



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA
AREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

***Análisis ex vivo de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta
con base cavitaria de vidrio ionómero determinado por un cambio en la
secuencia de grabado ácido.***

Pilar Llanos Navarrete

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE

CIRUJANO-DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL

Profesor Dr. Manuel Ehrmantraut

TUTORES ASOCIADOS

Dr. David Aizencop

Santiago - Chile

2012

Dedicado a mis Papis, Sergio y Pilar, a mi hermana Fabiana, a mis abuelos, Sergio, Albina, Julio y Lindaura, a mis tías, tíos, a mis primas, primos, a mis sobrinos , a mis amigas y a ti Rodrigo, porque gracias a su apoyo, cariño y paciencia he logrado todo. Los amo.

ÍNDICE

Tema	Página
Resumen	4
Marco Teórico	5
Hipótesis y Objetivos	20
Materiales y Método	21
Resultados	29
Análisis de Resultados	30
Discusión	33
Conclusión	36
Sugerencias	37
Anexo	38
Bibliografía	39

RESUMEN

Introducción: Debido a las múltiples opciones para restaurar lesiones de caries profundas, se decide estudiar la “Técnica Sándwich”. Esta técnica se basa en el uso resina compuesta con una base cavitaria de vidrio ionómero, pero en la literatura aún no hay claridad si el grabado ácido en la técnica sándwich, se realiza antes o después de colocar el vidrio ionómero.

En este estudio se evalúa si la microfiltración aumenta cuando el grabado ácido se realiza sobre el vidrio ionómero y éste, a su vez, ver afectado su reacción de fraguado con el lavado posterior al grabado ácido. Para eso se realizó un estudio comparativo “ex vivo” de la técnica sándwich utilizando dos maneras distintas. La primera consta del grabado ácido después de aplicado el vidrio ionómero como base cavitaria, para su posterior restauración con resina compuesta. En la segunda técnica se realiza el grabado ácido antes de colocar el vidrio ionómero, para luego restaurar con la misma resina compuesta.

Material y métodos: Se utilizaron 30 terceros molares sanos y en cada una se realizaron dos preparaciones cavitarias clase V, dividiéndose en dos grupos. En el primer grupo se realizó el grabado ácido después de colocada la base cavitaria de vidrio ionómero. En el segundo grupo el grabado se realizó antes de colocar la base cavitaria del vidrio ionómero. Ambos grupos se restauraron posteriormente con resina compuesta.

Hechas las restauraciones, se sometieron a termociclado, y se midió el grado de microfiltración de acuerdo al porcentaje de tinción de las muestras.

Resultados: Los datos obtenidos se sometieron a análisis estadístico, descriptivo y análisis inferencial en donde se determinó que entre ambos grupos experimentales no existían diferencias estadísticamente significativas.

Conclusión: Se concluye que la diferencia no es estadísticamente significativa entre los grupos estudiados ya que ambas técnicas presentan el mismo grado de microfiltración.

MARCO TEÓRICO

Actualmente la Odontología se debe enfrentar diversas enfermedades buco dentarias presentes en la población en general, siendo la caries dental y la enfermedad periodontal las más prevalentes, tanto en Chile como en el resto del mundo[1] [2].

En nuestro país, los últimos estudios de prevalencia de caries dental realizados por el Ministerio de Salud el año 2007, mostraron la presencia de altos índices de caries en la población infantil, con una prevalencia, en niños de 6 y 12 años, de 70,3% y 62,5%, respectivamente, llegando a casi el 100% de prevalencia en la población adulta [3] [4] [5], en donde los individuos que pertenecen a estratos económicos superiores y que viven en zonas urbanas presentan mejores condiciones bucales comparados con aquellos sujetos que viven en ruralidad y de sectores socioeconómicos más bajos [6].

La caries es un proceso crónico, que causa una pérdida progresiva de mineral en las piezas afectadas, iniciándose de forma microscópica en la superficie dentaria, alcanzando niveles de cavitación de diversos grados, hasta finalmente desencadenar la pérdida dentaria. [7]. Este proceso no puede ser prevenido, sino más bien controlado de manera que la lesión de caries clínicamente visible nunca se desarrolle [6].

Esta enfermedad afecta a todo el órgano dental, en diversas etapas y en cada una daña a un tejido distinto, siendo el esmalte el primero en dañarse, cuando las lesiones ocurren en la corona dentaria [7].

El esmalte es un tejido altamente mineralizado, compuesto de un 96% de minerales, 1% de material orgánico y de 3% de agua. El componente inorgánico es principalmente hidroxiapatita constituido con iones carbonato, el cual está organizado en cristales de 50 nm de ancho y 25 nm de grosor y se distribuyen desde el límite amelodentinario hasta la superficie. Estos cristales, a su vez se

distribuyen en esmalte prismático y esmalte interprismático [6]. Es por lo tanto un tejido microporoso, acelular, avascular, de extrema dureza, alta mineralización que reacciona ante estímulos físicos, químicos o biológicos [8].

Durante la progresión de la lesión cariosa hay una disolución de la fase mineral, creando poros en el esmalte que son ocupados por agua y material orgánico de diversa naturaleza, lo que clínicamente se conoce como “mancha blanca” y es la primera manifestación de la enfermedad. A medida que la caries continúa, la lesión que al inicio era imperceptible y a nivel microscópico se hace visible como una lesión no cavitada o “mancha blanca”, para posteriormente cavitarse, aumentando su profundidad paulatinamente, hasta una lesión más profunda que incluso alcance el límite amelodentinario [6].

El segundo tejido que se ve afectado después del esmalte es la dentina, el cual está compuesto de fibras colágenas, glicosaminoglicanos, proteoglicanos y factores de crecimiento, en una proporción de 20 % de material orgánico, 70% de material inorgánico y 10 % de agua [8].

Una de las características de la dentina es la presencia de túbulos dentinarios en todo su espesor, con menor concentración y con mayor diámetro en la dentina más superficial, a diferencia de la zona cercana a la pulpa donde los túbulos son de menor diámetro pero hay una mayor cantidad de éstos.[8] [9].

El tercer tejido afectado por este proceso carioso es la pulpa. Este último es un tejido conectivo laxo, cuyo tipo celular predominante es el fibroblasto y posee en su composición una alta concentración de glicosaminoglicanos. La pulpa, a diferencia de los otros tejidos, tiene una rica vascularización e inervación que permite darle la adecuada irrigación y propiocepción a la pieza dentaria [10].

Estos tejidos se van afectando a medida que el proceso carioso avanza, dejando lesiones en la estructura dentaria. Estas se pueden clasificar según diversos criterios, ya sea tipo de lesión, la localización y complejidad.

Dependiendo del tipo de lesión se determina el camino terapéutico a seguir, asegurando la viabilidad de la pieza dentaria a través del tiempo. La forma más utilizada de clasificar las lesiones cariosas es según profundidad de la lesión [11].

Según profundidad puede ser [12] [11] :

1. *Lesión no cavitada o mancha blanca*
2. *Lesión superficial o de esmalte*
3. *Lesión moderada o dentinaria superficial*
4. *Lesión profunda.*
5. *Lesión muy profunda sin compromiso pulpar*
6. *Lesión muy profunda con compromiso pulpar.*

Dