%	Polimetacrilato de metilo 20%	Alúmina 30%
	Estearato de zinc 1%		Colofonia trazas
	Acetato de zinc 0,7%		Copolímeros trazas
Líquido	Eugenol 85 %	Eugenol 100%	Eugenol 37,5%
	Aceite de oliva 15%		EBA 62,5%

Los cementos de óxido de zinc sin eugenol, suelen contener un aceite aromático y óxido de zinc. También pueden incluir aceite de oliva, vaselina, ácido oleico y cera de abejas. (Anusavice 1998)

Reacción química del fraguado:

El eugenol (alil guiacol) es el principal constituyente del aceite de clavo, y se obtiene por destilación. Posee una estructura química de 4-alil 2-metoxifenol. (Hume 1988; Ganss 1998) Ver Figura 1.

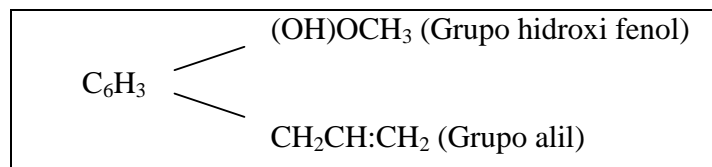


Figura N^o1: Fórmula química del eugenol (Fujisawa; Kadoma 1992)

Dos moléculas de eugenol reaccionan con una molécula de óxido de zinc formando un quelato, el eugenolato de zinc cristalino. El grupo metoxilo, en posición orto con respecto al grupo hidroxilo fenólico, permite la formación de dos anillos quelatos de cinco componentes con el zinc. Si se deshidrata completamente el polvo de óxido de zinc, antes de mezclarlo con el eugenol, la pasta resultante no endurece. Se estableció que la primera reacción, consiste en la hidrólisis del óxido de zinc y su transformación en hidroxilo, para que la reacción de fraguado ocurra, es imprescindible la presencia de agua. El agua es probablemente uno de los productos de la reacción, en consecuencia la reacción es autocatalítica. El óxido de zinc con un 2% de agua, produce mezclas que necesitan hasta 24 horas para endurecer, mientras que la presencia de un 5% de agua en el óxido de zinc, reduce el tiempo de fraguado a unos 15 minutos. La velocidad de fraguado, se ve afectada por el tamaño de las partículas (partículas pequeñas de polvo de óxido de zinc fraguan más rápido), por la proporción polvo: líquido (cuanto más alta la proporción, más rápido el fraguado). En general, se exigen tiempos de fraguado entre 4 y 10 minutos, pero para los cementos utilizados como material de obturación y bases, los odontólogos prefieren cementos de fraguado más rápido, teniendo como límite inferior hasta los 2 minutos. (Hume 1988; Anusavice 1998; Craig 1998)

Para acelerar la reacción de fraguado se han incorporado sales como acetato de zinc, acetato de plata, propionato de zinc y succinato de zinc, además de otras sustancias químicas incorporadas con este fin, como son el agua, alcohol y el ácido acético glacial. (Meza et al 1990)

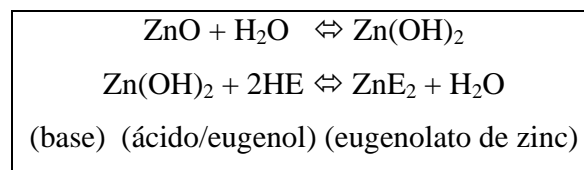


Figura N^{ro}2: Esquema de la reacción química. (Hume 1988)

La masa sólida de cemento está formada por: una matriz de eugenolato de zinc (compuesto quelático cristalino), formando cadenas octahédricas, gracias a la presencia de agua (largos cristales en forma de vaina); polvo de óxido de zinc que no ha reaccionado; y eugenol sin reaccionar. (Hume 1988; Meza 1990; Ganss; Jung 1998)

Beigelis y Macchi, realizaron estudios para determinar la cantidad de eugenol residual, y comprobaron, que en una mezcla de ZOE puede haber hasta un 5% de eugenol libre de un contenido original de 16,4%, incluso 10 años después de hecha la mezcla.

Se sabe que el eugenol es capaz de formar un quelato con los iones de zinc, pero se especula, que también podría hacerlo con iones de calcio. Rotberg y Shazer (1966), evaluaron la acción de eugenol y del óxido de zinc eugenol sobre el calcio de la dentina. En sus resultados, pudieron observar que había un incremento progresivo de la concentración de calcio en el eugenol, durante las primeras 6 semanas, luego estos valores permanecían constantes en el tiempo, cuando se utilizaba ZOE, también se podía observar la presencia de calcio en el cemento removido. Por lo tanto, el eugenol posee la capacidad de remover el calcio de la dentina a gran velocidad y formar con ella un quelato, esta capacidad es sin duda menor a la del EDTA en proporciones similares de ambos. Ellos sugieren que el eugenol podría descalcificar completamente una sección del diente, al ser cambiado periódicamente. (Rotberg; Shazer 1966)

Marruelos J. et al (1997), realizaron un estudio, para evaluar la interacción entre el hidróxido de calcio y diferentes selladores de conductos a base de óxido de zinc eugenol. El hidróxido de calcio se utiliza como agente terapéutico intraconducto durante el tratamiento de endodoncia, muchas veces su remoción completa es difícil, por lo tanto estos investigadores postulan que al utilizar un cemento con ZOE, para la obturación de la endodoncia, podría haber una interacción entre el eugenol y el calcio. Con los resultados obtenidos pudieron observar que el calcio reducía los grupos O-H del eugenol en unos pocos segundos, perjudicando la reacción normal de fraguado del ZOE, disminuyendo su eficacia para el sellado de los conductos. (Marruelos et al 1997)

Liberación del eugenol a partir del ZOE:

El eugenol, desde el momento que reacciona con el óxido de zinc en una mezcla utilizable, no es disponible por simple difusión fuera de la masa, de manera inmediata, es decir, al momento de ser colocado. Se descubrió que el eugenol, era liberado a partir del ZOE por hidrólisis. La probable reacción química es simple: el exceso de agua rompe los enlaces simples, resultando la formación de eugenol libre y óxido de zinc insoluble. (Hume 1988; Meryon et al 1988)

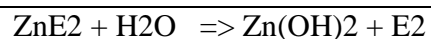


Figura N°3: Fórmula química de la hidrólisis del ZOE.

Cuando el ZOE se expone a un medio acuoso, tal como es la saliva o los fluidos dentinarios, ocurre la hidrólisis de éste. La mayor velocidad de liberación del eugenol, ocurre durante los primeros segundos después de entrar en contacto con el agua, alcanzando su peak a la hora en la saliva (211 +- 39 nmol/min), y a las 3 hrs. en la cámara pulpar (0,3 +- 0,2 nmol/min), y de ahí en adelante la velocidad de liberación declina exponencial y lentamente, hasta alcanzar los valores mínimos a los 14 días (0,4 nmol/min en la saliva,

0,08 nmol/min en la cámara pulpar). El eugenol liberado puede difundir a la saliva, y a la dentina adyacente y así, a través de los túbulos dentinarios, llegar hasta los tejidos pulpaes. Entre los factores que limitan la difusión del eugenol a la pulpa: está el hecho de que, la dentina puede considerarse, un sólido impermeable atravesado por túbulos llenos de fluidos, los cuales están parcialmente ocluidos por barro dentinario; otro es debido a la limitada área de sección transversal de dentina ocupada por túbulos, la disponibilidad de agua en la interfase dentina – ZOE es baja; un tercer factor, la presencia de calcio, en el interior de los túbulos dentinarios, produce la quelación del eugenol; y finalmente se ha encontrado eugenol en la matriz orgánica de la dentina, especialmente a nivel del colágeno, lo cual también dificulta la difusión. (Hume 1988; Markowitz 1992; Ganss; Jung 1998)

Hume (1984), analizó la liberación y difusión a través de la dentina del eugenol, a partir de las mezclas de óxido de zinc eugenol. Vio que los niveles de eugenol eran mayores más cerca del cemento de ZOE y que iban disminuyendo a medida que se acercaban a la cámara pulpar. Por ejemplo, en una pieza que había sido tratada hace 3 días con ZOE, la concentración de eugenol en la dentina era: 21 nmoles/mg a 1mm del cemento temporal; en la parte media de la dentina era de 5,3 nmoles/mg; y a 1 mm de la pulpa era de 0,22 moles/mg.

Según Ganss, Jung. (1998), la liberación de eugenol a partir de Temp Bond (6,2mg eugenol/l), un cemento temporal con eugenol, es similar al rango que se observa a partir del ZOE (4.4mg eugenol/l).

La concentración de eugenol a través de la dentina, va a depender de la cercanía de ésta con el cemento de ZOE, y en la pulpa, de la velocidad de clearance que posean los capilares del plexo sub-odontoblástico. La concentración de eugenol, en la dentina, inmediatamente adyacente al ZOE, es de 10^{-2} M, en cambio la dentina inmediatamente adyacente a la pulpa, la concentración es de 10^{-4} M. (Hume 1988; Markowitz et al 1992; Ganss, Jung 1998)

Propiedades biológicas:

Los efectos del eugenol, son dependientes de su concentración y del tiempo de contacto con los tejidos. El eugenol en altas concentraciones (10^{-2}M - 10^{-3}M) es bactericida, por lo tanto, la dentina adyacente al ZOE, se ve expuesta a niveles con éste efecto. La importancia clínica de esta propiedad del ZOE, es la de prevenir la microfiltración de los fluidos orales. A altas concentraciones, el eugenol también posee un efecto citotóxico y puede bloquear la conducción nerviosa de manera irreversible (neurotóxico). En bajas concentraciones (10^{-4}M), inhibe la actividad nerviosa de manera reversible, inhibe la quimiotaxis de las células blancas, inhibe la síntesis de prostaglandinas, puede inhibir la respiración celular y división celular, puede proteger los tejidos del daño tisular ya que, inhibe la función de los neutrófilos y remueve los radicales libres de los tejidos (al igual que otros compuestos fenólicos). El contacto directo del material de ZOE con los tejidos pulpares, puede originar una inflamación crónica y necrosis. El eugenol produce vasodilatación, e inhibe la respuesta de los vasos a la norepinefrina y a la histamina, se postula que esta vasodilatación, puede prevenir la acumulación tóxica del material y promueve la rápida remoción de los irritantes pulpares. (Markowitz et al 1992; Hume 1998)

Sonoda et al (2001), evaluó la reacción de los tejidos pulpares ante 4 cementos dentales, entre ellos, el óxido de zinc eugenol, hidróxido de calcio, vidrio ionómero, cemento de policarboxilato y fosfato de zinc. Ellos, evaluaron la toxicidad química de estos materiales sobre pulpa dental expuesta de monos. Para entender mejor, el rol de la irritación pulpar producto de los materiales dentales, es importante prevenir la microfiltración bacteriana, por esto, las piezas fueron selladas con adhesivo de resina, posterior a la obturación con cemento temporal. Evaluaron la respuesta pulpar a los 3, 5, 30 y 90 días, y vieron que los 4 cementos dentales producían una inflamación pulpar aguda de moderada a severa, en los 3 a 5 primeros días, mientras que el único cemento que mostró una persistencia hasta los 30 días, y que además, se pudo observar una inflamación de tipo crónica a los 90 días, fue con el ZOE.

Un estudio realizado por Gutierrez (2003), en el cual se evaluó la respuesta tisular de ratas al cemento de Groosman, se observó que había una respuesta inflamatoria leve, moderada y en algunos casos, severa, lo cual era atribuible a la presencia de eugenol libre, que ha demostrado ser altamente citotóxico.

Meryon et al (1988a) realizaron un estudio in vitro, que tenía como objetivo comparar la toxicidad y liberación de eugenol, a partir de tres fuentes de óxido de zinc convencional, y de óxido de zinc mejorado (Kalzinol), combinados a su vez con eugenol puro, Kalzinol fluido y aceite de clavo, y en distintos grosores de la dentina (100 μm y 500 μm de grosor) en estas relaciones. En todos los casos, el número de células (fibroblastos) se redujo significativamente en comparación al control (no expuesto al eugenol). Los niveles más altos de liberación de eugenol provenían de las mezclas con aceites de clavo, lo que sugería que las impurezas, o la presencia de poliésteres o acetato de zinc, podían inhibir la velocidad de difusión del eugenol. La reducción de la liberación del eugenol, en presencia de dentina, puede ser consecuencia de la menor disponibilidad de agua, por la mayor resistencia al fluido dentinario ante la presencia del barro dentinario. Esta reducción, en la liberación de eugenol, iba acompañada de una menor citotoxicidad. La mayor liberación de eugenol fue, de 316 $\mu\text{g/ml}$, la cual ocurría al combinar óxido de zinc con aceite de clavo y sin dentina, y la menor, era de 17,5 $\mu\text{g/ml}$ a partir de Kalzinol combinado con eugenol puro, a través de 500 μm de dentina.

En otro estudio realizado por Meryon (1988b), evaluó el rol del smear layer en la reducción de la toxicidad de los materiales dentales y la invasión bacteriana. De todos los materiales analizados, entre ellos amalgama, resina compuesta, fosfato de zinc, cemento de vidrio ionómero, cemento de policarboxilato y óxido de zinc eugenol. Los únicos materiales que exhibieron toxicidad en presencia de un polvo preparado de dentina, fue Chem Bond (V.I) y el cemento de ZOE. Al aumentar la cantidad de preparado de polvo de dentina, se reducía la toxicidad del ZOE. Realizó el mismo estudio pero con trozos de dentina de 100 μm y 500 μm , donde observó que a mayor espesor de dentina, menor toxicidad del ZOE. La presencia de smear layer reduce la toxicidad del ZOE, al removerlo

se facilitaba la difusión del eugenol libre y además, permite la invasión bacteriana produciendo inflamación pulpar.

Los beneficios farmacológicos del eugenol, son cuando la pulpa se expone a bajas concentraciones de este, produciendo efectos sedantes y anti-inflamatorios. Clínicamente, disminuye la sensibilidad ante el frío, el calor y lo dulce. La efectividad del eugenol, es limitada en las fases de injuria tisular severa (pulpitis irreversible o necrosis pulpar). (Markowitz et al 1992)

Propiedades físicas del ZOE:

La variedad de composiciones de los cementos de óxido de zinc – eugenol y sus numerosas aplicaciones, hacen que resulte difícil establecer una especificación para estos productos. La especificación N^{ro}30 de la ADA del año 1990, para cementos de óxido de zinc con y sin eugenol, establecen las normas para los diferentes tipos de cemento, dando valores límites para determinadas propiedades. (Craig 1998) Ver anexo N^{ro}1

En cuanto a la resistencia a la compresión, se requiere un valor máximo de 35 Mpa para los cementos empleados para la cementación provisional y un mínimo de 25 Mpa para los empleados para la cementación definitiva, para obturaciones y bases. Los cementos de óxido de zinc sin eugenol tienen una resistencia parecida a la de los cementos de ZOE sin modificar, utilizados para la cementación temporal. (Craig 1998)

Para aumentar la resistencia, se han usado diversos aditivos tales como: resina, poliestireno, alúmina fundida, sílice y EBA. Siendo este último el más efectivo para aumentar la resistencia. El tamaño de las partículas, también es un factor que influye en la resistencia, siendo que a menor tamaño de partículas, ésta aumenta. (Meza 1990; Anusavice 1998)

Las formulas del ZOE poseen valores de resistencia que varía entre 3 y 55 Mpa, y depende del uso que se le dé al material y por lo tanto de la fórmula para estos propósitos. (Anusavice 1998)

INDICACIONES MÁS FRECUENTES DE ZOE.

Restauraciones temporales o cementación temporal:

Se espera que los materiales usados para restauraciones temporales duren sólo un período corto, por ejemplo, unos días o unas semanas como máximo. Estas restauraciones pueden servir como tratamiento temporal, mientras la pulpa sana, o hasta que una restauración definitiva pueda ser fabricada (cementación provisoria de coronas y puentes), por lo tanto, cumplen una función de protección pulpar y para restaurar las necesidades funcionales y estéticas de los pacientes. Ya que las restauraciones al final van a ser retiradas, la máxima resistencia permitida, es de 35Mpa. La retención es proporcional a la resistencia a la compresión. (Paul, Scharer 1997; Anusavice 1998; Craig 1998)

Los cementos de óxido de zinc sin eugenol, no se adhieren a las coronas metálicas prefabricadas tan efectivamente, como los que sí contienen eugenol y fraguan más lentamente. No obstante, los cementos que no contienen eugenol, no reblandecen las coronas acrílicas provisionales. (Anusavice 1998)

Restauraciones provisionales o intermedias:

Muchas veces nos vemos en la necesidad de colocar una restauración provisoria entre sesiones. Durante el tratamiento de conductos radiculares, es importante crear un sellado del acceso de la cavidad, si la restauración coronal provisoria, se vuelve defectuosa o se pierde, la eventual contaminación de los tejidos periapicales puede dar como resultado el fracaso del tratamiento de endodoncia. (Zaia 2002)

La función de los materiales de sellado temporal, en endodoncia, son dos principalmente: primero, prevenir el ingreso de saliva con microorganismos dentro de los conductos radiculares, para evitar la infección y la reinfección; segundo, evitar que los medicamentos colocados dentro de la pulpa escapen a la cavidad oral, con la finalidad de preservar la efectiva medicación intraconducto y prevenir cualquier quemadura química de la mucosa oral. (Webber 1978)

En operatoria, por ejemplo, en casos de caries rampantes, es conveniente remover todos los tejidos desmineralizados de los sitios de lesiones cavitarias lo más pronto posible, para reducir la concentración de bacterias cariogénicas, y así detener el proceso de caries y bajar el riesgo cariogénico. El intervalo entre la remoción de la caries (dressing) y la obturación definitiva puede variar de semanas, meses o más. Durante este tiempo los dientes deben estar protegidos por algún tipo de restauración durable. (Anusavice 1998)

Para cumplir con los objetivos de proporcionar un buen sellado marginal y de ser restauración temporal, el ZOE fue mejorado, para superar sus deficiencias en las propiedades físicas de escasa rigidez e insuficiente resistencia a la compresión y a la abrasión. (Meza 1990)

Se han usado cementos modificados con EBA- alúmina como restauraciones provisionales para tratar de aprovechar sus propiedades físicas. Los estudios clínicos

realizados, han demostrado que estos cementos son de fácil manipulación, se pueden tallar bien y que los dientes sintomáticos, sin exposición pulpar, no manifiestan síntomas. Estos cementos modificados, a pesar de su escasa solubilidad en agua, se desintegraban y desgastaban excesivamente en la boca. (Craig 1998)

Muchos estudios han evaluado la habilidad de sellar de los materiales de restauración temporal, para prevenir la microfiltración coronal, sin embargo, ellos muestran resultados contradictorios. Muchos han reportado que puede ocurrir microfiltración coronal alrededor de las restauraciones temporales. (Zaia 2002)

Según Zaia et al (2002), que evaluaron 4 materiales como barrera de la microfiltración coronal, IRM (cemento de óxido de zinc eugenol modificado) y Coltosol (cemento temporal de óxido de zinc y sulfato de zinc hidratado sin eugenol) tuvieron significativamente menor microfiltración coronal que Vidrion (Vidrio Ionómero de autopolimerización) y Scotch Bond (sistema adhesivo dentinario). Siendo el mejor evaluado el IRM, con el menor porcentaje de microfiltración 4.85% (Coltosol 6,38%; Vidrion 32,2%; Scotch Bond 54,35% y control sin obturación 62.07%) y una baja prevalencia de microfiltración de 21,8% (Coltosol 15,79%; Vidrion 77,78%; Scotch Bond 100%; Control 100%).

RELACIÓN ENTRE RESINA COMPUESTA Y CEMENTOS DE ZOE.

Son muchas las instancias clínicas en las cuales interaccionan la resina compuesta y los cementos de óxido de zinc – eugenol, como por ejemplo:

- Los efectos irritantes sobre la pulpa, producidos por las resinas compuestas hacen necesaria la colocación de una barrera ya sea química o mecánica. La agresión química a la pulpa por parte de los composites, es posible si sus componentes difunden a través del

material y posteriormente alcanzan la pulpa. Aunque los materiales sin polimerizar, son potencialmente citotóxicos y pueden incluso clasificarse como cancerígenos, son muy poco hidrosolubles y se polimerizan antes de tener tiempo suficiente para la disolución y la difusión. Los monómeros que no polimerizan pueden difundir lentamente y salir de la restauración. Basándose en estudios a largo plazo, no parecen existir pruebas de ningún problema clínico que induzca la muerte pulpar o cambios en los tejidos blandos. Aunque producen reacciones inflamatorias pulpares poco severas, las resinas de composites son también irritantes potenciales y obligan a usar algún tipo de protección, para lo cual antiguamente se utilizaban bases cavitarias que contenían eugenol. (Meza 1990; Anusavice 1998; Craig 1998; Sturdevant 1999)

- El óxido de zinc – eugenol, es una de las restauraciones provisionales más utilizadas, entre sesiones de endodoncia, entre sesiones de operatoria y posterior a un dressing. Muchas veces, por la alta demanda actual de las restauraciones de resina compuesta, por sus características estéticas, el odontólogo se ve en la necesidad de restaurar con resina compuesta, piezas previamente tratadas con materiales que contenían eugenol. (Webber 1978)

Dos estudios muy similares, uno realizado por Peutzfelst, Asmussen (1999) y otro realizado por Leirskar, Nordbo (2000), evaluaron la influencia o efecto del eugenol contenido en los cementos de ZOE, en la fuerza de adhesión del sistema adhesivo Scotchbond Multi – Purpose (3M). En el primer estudio, posterior al uso del cemento temporal, la superficie de un grupo en estudio se limpiaba con etanol al 96%. En sus resultados, el pretratamiento con ZOE no influía en la fuerza de adhesión de la resina compuesta (Z100) y al usar etanol, disminuía levemente, quizás por la deshidratación y/o desnaturalización que causa éste sobre la dentina. En el segundo estudio, tampoco hubo diferencias significativas en la fuerza de adhesión a esmalte o dentina, entre los grupos no tratados con cemento temporal (control), y los con pretratamiento ya sea con o sin eugenol (IRM v/s Cavit).

Yap et al (2001), evaluaron la influencia de las restauraciones temporales con eugenol (IRM) con la proporción polvo : líquido indicada por el fabricante (10g P:1g L), otro con mayor cantidad de eugenol que la recomendada (10g P:2g L) y la de un cemento de poliacarboxilato (sin eugenol), en la fuerza de adhesión de los composites a la dentina. Según los resultados obtenidos por su estudio in vitro, ellos pudieron concluir que la utilización de restauraciones temporales con y sin eugenol antes de realizar un composite, es posible y no afecta de manera estadísticamente significativa la fuerza de adhesión, siempre y cuando, se utilizara la cantidad de eugenol recomendada por el fabricante, ya que un exceso de eugenol en la muestra (10g polvo: 2g líquido) sí disminuía la fuerza de adhesión. Aunque no fue estadísticamente significativo, igual se vió una tendencia a disminuir los valores de adhesión al usar restauraciones con y sin eugenol. El mayor porcentaje de tipo de fallas era la cohesiva en dentina.

- Para la mayoría de las restauraciones provisionales de incrustaciones, coronas y puentes, se utilizan cementos temporales con eugenol, y las restauraciones definitivas son cementadas con cementos de resina compuesta o de vidrio ionómero modificados con resina compuesta, generalmente no se cementan restauraciones definitivas sobre dentina fresca recién preparada. (Paul, Scharer 1997)

En un estudio que evaluó la retención que proporcionaba un cemento de resina compuesta, en comparación con uno de fosfato de zinc, después de usar cementos temporales con y sin eugenol, se obtuvo como resultado que los cementos con eugenol, reducían significativamente la retención que generaban los cementos de resina compuesta, no así los cementos sin eugenol, y que el pretratamiento con cemento temporal con eugenol y sin eugenol, no influían estadísticamente en la retención de los cementos de fosfato de zinc. También se concluyó que la retención dada por los cementos de resina era mucho mayor que la de los cementos de fosfato de zinc. (Millstein, Nathanson 1992)

Jung et al (1998) evaluaron el efecto de los materiales temporales con y sin eugenol en la fuerza de adhesión del composite al esmalte. Los evaluados fueron ZOE, Temp Bond

(con eugenol), Provicol (hidróxido de calcio), y eugenol puro. Se evaluó la fuerza de adhesión de un cemento de resina dual (Vivadent). No obtuvieron diferencias significativas entre sus grupos de estudio, ni con el grupo control (sin pretratamiento), y la fuerza de adhesión promedio fue de 28 – 32 Mpa. Los tipos de fallas más comunes que presentaron, fueron de tipo cohesiva a nivel de esmalte y predominantemente adhesiva con partes cohesivas en esmalte. Concluyeron por lo tanto, que los materiales con eugenol y sin eugenol no producen efectos adversos a nivel de la fuerza de adhesión al esmalte.

Otro estudio realizado por Ganss y Jung (1998), evaluó el efectos de los mismos materiales, más el Fermit (base de resina compuesta), pero ahora en fuerza de adhesión a la dentina y utilizando el mismo cemento dual. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos de estudios. Los valores promedios de la fuerza de adhesión fueron: 7,46 Mpa con OZE; 10,22 Mpa con Temp Bond; 6,49 Mpa con Fermit; 8,43 Mpa con Provicol y 10,06 Mpa para el grupo control, sin pre tratamiento. El modo de falla predominante fue la adhesiva, solo algunos pocos sufrieron de fallas cohesivas a nivel del composite.

Paul y Scharer (1997) evaluaron, in vitro, el efecto de 3 cementos temporales (Temp Bond con eugenol, Kerr Life de hidróxido de calcio, Freegenol de metacrilato), en la fuerza de adhesión de varios sistemas adhesivos dentinarios (ART bond; AllBond2; Syntac; P-Bond). En los resultados, la mayoría de las fallas eran de tipo adhesivo a nivel de la superficie dentinaria, solo algunas fueron fallas cohesivas de la dentina y ninguna de la resina. P-Bond fue el grupo con mejores resultados de adhesión (18,19 Mpa grupo control). Cuando se utilizaba Temp-Bond que contenía eugenol los valores de fuerza de adhesión disminuyeron considerablemente en todos los sistemas adhesivos, lo cual lo atribuyeron a la influencia del eugenol en la polimerización de los materiales resinosos. Los otros cementos también disminuían la fuerza de adhesión, pero en menor grado, lo cual cuestionaría la eficiencia de la limpieza de la superficie dentaria.

Mayer et al (1997), evaluaron además de la adhesión, la histomorfología de la zona de interdifusión dentina-resina, de dos sistemas adhesivos bajo la influencia de eugenol puro y

Temp Bond (cemento temporal con eugenol). Los resultados de este estudio, no mostraron una reducción significativa de la fuerza de adhesión, después de la aplicación de Temp Bond, en contraste a lo que ocurría posterior a la aplicación de eugenol puro, pero posterior al grabado ácido, no se observaba esta reducción. En la evaluación histomorfológica, se pudo observar que en aquellos grupos previamente tratados con eugenol puro, los túbulos dentinarios eran irregularmente llenados por los sistemas adhesivos, y en las piezas con grabado ácido, no se veía una conformación clara de la capa híbrida. Una imagen similar se observaba en las piezas pre-tratadas con Temp Bond, estos resultados confirman el hecho de que la presencia de eugenol o de cementos temporales tiene influencia en la morfología de la interfase sistema adhesivo - dentina. La adhesión depende de la capacidad de los sistemas adhesivos de humedecer e infiltrarse en la superficie acondicionada de la dentina. Una reducción de la fuerza de adhesión podría deberse a impurezas en la superficie o a una alteración de la tensión superficial.

En la actualidad, no sólo se utiliza resina como material de cementación definitiva, si no que también son muy utilizados los cementos de vidrio ionómeros modificados con resina. Terata et al (2000), realizaron un estudio para evaluar el efecto de los materiales temporales en la fuerza de adhesión posterior de estos cementos. Los materiales temporales utilizados fueron: Propac (cemento con eugenol), Freegenol (cemento sin euegnol), HY-Bond (cemento de polycarboxilato), Plast Seal (cemento a base de resina de curado químico) y Fermit (cemento a base de resina de fotocurado). Se evaluó Fuji Lute y Vitremer como V.I. modificado con resina. En los resultados, observaron que el pretratamiento con Propac y Freegenol, reducía significativamente la fuerza de adhesión del Fuji Lute al esmalte y dentina, y el Hy-Bond y Fermit disminuían la adhesión sólo a dentina. Cuando se utilizó Vitremer, el pretratamiento con Freegenol y HY-Bond redujeron la fuerza de adhesión a esmalte y dentina. Este estudio revela que tanto los materiales temporales con eugenol y sin eugenol, son capaces de disminuir la fuerza de adhesión de los V.I. modificados con resina, por lo tanto el hecho de que contengan o no eugenol, no juega un rol fundamental en la cementación temporal. Según estos autores, jugaría un rol mucho más importante la fácil remoción del cemento temporal, ya que Plast Seal y Fermit

fueron los de más fácil remoción y los que menos influyeron en la fuerza de adhesión. Ellos proponen que el efecto de los materiales temporales, podrían actuar más a nivel de la formación de la capa híbrida y de los tags de resina, que de la unión química del V.I al diente.

- La amalgama y la resina compuesta, según Millstein, Nathanson (1983), eran frecuentemente utilizadas como muñones para piezas fracturadas o desvitalizadas. Idealmente, los muñones deben tener ciertas propiedades: firme unión al diente, estabilidad dimensional, resistencia a los cambios químicos, compatibilidad con los cementos dentales, y rigidez suficiente para soportar la restauración definitiva en función. Hoy en día, el material más utilizado sin lugar a duda, es la resina compuesta, tanto para piezas vitales como desvitalizadas. Las coronas provisorias normalmente son cementadas con cementos temporales que contienen eugenol, y el eugenol es incompatible con la resina compuesta. En este estudio, evaluaron los efecto de los cementos con y sin eugenol, en la resina compuesta ya polimerizada usada para fabricar los muñones, ellos evaluaron bajo microscopia electrónica y pudieron ver que: no era posible remover completamente el cemento temporal de la superficie de resina compuesta, lo cual podía afectar la cementación definitiva; además la superficie de la resina compuesta se volvía porosa e irregular; y por algún tipo de reacción química, la superficie de la resina compuesta se volvía más blanda, reduciendo la microdureza superficial, por lo que se abrasionaba fácilmente.

- En los tratamientos de endodoncia, los conductos son obturados con conos de gutapercha generalmente, los cuales son adheridos con cementos que contienen en su composición eugenol, por lo tanto, si una pieza requiere una rehabilitación que necesite de la cementación de un perno en el conducto, va a haber una interacción entre el cemento de resina o vidrio ionómero modificado con resina y el remanente de eugenol que queda en el interior del conducto.

Un estudio realizado por Pruskin et al, evaluaron el efecto de los selladores con y sin eugenol en la resistencia adhesiva, de pernos preformados cementados con ionómero

vítreos modificados con resina (Advance – Dentsply), con los resultados obtenidos pudieron concluir que la presencia de eugenol afectaba significativamente la resistencia de la unión perno – estructura dentaria.

Numerosos estudios contraindican la utilización de una resina compuesta en contacto con un cemento de ZOE, puesto que el eugenol interferiría con la reacción de polimerización. El mecanismo por el cual el eugenol actúa no está claro, se postuló que habría una reacción química entre ellos, lo cual da como resultado una superficie rugosa, o bien captando los radicales libres, con lo cual resulta un polímero con características deficientes. (Meza 1990)

Fujisawa y Kadoma (1992), evaluaron los efectos de diferentes compuestos fenólicos en la polimerización de los metil metacrilatos (resina compuesta), para esto, utilizaron un scanner de calorimetría para determinar el período de inducción y la velocidad inicial de polimerización. Con sus resultados pudieron ver que el eugenol era el que más prolongaba el período de inducción, y que poseía una baja velocidad inicial de polimerización, el orden decreciente en cuanto al período de inducción es: eugenol > timol > hidroquinona > cresol > guaicol > fenol, y el que tenía menor velocidad inicial de polimerización era la hidroquinona (0,21 %/min)(inhibidor de la polimerización) y luego el eugenol (0,84%/min). Ellos argumentan que el efecto inhibitorio del eugenol es producto de su grupo hidroxifenol ((OH)OCH₃) y su grupo alil (CH₂CH:CH₂).

La polimerización de las resinas compuestas y de los sistemas adhesivos a base de resina, es inducida por radicales libres (polimerización por adición). Como otros compuestos fenólicos, el eugenol inhibe la polimerización de los materiales a base de resina, ya que inhibe la liberación de radicales libres, por la presencia de un grupo hidroxifenol en la molécula de eugenol (protoniza los radicales y así bloquea su reactividad, inhibe la polimerización de los monómeros de metacrilatos). Así las resinas acrílicas y en menor grado el composite en contacto con cementos ZOE no polimerizan completamente. Los estudios han demostrado que las propiedades físicas de las resinas

compuestas son adversamente afectadas por el eugenol. El eugenol, incrementa la rugosidad superficial y decoloración de los composites, afecta la dureza superficial, la resistencia flexural, aunque la fuerza de adhesión de los composite al esmalte no se ve afectada, contrariamente a lo que ocurre con la fuerza de adhesión a dentina la cual se ve disminuida. (Paul, Scharer 1997; Meza 1990; Yap et al 2002)

Según Powel et al (1993), materiales como el hidróxido de calcio (liners), cemento de fosfato de zinc, cemento de policarboxilato, cemento de vidrio ionómero, cemento de óxido de zinc eugenol y el eugenol puro, no afectaban significativamente las propiedades de tensión elástica y fuerza compresiva de las restauraciones de resina compuesta de micropartículas.

En el último tiempo, se han desarrollado cementos de óxido de zinc sin eugenol, que tienen como objetivo no interferir en la polimerización de las resinas compuestas, ya que no interfieren en la liberación de radicales libres. (Meza 1990)

El eugenol es un compuesto fenólico parasustituído, ligeramente ácido, cuando forma parte de un cemento u otro material, parte de él no reacciona y se va liberando en pequeñas cantidades a lo largo de los días posteriores. Es por eso, que es muy utilizado en preparaciones cavitarias con una profundidad moderada, ya que son capaces de difundir a la pulpa y ejercer su efecto sedante. Sin embargo, la capacidad del eugenol de penetrar por los túbulos dentinarios y adherirse al colágeno de la parte orgánica de la dentina, producen problemas de adhesión de la resina compuesta que se utilizará posterior al uso de cementos temporales, ya que la superficie cavitaria queda contaminada en superficie y en profundidad. (Studevart 1999)

Se piensa que la concentración de 10^{-2} M de eugenol dentro de la dentina, podría causar efectos adversos sobre los sistemas adhesivos de los composites. (Ganss 1998)

El ángulo de contacto de una gota de agua destilada sobre la superficie dentinaria tratada previamente con materiales temporales es significativamente mayor, que el ángulo de contacto que se forma en la dentina cuando esta no fue contaminada. Esto, es indicativo de un descenso en la humectancia de líquidos hidrofílicos, en la superficie dentinaria pretratada, a pesar del material utilizado. La humectancia en los sistemas adhesivos, está correlacionada directamente con una mejor infiltración en la dentina y por consiguiente un mejor anclaje de la resina compuesta. (Ganss 1998)

El eugenol contenido en los cementos temporales, puede no ser completamente removido de la superficie donde se curara una resina compuesta, lo cual alteraría su superficie. En situaciones clínicas es mucho más difícil obtener una cavidad limpia, en comparación con la limpieza que se logra de manera in vitro. Sin embargo, hay quienes han postulado que los sistemas adhesivos actuales, son capaces de remover efectivamente cualquier cemento residual y al eugenol que contamina la dentina, y en consecuencia ser insensible al pretratamiento con cementos de ZOE. El grabado ácido, con ácido fosfórico al 37%, es capaz de desmineralizar 10 - 15µm en profundidad, lo que lograría remover y descontaminar la superficie del eugenol y los cementos temporales. (Millstein, Nathanson 1983; Millstsein, Nathanson 1992; Ganss 1998; Yap et al 2001 y 2002)

Según Woody y Davis (1992), la utilización de restauraciones temporales, ya sea con o sin eugenol, incrementan la microfiltración de los márgenes que no están en esmalte, se postuló que aparentemente ninguno de los cementos fue completamente removido con la limpieza con piedra pómez, ni con el grabado con ácido fosfórico al 37%, por lo cual evaluó microscópicamente, y observó la presencia de cemento remanente, que macroscópicamente no era apreciable. Según estos investigadores, la presencia de este cemento residual podría contribuir a la microfiltración.

Bachmann et al (1997), evaluaron el efecto de la limpieza de la dentina, posterior al uso de cementos temporales (Temp Bond y Freegenol), con piedra pómez y una mezcla de diferentes sustancias de lavado (jabones), en la fuerza de adhesión de diferentes agentes

adhesivos dentinarios (ART Bond, AllBond, Syntac y P-Bond). Los jabones utilizados en este estudio fueron: Hibiscrub (sustancia de lavado aniónica), Pril (mezcla de sustancias para lavado aniónicas, no aniónicas y anfotéricas), Lauril sulfato de sodio (sustancia de lavado catiónica) y Nonident P (sustancia de lavado no aniónica). Los mejores resultados se obtuvieron con la limpieza con piedra pómez solamente y el sistema adhesivo con mejores valores de adhesión fue P-Bond. A través de sus resultados, pudieron observar que las sustancias de lavado probablemente removían eficazmente el remanente de cemento temporal que quedaba en la superficie, pero que quizás estas sustancias impedían que los agentes adhesivos dentinarios se adhirieran exitosamente, ya que podría ocurrir una interacción química entre ellos, por lo cual no son recomendables para usar clínicamente.

Aunque la fuerza de adhesión de los composite al esmalte y a la dentina no se vea significativamente afectada en todos los estudios, los cementos de ZOE podrían producir otros cambios clínicos de importancia, tal como microfiltración marginal. Hay evidencia de que los materiales temporales aumentan la microfiltración de los agentes adhesivos para las restauraciones. Según Woody y Davis, por los resultados obtenidos en sus estudios, piensan que no existe una correlación entre los estudios in vitro de microfiltración con los de fuerza de adhesión. (Woody, Davis 1992; Peutzfeldt, Asmussen 1999; Yap et al 2002)

Los estudios que existen, con respecto a microfiltración difieren entre ellos en sus resultados. Woody & Davis (1992) no encontraron diferencias significativas entre los grupos tratados con cementos con eugenol y sin eugenol. Sin embargo con este estudio, se pudo concluir que el pretratamiento de las cavidades con cementos temporales, ya sea con eugenol o sin eugenol, influía de manera similar en la microfiltración de la resina compuesta, en aquellos márgenes que no estaban en esmalte, pero no afectaba a los márgenes en esmalte.

Yap et al (2002), evaluaron la microfiltración de resinas compuestas a nivel de esmalte y dentina, posterior al uso de cementos con eugenol (IRM) en la proporción polvo : líquido indicada por el fabricante (10g:1g), usaron cemento temporal con una mayor proporción de

eugenol (10g:2g) y un cemento temporal sin eugenol. Con sus resultados ellos pudieron concluir que las restauraciones temporales de IRM en una proporción polvo : líquido adecuada, o un cemento de policarboxilato (sin eugenol), no afectan la microfiltración marginal de las resinas compuestas, no así cuando se utiliza IRM con mayor proporción de eugenol, lo cual incrementa la microfiltración marginal y no es recomendable clínicamente. También pudieron concluir que la microfiltración marginal afectaba más a nivel de la interfase con la dentina, que la de esmalte.

Los efectos adversos de los materiales temporales, en general, podrían generar: cambios a nivel de la humectancia, reactividad de la dentina o por la presencia de material remanente en la superficie dentinaria. (Ganss, Jung 1998)

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el procedimiento experimental de este estudio in vitro, se seleccionaron 40 piezas dentarias humanas sanas, sin caries macroscópicas, que correspondieron a terceros molares con indicación de extracción, los cuales fueron limpiados de todo resto orgánico residual con curetas de periodoncia (Jakel N^{ro} 30 y 31; Cureta Gracey N^{ro} 30 y 31- Hu-Friedy), y escobilla profiláctica con piedra pómez de grano mediano y agua, luego fueron almacenados y conservados en una solución de cloruro de sodio al 0,9%, a una temperatura de 5°C, por un período que no excedió los 3 meses post-exodoncia y cuya solución se cambió una vez a la semana, hasta el momento de su preparación.

Ver Apéndice 1, fotos de la etapa experimental del material y métodos.

Materiales utilizados en la etapa experimental:

Ver Anexo 2: composición y marca comercial.

- IRM (cemento temporal con eugenol)
- Cavit G (cemento temporal sin eugenol)
- Scotchbond Gel – Gel grabador
- Single Bond - Sistema adhesivo dental
- Resina Compuesta Filtek Z250 Restaurador Universal (Color B2)

Preparación de las muestras:

En cada pieza dentaria se preparó una cavidad clase II de Black (Ocludo – Mesial). La apertura cavitaria se realizó con una piedra de diamante redonda (Komet, grano fino # 0.10) y una vez en tejido dentinario se continuó con una fresa de carbide cilíndrica (Komet, # 0.10), ambas de alta velocidad, utilizadas en turbinas con abundante refrigeración acuosa, éstas fueron cambiadas después de terminar 5 preparaciones. Las dimensiones de la preparación oclusal fueron de 2,5mm de profundidad, 2mm de ancho en sentido vestíbulo – lingual y 2mm en sentido mesio – distal, en la preparación del cajón proximal el margen gingival se ubicó 1mm por debajo del límite amelo - cementario y con un piso gingival de 1,5mm de profundidad. Todas las preparaciones fueron realizada por un solo operador, previamente instruido para lograr las dimensiones establecidas de la preparación cavitaria de las muestras. Posteriormente las cavidades fueron verificadas con un calibrador digital (Mitutoyo Corp., Japón), para corroborar que todas preparaciones tuvieran las mismas dimensiones establecidas para este estudio.

Proceso restaurador:

Las muestras con las preparaciones cavitarias antes descrita, fueron divididas en 4 grupos de 10 piezas dentarias cada uno, elegidas al azar. Se trabajó con un grupo control y tres grupos de estudio, donde el tratamiento previo a la restauración con resina compuesta directa varió en cada grupo de estudio.

- **Grupo N°1: Grupo Control – Sin cemento temporal**

Se restauró solamente con resina compuesta directa, sin utilizar cementos temporales como restauración provisoria. El protocolo de obturación con resina compuesta fue el mismo para todos los grupos de estudio.

Limpieza cavitaria con escobilla profiláctica y piedra pómez de grano mediano (las escobillas fueron remplazadas cada 5 cavidades). Se grabó con ácido fosfórico al 37% (Scotchbond gel - 3M ESPE) toda la cavidad, incluyendo esmalte, dentina y cemento, durante 15 segundos, luego se lavó con agua por 15 segundos y se secó con un suave flujo de aire por 5 segundos. Se aplicó el sistema adhesivo dental (Single Bond - 3M ESPE), colocando dos capas, la primera soplándola suavemente con un flujo de aire y la segunda polimerizándola por 20 segundos, utilizando una unidad de fotocurado (Curing Light 2500 - 3M ESPE).

Se obturó con resina compuesta (Filtek Z250 – 3M ESPE), utilizando una técnica incremental horizontal, agregando 3 incrementos para cada pieza, y se fotopolimerizó cada capa durante 20 segundos, con una técnica convencional, la cual se realiza tocando la cara oclusal de la muestra con la ventana de salida de la guía de luz de la unidad de fotocurado (distancia cero).

El pulido de las restauraciones se realizó con la serie completa de 4 discos Sof-Lex XT (3M-ESPE), 24 horas después de la obturación.

Las muestras de almacenaron en cloruro de sodio al 0,9%, a temperatura ambiente, por un período de 1 semana.

- **Grupo N^{ro}2: Con cemento temporal con Eugenol.**

Se preparó un material de restauración intermedio de óxido de zinc y eugenol (IRM – Dentsply) con la proporción de polvo : líquido determinada por el fabricante (10g :1g). Se obturó completamente la cavidad previamente preparada. Se almacenaron las muestras en una solución de cloruro de sodio al 0,9%, durante un período de 1 semana a temperatura ambiente. La remoción del cemento temporal se realizó con cuchareta de caries, y la limpieza cavitaria con escobilla profiláctica, agua y piedra pómez de grano mediano.

Luego se procedió a restaurar con resina compuesta directa, siguiendo el mismo protocolo expuesto en el grupo control.

- **Grupo N^{ro} 3: Con cemento temporal sin eugenol.**

Se utilizó un cemento temporal como material de restauración provisoria que era libre de eugenol (Cavit G – 3M ESPE), se obturó completamente la cavidad previamente preparada. Se almacenaron las muestras en una solución de cloruro de sodio al 0,9%, durante un período de 1 semana a temperatura ambiente. La remoción del cemento temporal se realizó con cuchareta de caries, y la limpieza cavitaria con escobilla profiláctica, agua y piedra pómez de grano mediano.

Luego se procedió a restaurar con resina compuesta directa, siguiendo el mismo protocolo expuesto en el grupo control.

- **Grupo N^o4: Reemplazo del cemento temporal con eugenol, después de 1 semana, por uno sin eugenol, por un período de 1 semanas.**

Se obturó con cemento temporal con eugenol, siguiendo la misma secuencia que en el grupo N^o2. Se almacenaron las muestras en una solución cloruro de sodio al 0,9%, por un período de 1 semana a temperatura ambiente. Posterior a su remoción y limpieza cavitaria, se procedió a obturar nuevamente con cemento temporal pero sin eugenol, utilizando la misma secuencia que el grupo N^o3. Se almacenaron nuevamente las muestras en una solución de cloruro de sodio al 0,9%, durante un período de 1 semana a temperatura ambiente. La remoción del cemento temporal, se realizó con cuchareta de caries, y la limpieza cavitaria con escobilla profiláctica, agua y piedra pómez de grano mediano.

Luego se procedió a restaurar con resina compuesta directa, siguiendo el mismo protocolo expuesto en el grupo control.

Tratamiento de cargas y termociclado de las muestras:

Todos los especímenes obturados finalmente con resina compuesta, fueron almacenados en una solución de cloruro de sodio al 0,9%, por un período de 1 semana a temperatura ambiente.

El tratamiento de cargas fue realizado en una máquina neumática de carga puntual operada por presión y controlada por un manómetro, construido especialmente para estos fines de investigación, por el departamento de Plantas y Equipos Industriales de la Escuela de Ingeniería Mecánica de nuestra universidad. A cada pieza dentaria, se le confeccionó un molde de acrílico de autopolimerización, de 4cm de diámetro por 1cm de alto, donde se

sumergieron sus raíces, hasta 1 mm bajo el margen gingival de la resina compuesta, con el objetivo de permitir cargar las piezas.

Todos los especímenes (n = 40) fueron sometidos a 250 ciclos de cargas verticales, a nivel de la cúspide de soporte más cercana a la restauración, con una carga de 10Kg y presión de 45,3 psig por 0,5 segundos.

Posteriormente, todas las piezas fueron sometidas a un proceso de termociclado en agua, realizando 250 ciclos entre 5° C y 55° C, durante 20 segundos en cada temperatura y con un período de 10 segundos a temperatura ambiente.

Evaluación de microfiltración:

Las piezas dentarias fueron selladas con esmalte de uñas, cubriendo toda la pieza dentaria y su raíz, dejando una ventana libre de 1 mm de distancia del margen gingival de la restauración a evaluar, y a nivel apical de las raíces inmaduras estas fueron selladas, con resina acrílica de autocurado.

Las muestras fueron almacenadas en un medio líquido con azul de metileno al 0,2% como agente de tinción, durante un período de 1 semana, posteriormente fueron lavadas con abundante agua.

Se eliminó la porción radicular de las piezas dentarias y se procedió al corte de la porción coronaria, por el centro de la restauración y en sentido mesio – distal, para esto se utilizaron discos de carborundum finos y baja velocidad (micromotor con pieza de mano) y abundante irrigación acuosa.

Las muestras fueron analizadas con microscopia óptica de luz incidente (Standard 25, ZEISS Germany), con un lente con aumento de 3,02/0,07. Se evaluó la penetración del tinte entre la restauración de resina compuesta y el cemento (a nivel cervical), de ambas hemisecciones cortadas en cada muestra.

La microfiltración será evaluada con un método cualitativo de la penetración del agente colorante, asignando un valor determinado dependiendo del grado de penetración, basándose en la siguiente escala de valores: (ver Figura N^{ro} 4)

0 : no existe microfiltración apreciable.

1 : leve, microfiltración de menos de la mitad de la pared gingival

2 : moderada, microfiltración de de más de la mitad de la pared gingival pero no llega a la pared axial.

3 : avanzada, microfiltración de menos de la mitad de la pared axial.

4 : severa, microfiltración de más de la mitad de la pared axial

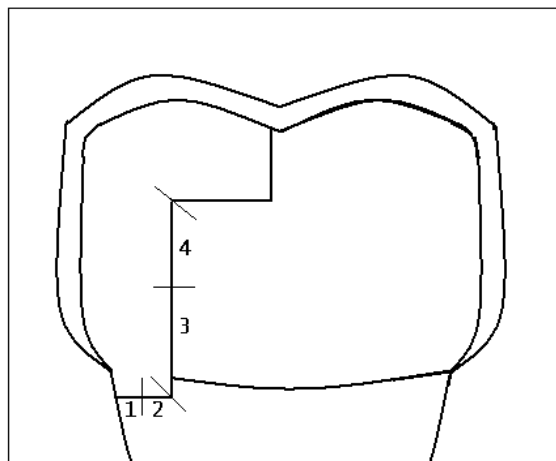


Figura N^{ro} 4: Esquema de la escala de grados de microfiltración marginal

La observación y evaluación de las muestras, fue realizada por dos operadores previamente instruidos para tal efecto. Sin saber de qué grupo correspondía cada muestra. En caso de discrepancia, en cuanto al valor asignado a una muestra, se volvía a observar, y si aún así no se llegaba a consenso, se recurría a un tercer observador quien determinaría el valor definitivo.

Análisis estadístico:

Se empleó la prueba no paramétrica, test de Kruskal – Wallis, para el análisis de las diferencias en los niveles de microfiltración marginal, del grupo control y los grupos en estudio, cuyo nivel de significancia estadística fue del 95% ($p \leq 0.05$). Para realizar la comparación entre grupos se utilizó el test Mann – Whitney, cuyo nivel de significancia fue de 95% ($p \leq 0,05$). Los resultados se analizaron mediante el software SPSS, para Windows.

RESULTADOS

El número de especímenes, al ser hemiseccionados por el centro de la restauración y en sentido mesio distal, quedó aumentada al doble para el análisis microscópico, en total se observaron 80 márgenes. De estos 80 márgenes, se eliminaron 6 muestras por microfiltración proveniente desde la cámara pulpar, a través de los túbulos dentinarios, por falla de sellado apical de las piezas dentarias, por lo tanto, se evaluarón un total de 74 especímenes.

En el cuadro N^o3 del apéndice 3, se detallan los valores de microfiltración marginal obtenidos por cada espécimen analizado, de los 4 grupos de estudio. El cuadro N^o4, muestra los resultados del análisis estadístico mediante el test no paramétrico Kruskal – Wallis y desde el cuadro N^o5 al 10 se realiza una comparación de los diferentes grupos entre sí, con el test estadístico Mann-Whitney.

Ver en el apéndice 2, las fotos de los especímenes con los diferentes grados de microfiltración.

En el cuadro N^o2 y figura N^o5, se puede visualizar el grado de microfiltración marginal a nivel de cemento, de cada grupo y su porcentaje correspondiente.

Cuadro N^o2. Distribución de valores y porcentajes de microfiltración marginal por grupo.

GRUPO	VALORES DE MICROFILTRACIÓN											
	Grado 0		Grado 1		Grado 2		Grado 3		Grado 4		TOTAL	
1	1	6%	4	25%	8	50%	2	13%	1	6%	16	100%
2	0	0%	0	0%	3	15%	14	70%	3	15%	20	100%
3	0	0%	3	15%	8	40%	8	40%	1	5%	20	100%
4	0	0%	0	0%	4	22%	14	78%	0	0%	18	100%

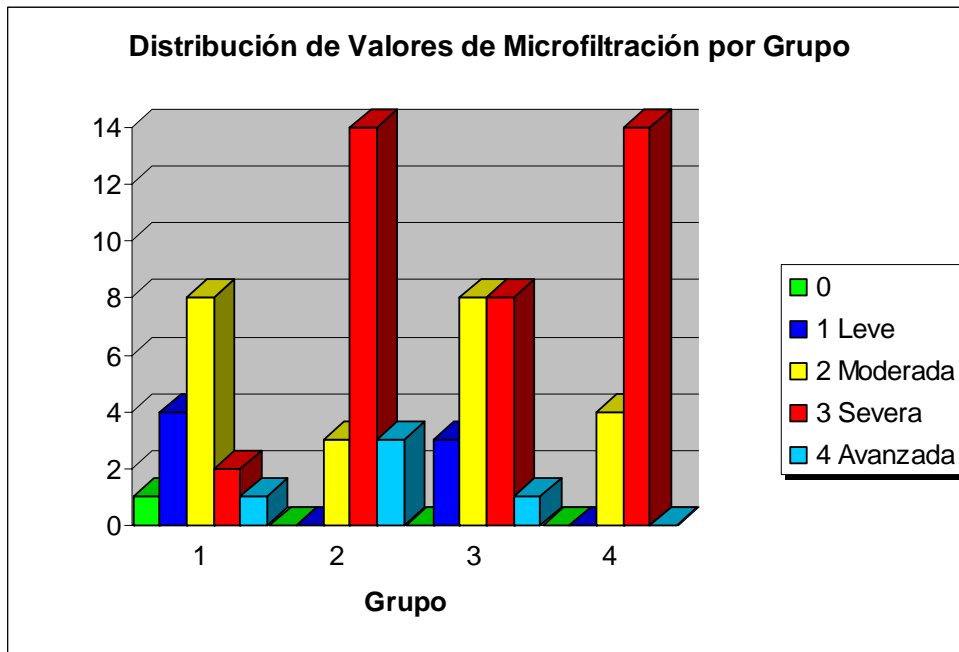


Figura N^o5: Distribución de los valores de microfiltración por grupo

Podemos ver que: en el Grupo 2 (con eugenol), un 70 % de los especímenes, presentaron valores de microfiltración marginal grado 3 o severa; en el Grupo 3 (Sin eugenol), el mismo numero de especímenes presentaron un grado de microfiltración 2 o moderada y 3 o severa (40% cada uno); en Grupo 4 (Con y sin eugenol), encontramos valores de microfiltración marginal similares a los del grupo 2, con un alto porcentaje de especímenes con un grado de microfiltración severa (78%).

Según los resultados del análisis estadístico, podemos ver que hay una diferencia altamente significativa en los niveles de microfiltración marginal entre los 4 grupos en estudio, dependiendo del tratamiento inicial de cada espécimen, con un $p < 0,001$. En orden creciente, según grado de microfiltración marginal, los grupos se distribuyeron de la siguiente manera: G1 (Control), G3 (Sin Eugenol), G4 (Con y Sin eugenol) y G2 (Con Eugenol). (Figura N^{ro} 6)

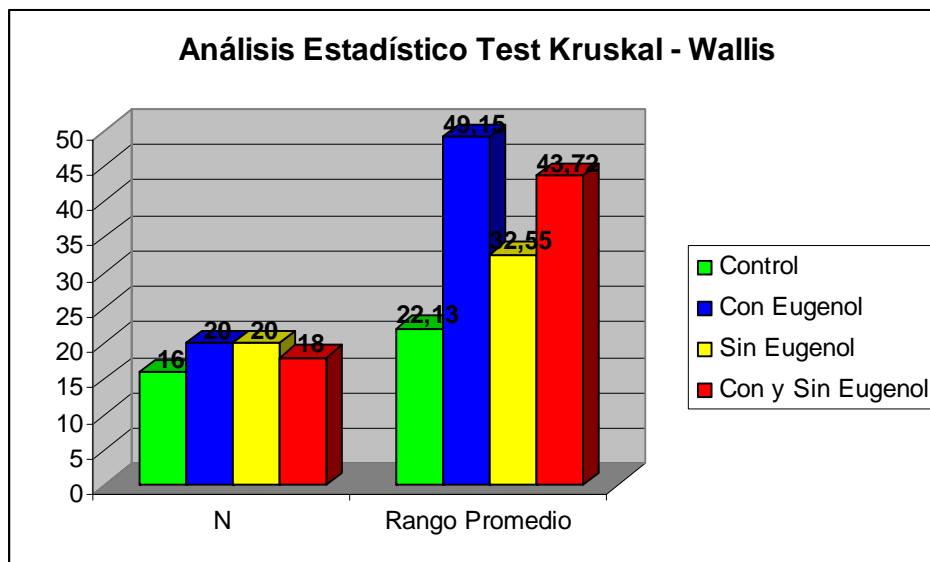


Figura N^{ro}6: Gráfico del análisis estadístico Test Kruskal - Wallis

Al comparar los diferentes grupos entre sí, podemos observar que hay diferencias altamente significativas estadísticamente entre el G1 (Control) y el G2 (Con Eugenol) ($p=0,000$), el G1 (Control) y el G4 (Con y Sin Eugenol) ($p=0,001$), el G2 (Con Eugenol) y el G3 (Sin Eugenol) ($p=0,007$).

Al comparar el G3 (Sin Eugenol) con el G4 (Con y Sin Eugenol), se obtuvo que eran diferentes de manera estadísticamente significativa ($p=0,046$), presentando una microfiltración mayor el grupo con y sin eugenol. Y al comparar el G2 (Con eugenol) con el G4 (Con y Sin Eugenol), se vio que no eran diferentes estadísticamente ($p=0,165$).

DISCUSIÓN

Uno de los factores más importantes para el éxito de una restauración, es la obtención de un buen sellado marginal, con el fin de evitar la microfiliación bacteriana y posterior aparición de caries secundarias, inflamación pulpar, dolor post operatorio y el fracaso de la restauración en el tiempo. Las cavidades con límites marginales en esmalte, no presentan tantos problemas de microfiliación, ya que las fuerzas de contracción de la resina compuesta son contrarrestadas por el sistema adhesivo y el grabado del esmalte, en las cavidades clase II con margen cervical ubicado apical al límite amelocementario, en cambio, la fuerza de contracción de polimerización excede la fuerza de adhesión de los sistemas adhesivos a dentina o cemento, produciendo brechas y microfiliación. Actualmente los sistemas adhesivos de última generación, poseen valores de fuerza de adhesión superiores a 20 Mpa, lo que es suficiente para soportar el stress de la contracción de polimerización (13 – 17 Mpa), sin embargo la microfiliación a nivel de los márgenes en cemento y dentina aún esta presente (Demarco et al 2001). Se han evaluado varias técnicas para minimizar la microfiliación a nivel del margen cervical, de cavidades clase II, bajo el LAC, como el uso de resina fluida, vidrio ionómero, resina de autocurado, bandas matriz transparente, entre otras, pero ninguna a sido efectiva en disminuir la microfiliación a nivel de cemento o dentina. (Bezno C. 2001)

El objetivo de realizar las cavidades Clase II, con su margen cervical bajo el límite amelocementario en este estudio, fue para evaluar la influencia del eugenol en la microfiliación de la resina compuesta a nivel de cemento o dentina, ya que según estudios de Jung et al (1998), el eugenol no afecta la adhesión a nivel de esmalte, Woddy y Davis (1992) y Yap et al (2002), que evaluaron microfiliación, vieron que el eugenol era capaz de afectar solo aquellos márgenes que no estaban en esmalte. Esto es debido a que, el eugenol no es capaz de adherirse o permanecer en el tiempo a nivel del esmalte, no así a nivel de la dentina, donde el eugenol liberado a partir del cemento temporal es capaz de difundir a través de los túbulos dentinarios y llegar a la pulpa, quedando muchas veces

atrapado en el barro dentinario, en la dentina al producir un quelato con el Ca, o quedar inmerso en la matriz orgánica de la dentina, especialmente a nivel del colágeno. (Hume 1988, Markowitz 1992)

Con los resultados obtenidos en el presente estudio, pudimos comprobar la hipótesis planteada inicialmente, de que el eugenol presente en los cementos temporales, aumenta el grado de microfiltración marginal de la resina compuesta a nivel de cemento o dentina. A pesar de no estar del todo claro, el mecanismo por el cual éste es capaz de afectar la polimerización, Paul y Schärer (1997) propone que el grupo hidroxifenol y el grupo alil de la molécula de eugenol, protoniza los radicales libres bloqueando la reacción de polimerización de la resina compuesta. Thomas et al (1997) al evaluar la histomorfología de los sistemas adhesivos bajo la influencia de eugenol puro y cementos temporales con eugenol, observaron que los túbulos dentinarios no eran completamente llenados por el sistema adhesivo y que no se formaba una capa híbrida clara y regular. Rosales et al (2003) vieron que la profundidad de la dentina y su contaminación con eugenol no afectaba la humectancia (tensión superficial) del agua y de las resinas hidrofílicas en la dentina, por lo que los efectos negativos del eugenol sobre la polimerización no se basaban en este hecho.

También se pudo ver, que los cementos temporales sin eugenol, no afectan de manera significativa la microfiltración de la resina compuesta, pero se observa una tendencia a aumentar el grado de microfiltración marginal, lo cual es posiblemente debido a la presencia de residuos de cemento en la superficie cavitaria, ya que a pesar de la eliminación macromecánica con cuchareta de caries y escobilla profiláctica con piedra pómez, quedan residuos microscópicos en la superficie cavitaria que son capaces de influir en la correcta polimerización de la resina compuesta. Según Bachmann et al (1997), el mejor método para la limpieza de la dentina, posterior al uso de cementos temporales, es la utilización de una escobilla profiláctica con piedra pómez, pero aún así este no es 100% efectivo. Murchison et al (1992) evaluaron microscópicamente la superficie dentinaria tratada previamente con cementos temporales con y sin eugenol, posterior a la eliminación con cureta solamente, la cantidad de cemento remanente sobre la cavidad era abundante, si

además se limpiaba con piedra pómez y agua, la cantidad de cemento residual era mucho menor, pero aún así, la superficie no estaba libre de impurezas.

El fundamento para realizar el cambio de un cemento temporal con eugenol, por uno sin eugenol, con el objeto de disminuir la influencia del eugenol en la microfiltración marginal de la resina compuesta, se basa en estudios previos en los cuales se analiza la liberación y difusión del eugenol a través de la dentina. Hume, en sus dos estudios (1984 y 1988), vio que la liberación del eugenol, a partir del cemento de ZOE, por hidrólisis (fluido dentinario), sufría una declinación exponencial en el tiempo, después de las primeras horas, donde alcanza su concentración máxima a nivel pulpar, disminuye lentamente hasta su valor más bajo a los 14 días, la concentración de eugenol presente en la dentina adyacente al cemento temporal es de $10^{-2}M$ y ésta va disminuyendo a través de la dentina hasta la pulpa, donde posee un valor de $10^{-4}M$. Por lo tanto, al colocar un cemento temporal con eugenol, éste es liberado a la dentina adyacente y a la cavidad oral durante las primeras 24 horas, posteriormente, esta concentración va disminuyendo en el tiempo, por difusión a través de la dentina y por la menor liberación de éste a partir del cemento, por lo tanto, al reemplazar este cemento temporal por uno sin eugenol, le daríamos tiempo a la dentina para eliminar los residuos de eugenol, y así evitar su influencia en la polimerización de la resina compuesta.

Según los resultados obtenidos, lo anteriormente expuesto como objetivo no se cumplió, ya que el grado de microfiltración del grupo 4, en el cual se utilizó primero un cemento temporal con eugenol, el que fue reemplazado a la semana por uno sin eugenol, fue significativamente mayor que el grado de microfiltración del grupo control y que el del grupo sin eugenol, y similar al grupo con eugenol. Por lo tanto, reemplazar el cemento temporal con eugenol, después de 1 semana, por uno sin eugenol, por un período de 1 semana, no disminuye significativamente el grado de microfiltración, en comparación al grupo en el cual no se reemplazo el cemento temporal con eugenol, por lo tanto, no ayudaría en la descontaminación de la superficie.

Hay que considerar que, éste es un estudio *in vitro*, por lo tanto en condiciones *in vivo*, la velocidad de liberación del eugenol de la dentina, podría ser mayor o más eficiente, debido a la presencia del fluido dentinario que ayudaría a la difusión del eugenol a través de la dentina a la pulpa, y por la velocidad de clearance del plexo capilar subodontoblástico (Hume 1988), el cual está ausente de manera *in vitro*.

Estudios similares, de Woody y Davis (1992) y Yap et al (2002), que evaluaron la influencia de los cementos temporales con eugenol y sin eugenol, en la microfiltración de la resina compuesta a nivel de esmalte, dentina y cemento, muestran que a nivel de esmalte, el eugenol no influye significativamente, pero sí a nivel de cemento y dentina. En el primer estudio no hay diferencias significativas entre los cementos con eugenol y sin eugenol, y en el segundo estudio sólo influyeron aquellos cementos con una mayor proporción de eugenol que la indicada por el fabricante. Al comparar estos resultados con los del presente estudio, podemos ver que hay diferencias, ya que en nuestro estudio los cementos con eugenol, en la proporción indicada por el fabricante, si afectan la microfiltración, y con los cementos sin eugenol, se observa una tendencia a aumentar el grado de microfiltración, pero no afectan significativamente, y el grupo con eugenol afecta en mayor grado, que los sin eugenol. Es posible que en nuestro estudio se observaran en general, grados mayores de microfiltración, ya que el tiempo que permanecieron en azul de metileno fue de 1 semana, a diferencia de estos estudios anteriores, en los cuales estuvieron solo 2 horas en el primero y 24 horas en el segundo, lo cual podría influir en la obtención de menores valores de microfiltración, especialmente en el estudio de Woody y Davis, en el cual se obtuvieron valores de microfiltración muy bajos para ser restauraciones realizadas en cemento (control 100% grado de microfiltración 0).

A pesar de que en la tesis de Avila y Bravo (2003), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, entre los tiempos de inmersión en una solución de tinción, en la microfiltración marginal de resinas compuestas (1 día, 7 y 15 días), se decidió dejar los especímenes durante 1 semana en azul de metileno, para seguir el protocolo más utilizado por tesis anteriores y así poder comparar los resultados obtenidos.

En la etapa experimental, se intentó simular lo mejor posible las condiciones in vivo a las cuales son sometidas las restauraciones en la cavidad oral, para lograr así una mejor proyección clínica de los resultados y un mejor entendimiento del comportamiento de las restauraciones en boca. Todos los especímenes fueron sometidos a ciclos de cargas oclusales axiales, para simular el stress producido por la masticación, deglución y hábitos parafuncionales, lo cual es muy difícil de simular de manera in vitro. También se sometieron a ciclos de frío y calor extremos (5°C y 55°C), que son las temperaturas extremas compatibles con la cavidad oral y a la cual podrían someterse las restauraciones en boca. Es difícil comparar los diferentes estudios en este sentido, ya que no hay un protocolo establecido para este fin y cada estudio posee su propia metodología de número y frecuencia de los ciclos. A pesar de lo controversial de los resultados de los diferentes estudios que evalúan la influencia de éstos, y de que estudios como el de Castro et al (2004), afirman que no hay diferencias estadísticamente significativas al utilizar o no, termociclado o cargas oclusales, en la microfiltración marginal y en el análisis de la fuerza de adhesión de las resinas compuestas, se prefirió someter a las piezas a estas condiciones, ya que según la tesis realizada por Concha y Bravo (2003), a pesar de no observar diferencias estadísticamente significativas, se vio una tendencia a aumentar el grado de microfiltración al someter las piezas a cargas, y observó que afectan significativamente más a nivel gingival que oclusal. Otra tesis realizada por Rivera y Giacaman (2001), concluyó que las cargas influyeron significativamente en la microfiltración de los márgenes de las restauraciones, en comparación con las que no fueron sometidas a cargas.

En este estudio, los especímenes fueron sometidos a cargas axiales de 10Kg. lo que corresponde a la fuerza promedio desarrollada por el ciclo masticatorio habitual, el cual fue aplicado en la cúspide de soporte más cercana a la restauración. No se aplicó directamente sobre la resina compuesta, ya que éstas no están indicadas para soportar cargas oclusales directas. Se realizaron 250 ciclos, los cuales corresponden a 4 horas de uso en la cavidad oral, lo cual no es lo ideal de vida útil para las restauraciones en boca, pero es el protocolo utilizado en trabajos anteriores, y al no encontrar diferencias estadísticamente

significativas entre el número de ciclos realizados (250, 4.000 y 10.000 ciclos) en la tesis de Concha y Bravo, se optó por mantener este protocolo.

El termociclado, es un proceso que involucra un cambio brusco de temperatura de las muestras, de un medio líquido que posee una temperatura de aproximadamente 55°C a otro con una temperatura de 5°C, de manera cíclica, 20 segundos en cada temperatura y con 10 segundos a temperatura ambiente, durante 250 ciclos. Esto produce una expansión y posterior contracción térmica, por lo tanto al ser diferentes los coeficientes de expansión térmica lineal de la pieza dentaria con la de la resina compuesta, se genera una brecha, la cual es susceptible a la microfiltración. En la tesis de Sabando y Bravo (2003), se evaluó la influencia del termociclado en la microfiltración marginal, ella concluyó que al aplicar 700 ciclos termales, no se observan diferencias significativas que al no realizar termociclado, pero al someter a 1500 ciclos, sí se observan cambios significativos, produciéndose una mayor microfiltración. El número de ciclos elegido para el presente estudio, fue el protocolo más utilizado por estudios de microfiltración de resinas compuestas en nuestra universidad, con el fin de poder hacer los estudios más comparativos.

En un estudio realizado por Mazer et al (1992), se obtuvo como resultado que, realizar la tinción durante el termociclado, produce una microfiltración similar a la generada por el grupo control, o sea sin realizar termociclado y solamente almacenado por 24 hrs. en azul de metileno. La mayor microfiltración de las resinas compuesta, fue al realizar 250 ciclos de 15 segundos y posteriormente almacenar durante 24 hrs. en azul de metileno. Almacenar las muestras en azul de metileno por 24 hrs. produce mayor microfiltración que por 4 hrs. La microfiltración a nivel de cemento, no se ve tan influenciada por los cambios térmicos como la microfiltración a nivel de esmalte.

El cemento temporal fue removido con cuchareta de caries, con el objeto de no tocar las paredes cavitarias y no eliminar dentina adyacente al cemento temporal, y fueron limpiadas posteriormente con una escobilla profiláctica con piedra pómez de grano mediano y agua, para eliminar todos los restos macroscópicos de cemento temporal, ya que según la

literatura éste es el método más utilizado en la mayoría de los estudios (Woody y Davis 1992; Paul y Schärer 1997; Yap y cols 2001) y el más efectivo (Bachmann y cols 1997).

Como sugerencia para estudios posteriores, sería bueno evaluar la influencia del eugenol en la microfiltración a dentina pura, realizando la eliminación del esmalte, no en cavidades Clase II bajo el límite amelocementario donde se evalúa la adhesión a cemento o dentina sin precisión. Evaluar la influencia de ZOE, con una concentración de eugenol mayor a la recomendada por el fabricante. Evaluar diferentes métodos de tratamiento de superficie, para descontaminar la dentina del eugenol, o eliminar los restos de cemento temporal (impurezas), como por ejemplo: reemplazar el cemento temporal con eugenol, por uno sin eugenol por un período de 2 semanas, en vez de una, como se realizó en el presente estudio, ya que a los 14 días es cuando hay menor concentración y liberación de eugenol; comparar la eficacia del scaler para la limpieza de las cavidades en comparación con la piedra pómez, ya que este es otro método de limpieza cavitaria muy utilizado en diferentes estudios.

Otra sugerencia sería almacenar las muestras por 24hrs. solamente en azul de metileno, en vez de 1 semana, con el fin de disminuir el grado de microfiltración y poder comparar con estudios previos realizados de este tiempo.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos de este estudio in vitro de microfiltración marginal, podemos concluir que:

- Los cementos temporales con eugenol afectan de manera significativa, aumentando el grado de microfiltración marginal de las restauraciones de resina compuesta directa, a nivel de la interfase cemento radicular - resina compuesta ($p=0.000$)
- Los cementos temporales sin eugenol, no afectan de manera significativa la microfiltración marginal de las restauraciones de resina compuesta directa, a nivel de la interfase cemento radicular - resina compuesta, pero sí se ve una tendencia a aumentar el grado de microfiltración marginal, en comparación al grupo que no uso cemento temporal (Control) ($p = 0,1$)
- El reemplazar un cemento temporal con eugenol por uno sin eugenol, por un período de una semana, no disminuye el grado de microfiltración marginal de las restauraciones de resina compuesta directa, en comparación a usar cemento temporal con eugenol solamente ($p = 0.165$).
- Al utilizar un cemento temporal con eugenol y reemplazarlo por uno sin eugenol, por un período de una semana, se obtienen valores de microfiltración marginal mayores que al utilizar un cemento temporal sin eugenol solamente. ($p = 0.046$).
- Se registraron diferencias estadísticamente significativas, en los diferentes grupos experimentales entre sí y respecto al grupo control.

RESUMEN

Introducción: El eugenol es un compuesto fenólico muy utilizado en odontología, en rehabilitación, endodoncia y cirugía. Se sabe que este compuesto es capaz de inhibir la polimerización de los materiales a base de resina compuesta y sistemas adhesivos, al inhibir la liberación de radicales libres, afectando sus propiedades físicas, aumentar la rugosidad superficial y decoloración de los composites, afecta la dureza superficial, la resistencia flexural y la fuerza de adhesión a dentina. El eugenol es liberado por hidrólisis desde los cementos temporales de óxido de zinc eugenol, es capaz de penetrar a través de los túbulos dentinarios y llegar a la cámara pulpar, su mayor liberación y concentración a nivel de la dentina y la pulpa (10^{-2} M dentina adyacente y 10^{-4} M en la cámara pulpar), ocurre durante las primeras horas, posteriormente declina exponencialmente hasta alcanzar sus valores más bajos a las 2 semanas. Se piensa que no es solamente el eugenol presente en los cementos temporales, el que influye en la correcta polimerización de las resinas compuestas, si no que, los restos microscópicos de cemento que quedan en la superficie de las cavidades posterior a su eliminación, también afectarían, ya que no hay método 100% efectivo para remover las impurezas de los cementos temporales con y sin eugenol, es por eso que estudios previos han visto que los cementos temporales sin eugenol también afectan la fuerza de adhesión y microfiltración de las resinas compuestas.

Objetivos: Comparar los valores de microfiltración marginal, in vitro, de las restauraciones de resina compuesta directa, producidos a nivel de la interfase cemento radicular – resina compuesta, posterior al uso de cementos temporales con eugenol y sin eugenol. Y ver la influencia que tiene el cambiar un cemento temporal con eugenol, después de 1 semana, por uno sin eugenol, por un período de 1 semana, con el fin de permitir la descontaminación de la superficie cavitaria del eugenol presente en la dentina.

Materiales y métodos: Se utilizaron 40 terceros molares sanos, en los cuales se realizaron cavidades clase II con el margen gingival 1 mm bajo el LAC. Se separaron de

manera aleatoria en 4 grupos, 1 control y 3 de estudio. El Grupo 1 o Control no recibió tratamiento previo y fue obturado con resina compuesta (Filtek Z250 B2 – 3M ESPE) según las indicaciones del fabricante. El Grupo 1 “Con eugenol”, fue obturado previamente con un cemento temporal con eugenol (IRM – Dentsply). El Grupo 2 “Sin eugenol”, fue obturado con un cemento temporal sin eugenol (Cavit G – 3M ESPE). El Grupo 3 “Con y sin eugenol”, fue obturado inicialmente con IRM y luego de 1 semana se reemplazó por uno sin eugenol (Cavit G), por un período de 1 semana. El cemento temporal fue removido después de 1 semana, con cuchareta de caries y se limpió la cavidad con escobilla profiláctica y piedra pómez, y se procedió a obturar con resina compuesta con el mismo protocolo del grupo control. Todos los especímenes una vez obturados fueron sometidos a 250 ciclos de cargas axiales y 250 de termociclado, para simular condiciones orales. Para evaluar la microfiltración, la piezas se sellaron en apical con resina acrílica y en todos los márgenes de la restauración que no serían evaluados, se almacenaron durante 7 días en una solución de azul de metileno al 0,2%, posteriormente se seccionaron en sentido mesio-distal, por el centro de la restauración, para la evaluación en microscopio óptico, quedando aumentado al doble la muestra total (80 hemisecciones). La microfiltración fue evaluada por dos observadores doble ciegos, con valores de 0 a 4 según grado de penetración del tinte en la interfase. Se emplearon como métodos estadísticos los test no paramétricos Kruskal – Wallis y el test Mann – Whitney, con un nivel de significancia del 95% ($p \leq 0.05$).

Resultados: El número de especímenes analizados en total fue de 74, ya que se eliminaron 6 muestras por microfiltración proveniente desde la cámara pulpar. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y los diferentes grupos en estudio ($p < 0,001$). El grado de microfiltración marginal fue mayor de manera estadísticamente significativa en el Grupo 2 con eugenol, que en todo el resto de los grupos, pero no hubo diferencias significativas entre éste y el grupo 4 ($p = 0,1$), donde se reemplazó, por un período de una semana, el cemento temporal con eugenol por uno sin eugenol. El cemento temporal sin eugenol presentaba una tendencia a aumentar el grado de microfiltración marginal, pero éste no era estadísticamente significativo en comparación al grupo control ($p = 0.1$). El orden creciente según grado

de microfiltración marginal fue: G1 (control) < G3 (Sin eugenol) < G4 (Con y sin eugenol) < G2 (Con eugenol).

Conclusiones: Los cementos temporales con eugenol influyen de manera significativa, aumentando el grado de microfiltración marginal a nivel de la interfase cemento radicular - resina compuesta. Los cementos temporales sin eugenol no afectan de manera significativa el grado de microfiltración marginal. El reemplazo de un cemento temporal con eugenol por uno sin eugenol, por un período de 1 semana, no disminuye de manera significativa el grado de microfiltración marginal.

Palabras Claves: Microfiltración, Resina compuesta, Eugenol, Óxido de zinc eugenol.

BIBLIOGRAFÍA

Anusavice K. 1998. Ciencia de los materiales dentales, de Phillips. Editorial Mc. Graw – Hill Interamericana. 10ma edición. Pgs: 104; 219 – 244; 283 – 311; 313 – 325; 549 – 579.

Aracena X. Giacaman R. 2002. Influencias de las cargas oclusales y de tres técnicas para el tratamiento del sustrato adhesivo en los valores de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta clase II. Estudio in vitro. Memoria para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Talca.

Avila N. y Bravo D. 2003. Estudio in vitro de la influencia del tiempo de inmersión en una solución de tinción en la microfiltración marginal de resinas compuestas en cavidades clase II. Memoria para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Talca. 1 – 52.

Bachmann M, et al. 1997. Effect of cleaning dentine with soap and pumice on shear bond strength of dentine-bonding agents. *Journal Oral Rehabilitation*, 24 (6): 433 – 438.

Bedran de Castro et al. 2004. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bonds strength to dentin. *Operative Dentistry*. 29 (1), 42 -48.

Beigelis AA, Macchi RL. 1978. Zinc – oxide eugenol reinforced by different polymers. *Revista Asociación Odontológica Argentina*, 65(2): 89 – 94 .

Beznos C. 2001. Microleakage at the cervical margin of composite class II cavities with different restorative techniques. *Operative Dentistry*. 26, 60 – 69.

Burdairon Gérald. 1991. Manual de Biomateriales Dentales. Editorial Masson. Pgs: 195 – 201.

Castro AKB, et al. 2004. Thermal and mechanical load cycling on microleakage and shear bond strength to dentin. *Operative Dentistry*. 29 (1): 42 – 48.

Concha M.C. y Bravo D. 2003. Estudio in vitro de la influencia del número de ciclos de carga axial en la microfiltración marginal de resina compuesta en cavidades clase II. Memoria para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Talca. 1 – 50 pp.

Craig Roberto G. et al. 1998. Materiales de odontología restauradora. Harcourt Brace. 10^{ma} Edición. Pgs: 85 – 95; 156 – 159; 172 – 208; 244 – 271.

Demarco et al. 2001, Influence of different restorative techniques on microleakage in class II cavities with gingival wall in cementum. *Operative Dentistry*. 26, 253 – 259.

Escobar M.A.; Azócar T.C. 2002. Estudio in vitro de microfiltración marginal en restauraciones de resina compuesta fotopolimerizadas con técnica Soft – Start y técnica convencional. Memoria para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Talca.

Fujisawa S. y Kadoma Y. 1992. Effect of Phenolic compounds on the polymerization of methyl methacrylate. *Dental Materials*. 8: 324 – 326.

Ganss C, Jung M. 1998. Effect of eugenol – containing temporary cements on bond strength of composite to dentin. *Operative Dentistry*, 23(2): 55 – 62

Gutiérrez L. 2003. Estudio de la respuesta tisular a una asociación experimental *Uncaria Tomentosa Willd D.C. – Hidróxido de Calcio versus Cemento Convencional de Groosman*. *Odontología Sanmarquina*. 6 (11); 30 – 34

Hume W.R. 1983. An analysis of the release and the diffusion through dentin of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures. *Journal Dental Research*. 63 (3): 881 – 884.

- Hume W.R.** 1988. In vitro studies on the local pharmacodynamics, pharmacology and toxicology of eugenol and zinc oxide – eugenol. *International Endodontic Journal* 21, 130 – 134.
- Jung M. et al.** 1998. Effect of eugenol – containing temporary cements on bond strength of composite to enamel. *Operative Dentistry*. 23, 63 – 68.
- Leirskar J. Nordbo H.** 2000b. The effect of oxide-eugenol on the shear bond strength of a commonly used bonding system. *Endodontics & Dental Traumatology*. 16: 265 – 268.
- Margelos J. et al.** 1997. Interaction of Calcium Hydroxide with Zinc Oxide – Eugenol Type Sealers: A potential clinical problem. *Journal of Endodontics*. 23 (1). 43 – 48.
- Markowitz K. et al.** 1992. Biologic properties of eugenol and zinc oxide – eugenol, a clinically oriented review. *Oral Surgery, oral medicine, oral pathology*. 73; 729 – 737.
- Mayer T. et al.** 1997. Dentinal adhesión and histomorphology of two dentinal bonding agents under the influence of eugenol. *Quintessence Int*; 28: 57 – 62.
- Meryon S. D.** 1988b. The model cavity method incorporating dentine. *International Endodontic Journal*. 21. 79 – 84
- Meryon S.G. et al.** 1988a. Eugenol release and the cytotoxicity of different zinc oxide-eugenol combinations. *Journal Dental*. 16: 66-70.
- Meza C. S., Stanke C. F.** 1990. Interacción entre un cemento de oxido de zinc- eugenol y una resina compuesta. Tesis (cirujano – dentista). Universidad de Chile. 150 h.h
- Millstein D. et al.** 1991. Effect of aging on temporary cement retention in vitro. *Journal Prosthetic Dentistry*. 65. 768 – 771.

Millstein PL, Nathanson D. 1983. Effect of eugenol and eugenol cement on cured composite resin. *Journal Prosthetic Dentistry*, 50 (2): 211 – 215.

Millstein PL, Nathanson D. 1992. Effects of temporary cementation on permanent cement retention to composite resin cores. *Journal Prosthetic Dentistry*, 67 (6): 856 – 859

Miyin H. 2003. “Sellado Coronal Endodóntico: Materiales Intermedios”. <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/invitado31>. Sep. 2004

Paul SJ, Scharer P. 1997. Effect of provisional cements on the bond strength of various adhesive bonding systems on dentine. *Journal Oral Rehabilitation*, 24 (1): 8- 14.

Peutzfeldt A. Asmussen E. 1999. Influence of eugenol – containing temporary cement on efficacy of dentin – bonding systems. *European Journal of Oral Sciences*. 107(1): 65 – 69.

Powell T.L. et al. 1998. Effects of cements and eugenol on properties of a visible light – cured composite. *Pediatric Dentistry*. 15, 104 – 107.

Pruskin E. et al. Efecto de los selladores con y sin eugenol en la resistencia adhesiva de pernos preformados cementados con ionómeros vítreos. Asociación Odontológica Argentina. 3er Encuentro de investigación en Endodoncia. <http://www.wndodoncia-sea.com.ar/resumenencuentro.html>. Septiembre 2004

Rivera A. y Giacaman R. 2001. Estudio in vitro de microfiltración de los sistemas adhesivos autograbadores. Memoria para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Talca. 1-75pp

Rosales-Leal, et al. 2003. Influence of eugenol contamination on the wetting of ground and etched dentin. *Operative Dentistry*. 28 (6): 695 – 699.

Rotberg S. y Shazer D. 1966. The Complexing Action of Eugenol on Sound Dentin. Journal Dental Research. 45 (2). 307 – 310.

Sabando C. y Bravo D. 2003. Estudio in vitro de la influencia del proceso de termociclado en la microfiltración marginal de resinas compuestas clase II. Memoria para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Talca. 1 - 79.

Smith G.N, et al. 1996. Utilización clínica de los materiales dentales. Masson S.A. Pgs: 38 – 39; 50 – 51; 195 – 196

Sonoda H. et al. 2001. Pulp tissue reaction to four dental cements. Operative Dentistry. 26, 201 – 207.

Sturdevant C. 1999. Operatoria Dental. Arte y Ciencia. Madrid. Harcourt Brace. Tercera edición. Cap. 6; 259 – 266 pp.

Terata R. et al. 2000. Effect of temporary materials on bond strength of resin modified glass – ionomer luting cements to teeth. American Journal of Dentistry. 13: 209 – 211.

Webber. R.T. et al. 1978. Sealing quality of temporary filling material. Oral surgery, oral medicine, oral pathology. 46 (1). 123 – 130.

Wendt J. et al. 1992. The effect of thermocycling in microleakage analysis. Dental Materials. May 18. 181 – 184.

Wendt et al. 1992. The effect of thermocycling in microleakage analysis. Dental Materials. 8. 181 – 184.

Woody TI, Davis RD. 1992. The effect of eugenol-containing and eugenol-free temporary cements on microleakage in resin bonded restorations. Oper. Dent., 17(5): 175 – 180.

Yap AU, et al. 2001. Influence of eugenol containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. *Operative Dentistry*, 26 (6): 556- 561

Yap AU, et al. 2002. Influence of ZOE temporary restorations on microleakage in composite restorations. *Operative Dentistry*, 27 (2): 142 – 146

Zaia A.A. et al. 2002. An in vitro evaluation of four materials as barriers to coronal microleakage in root – filled teeth. *International Endodontic Journal*. 35: 729 – 734.

APÉNDICE 1

Fotografía de los materiales y métodos utilizados en la fase experimental.

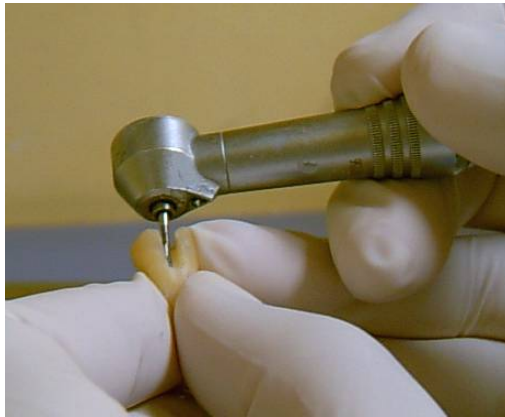


Figura N^{ro} 7. Preparación cavitaria.



Figura N^{ro} 8. Calibrador digital Mitutoyo



Figura N^{ro} 9. Cavidad Clase II, piedra y fresa utilizadas



Figura N^{ro} 10. Piezas obturadas con IRM y Cavit respectivamente.



Figura N^{ro} 11. Eliminación de cemento temporal.



Figura N^{ro} 12. Limpieza cavitaria con piedra pómez de grano mediano y escobilla profiláctica

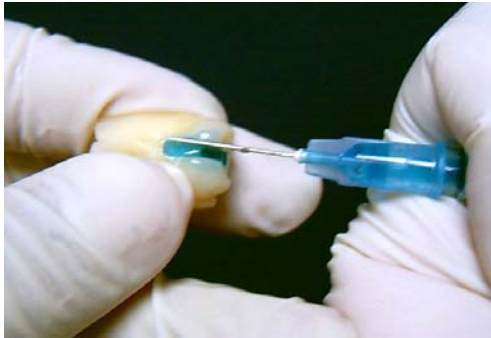


Figura N^{ro} 13. Grabado ácido (Ácido fosfórico al 37%)



Figura N^{ro} 14. Lavado del ácido, durante 15 segundos.

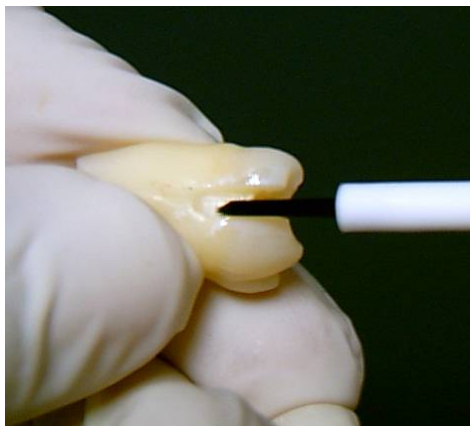


Figura N^{ro} 15. Aplicación de sistema adhesivo.



Figura N^{ro} 16. Obturación con Resina Compuesta.

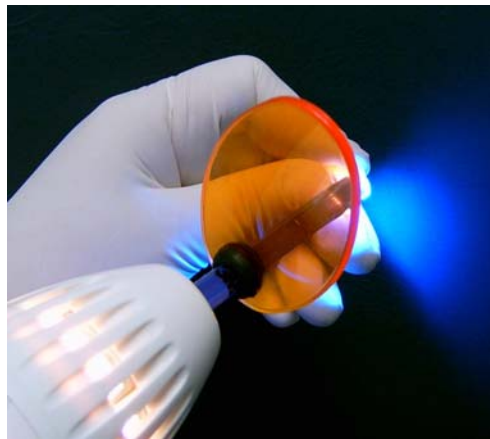


Figura N^{ro} 17. Fotopolimerización.



Figura N^{ro} 18. Pulido de la resina compuesta.



Figura N^{ro} 19. Máquina de carga puntual.



Figura N^{ro} 20. Pieza montada en acrílico de autopimerización.

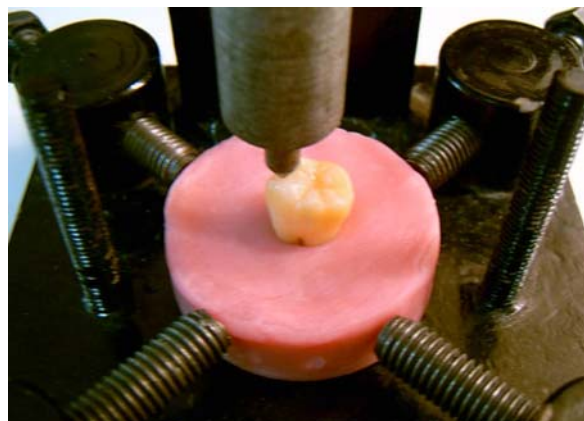


Figura N^{ro} 21. Cargas Oclusales.



Figura N^o 22. Termociclado (Calor)



Figura N^o 23. Termociclado (Frío)

APÉNDICE 2

Fotografía de cada grado de microfiltración marginal, bajo microscopio óptico:
(**R**: Resina Compuesta; **D**: Dentina; **PA**: Pared Axial; **PG**: Pared Gingival)

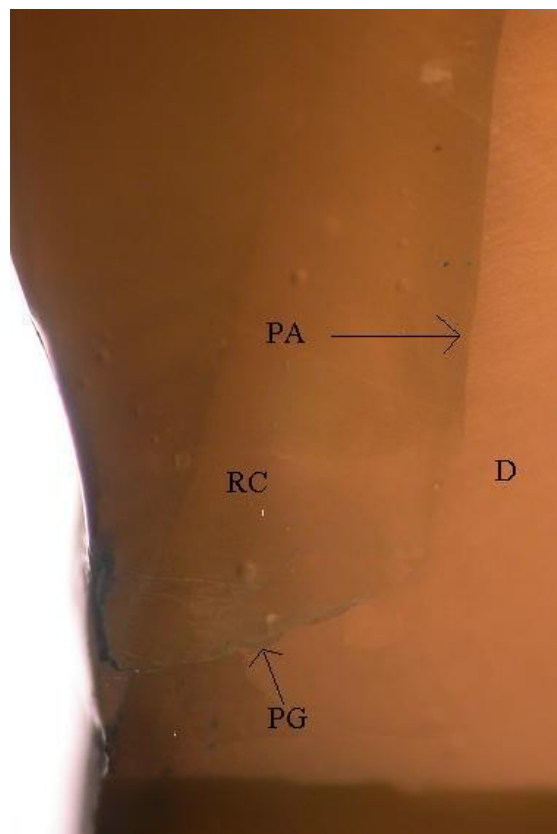


Figura N^{ro} 24: Grado 0 de microfiltración

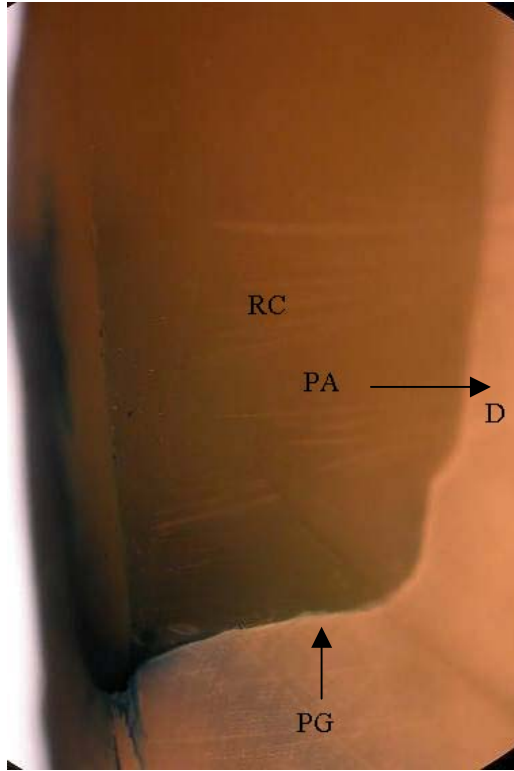


Figura N^{ro} 25: Grado 1 o Leve de microfiltración

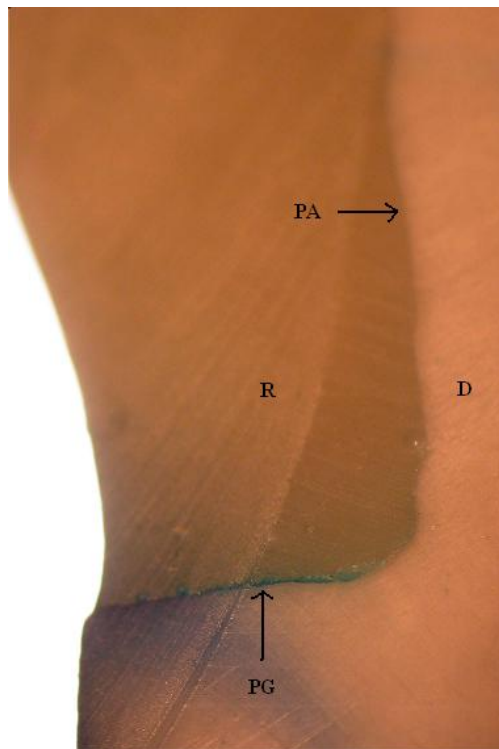


Figura N^{ro} 26: Grado 2 o Moderado de microfiltración

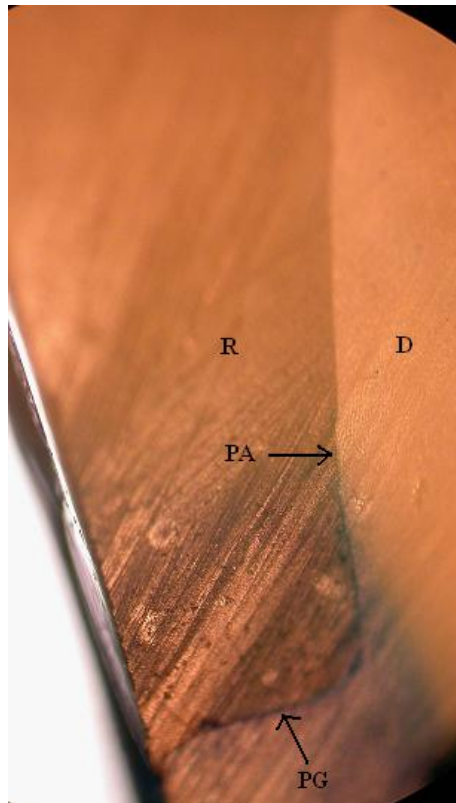


Figura N^{ro} 27: Grado 3 o Avanzada de microfiliación

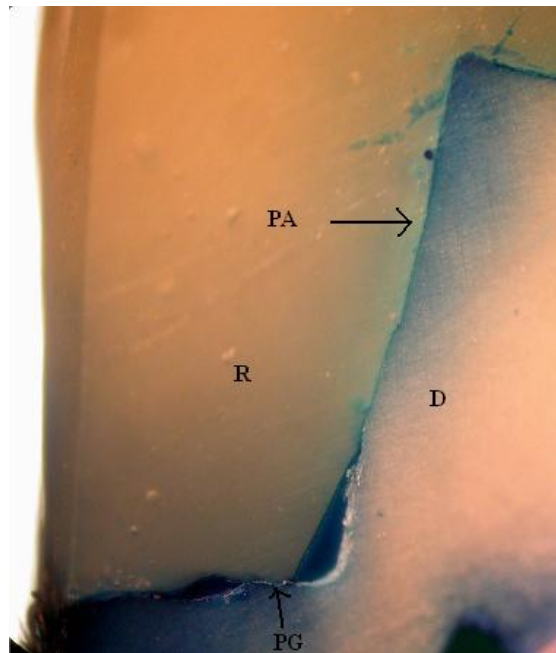


Figura N^{ro} 28: Grado 4 o Severa de microfiliación

APÉNDICE 3

Cuadro N^{ro} 3. Valores de microfiltración marginal de las muestras por grupo.

Espécimen	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	1	3	3	3
2	2	3	3	3
3	2	3	2	3
4	*	3	3	3
5	0	4	3	3
6	2	4	2	3
7	2	3	3	2
8	2	2	2	3
9	1	2	2	3
10	3	3	2	2
11	3	3	3	3
12	2	3	1	3
13	*	3	4	3
14	*	3	3	3
15	4	3	1	*
16	1	2	2	3
17	*	3	2	*
18	2	3	1	2
19	1	4	2	2
20	2	3	3	3

* Especímenes no evaluados

Cuadro N^{ro} 4. Análisis Estadístico General con el test Kruskal – Wallis.

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio
Microfiltración	Control	16	22,13
	Con Eugenol	20	49,15
	Sin Eugenol	20	32,55
	Con y Sin Eugenol	18	43,72
	Total	74	
Chi-Square	19,931		
P	0,00017546		

Cuadro N^{ro} 5. Comparación del grupo Control con el Grupo con eugenol con el test Mann-Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Control	16	11,66	186,5
	Con Eugenol	20	23,98	479,5
	Total	36		
Mann-Whitney U	50,5			
P	0,000			

Cuadro N^{ro} 6. Comparación del grupo Control con el Grupo sin eugenol con el test Mann-Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Control	16	15,46875	247,5
	Sin Eugenol	20	20,924999	418,49998
	Total	36		
Mann-Whitney U	111,5			
P	0,062			

Cuadro N^o 7. Comparación de Grupo control con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann-Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Control	16	12	192
	Con y Sin Eugenol	20	22.39	403
	Total	34		
Mann-Whitney U		56		
P		0,001		

Cuadro N^o 8. Comparación del Grupo con eugenol con el Grupo sin eugenol con el test Mann – Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Con Eugenol	20	24,975	499,50001
	Sin Eugenol	20	16,025	320,49999
	Total	40		
Mann-Whitney U		110,5		
P		0,007		

Cuadro N^o 9. Comparación del Grupo con eugenol con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann – Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Con Eugenol	20	21,2	424
	Con y Sin Eugenol	18	17,61	317
	Total	38		
Mann-Whitney U		146		
P		0,165		

Cuadro N^o 10. Comparación del Grupo sin eugenol con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann – Whitney

	Tratamiento Inicial	N	Rango Promedio	Suma de Rangos
Microfiltración	Sin Eugenol	20	16,6	332
	Con y Sin Eugenol	18	22,72	409
	Total	38		
Mann-Whitney U		122		
P		0,046		

ANEXO 1

Cuadro N^{ro} 11. Epecificación N^{ro}30 de la ADA, propiedades físicas de los cementos temporales con eugenol.

Cemento	Tiempo fraguado 37°C (min)	Resistencia compresión (24hrs) (Mpa)	Máx. solub. y desintegración (24hrs) (%)	Espesor película máx.(µm)
Tipo I: Cemento temporal				
Clase 1 (P/L) con eugenol	4 – 10	35 máx.	2,5	25
Clase 2a (P/P) con eugenol	4 – 10	35 máx.	2,5	25
Clase 2b (P/P) sin eugenol	4 – 10	35 máx.	2,5	25
Clase 3 (P/P) no fraguable	--	--	--	25
Tipo II: Cemento permanente				
Clase 1: Polvo – líquido	4 – 10	35 mínimo	1.5	25
Tipo III: Materiales de obturación y bases				
Clase1 (P/L)	2 – 10	25 mínimo	1.5	---
Clase 2 (P/P)	2 – 10	2,5 mínimo	1.5	---
Tipo IV: liners cavitario				
Clase 1 (P/L)	4 – 10	5 mínimo	1.5	---
Clase 2 (P/P)	4 – 10	5 mínimo	1.5	---

ANEXO 2

Cuadro N^{ro} 12. Composición y marca comercial de los materiales utilizados en la etapa experimental.

Materiales	Composición	Marca Comercial
Material de restauración intermedio (IRM) (Cemento temporal con eugenol)	Polvo: óxido de zinc con tratamiento de ácido propiónico y mezclada con resina o polímero. Alúmina. Líquido: Eugenol y ácido ortoetoxibenzoico.	Dentsply – Caulk, Milford, DE
Cavit G (cemento temporal sin eugenol)	Sulfato de calcio, sulfato de zinc, glicolacetato, polivinilacetato, acetato de polivinilcloruro y trietanolamina	ESPE, Seefeld, Alemania
Scotchbond Gel – Gel grabador (jeringas)	Ácido fosfórico al 37%	3M Dental Products St Paul, MN
Single Bond - Sistema adhesivo dental	Bis GMA, HEMA, agua, etanol, copolímero de ácido poliacrílico, ácido politacónico.	3M Dental Products St Paul, MN
Resina Compuesta Filtek Z250 Restaurador Universal (Color A2)	Matriz: Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGMA Relleno: Zirconio y Sílice Tamaño de partícula: 0,01 y 3.5µm Contenido de relleno: 60% vol	3M Dental Products St Paul, MN

INDICE

1.- Introducción.....	Pág. 1
2.- Hipótesis.....	Pág. 4
3.- Objetivos.....	Pág. 4
3.1.- Objetivo general.....	Pág. 4
3.2.- Objetivo específico.....	Pág. 5
4.- Revisión bibliográfica.....	Pág. 6
4.1.- Resina compuesta.....	Pág. 6
4.1.1.- Composición de las resinas compuestas.....	Pág. 6
4.1.2.- Propiedades de los composites para restauraciones directas.....	Pág. 8
4.2.- Adhesión de los composites a la estructura dentaria.....	Pág. 9
4.3.- Microfiltración.....	Pág. 11
4.4.- Cementos.....	Pág. 14
4.5.- Cementos de óxido de zinc – eugenol.....	Pág. 15
4.5.1.- Composición.....	Pág. 16
4.5.2.- Reacción de fraguado.....	Pág. 18
4.5.3.- Liberación del eugenol a partir del ZOE.....	Pág. 20
4.5.4.- Propiedades biológicas.....	Pág. 22
4.5.5.- Propiedades físicas.....	Pág. 24
4.6.- Indicaciones más frecuentes de ZOE.....	Pág. 25
4.6.1.- Restauraciones temporales o cementación temporal....	Pág. 25
4.6.2.- Restauraciones provisionales o intermedias.....	Pág. 26

4.7.- Relación entre resina compuesta y cementos de ZOE.....	Pág. 27
5.- Materiales y métodos.....	Pág. 38
5.1.- Materiales utilizados en la etapa experimental.....	Pág. 38
5.2.- Preparación de las muestras.....	Pág. 39
5.3.- Proceso restaurador.....	Pág. 39
5.4.- Tratamiento de cargas y termociclado de las muestras.....	Pág. 42
5.5.- Evaluación de la microfiltración.....	Pág. 43
5.6.- Análisis estadístico.....	Pág. 45
6.- Resultados	Pág. 46
7.- Discusión	Pág. 49
8.- Conclusiones	Pág. 56
9.- Resumen	Pág. 57
10.- Bibliografía	Pág. 60
11.- Apéndices.....	Pág. 66
12.- Anexos	Pág. 79

INDICE DE CUADROS

Cuadro N^{ro} 1: Composición de los óxidos de zinc eugenol mejorados.....	Pág. 17
Cuadro N^{ro}2: Distribución de valores y porcentajes de microfiltración marginal por grupo.....	Pág. 47
Cuadro N^{ro} 3. Valores de microfiltración marginal de las muestras por grupo.	Pág.75
Cuadro N^{ro} 4. Análisis Estadístico General con el test Kruskal – Wallis.....	Pág.76
Cuadro N^{ro} 5. Comparación del grupo Control con el Grupo con eugenol con el test Mann-Whitney.....	Pág. 76
Cuadro N^{ro} 6. Comparación del grupo Control con el Grupo sin eugenol con el test Mann- Whitney.....	Pág. 76
Cuadro N^{ro} 7. Comparación de Grupo control con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann-Whitney.....	Pág. 77
Cuadro N^{ro} 8. Comparación del Grupo con eugenol con el Grupo sin eugenol con el test Mann – Whitney.....	Pág. 77
Cuadro N^{ro} 9. Comparación del Grupo con eugenol con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann – Whitney.....	Pág. 77
Cuadro N^{ro} 10. Comparación del Grupo sin eugenol con el Grupo con y sin eugenol con el test Mann – Whitney.....	Pág. 78
Cuadro N^{ro} 11. Especificación N ^{ro} 30 de la ADA, propiedades físicas de los cementos temporales con eugenol.....	Pág. 79
Cuadro N^{ro} 12. Composición y marca comercial de los materiales utilizados en la etapa experimental.....	Pág. 80

INDICE DE FIGURAS

Figura N^{ro} 1: Fórmula química del eugenol	Pág. 18
Figura N^{ro} 2: Esquema de la reacción química	Pág. 19
Figura N^{ro} 3: Fórmula química de la hidrólisis del óxido de zinc eugenol.....	Pág. 21
Figura N^{ro} 4: Esquema de la escala de grados de microfiltración marginal....	Pág. 44
Figura N^{ro} 5: Gráfico de distribución de los valores de microfiltración por grupo.....	Pág. 47
Figura N^{ro} 6: Gráfico del análisis estadístico Test Kruskal Wallis	Pág. 48
Figura N^{ro} 7: Fotografía de la preparación cavitaria.....	Pág. 66
Figura N^{ro} 8: Fotografía, calibrador digita Mitutoyo.....	Pág. 66
Figura N^{ro} 9: Fotografía, cavidades Clase II, piedra y fresa utilizada.....	Pág. 66
Figura N^{ro} 10: Fotografía, piezas obturadas con IRM y Cavit respectivamente	Pág. 67
Figura N^{ro} 11: Fotografía, eliminación de cemento temporal.....	Pág. 68
Figura N^{ro} 12: Fotografía, limpieza cavitaria.....	Pág. 68
Figura N^{ro} 13: Fotografía, grabado ácido (Ácido fosfórico al 37%).....	Pág. 68
Figura N^{ro} 14: Fotografía, lavado del ácido.....	Pág.68
Figura N^{ro} 15: Fotografía, aplicación de sistema adhesivo.....	Pág. 68
Figura N^{ro} 16: Fotografía, obturación con resina compuesta.....	Pág. 69
Figura N^{ro} 17: Fotografía, fotopolimerización.....	Pág.69
Figura N^{ro} 18: Fotografía, pulido de la resina compuesta.....	Pág. 69
Figura N^{ro} 19: Fotografía, máquina de cargas.....	Pág.70
Figura N^{ro} 20: Fotografía, pieza montada en acrílico.....	Pág.70
Figura N^{ro} 21: Fotografía, cargas Oclusales.....	Pág.70
Figura N^{ro} 22: Fotografía, termociclado (Calor).....	Pág.71
Figura N^{ro} 23: Fotografía, termociclado (Frío).....	Pág.71
Figura N^{ro} 24: Fotografía, grado 0 de microfiltración.....	Pág.72
Figura N^{ro} 25: Fotografía, grado 1 o leve de microfiltración.....	Pág.73
Figura N^{ro} 26: Fotografía, grado 2 o moderado de microfiltración.....	Pág.73

Figura N^{ro} 27: Fotografía, grado 3 o avanzada de microfiltración.....	Pág.74
Figura N^{ro} 28: Fotografía, grado 4 o severa de microfiltración.....	Pág. 74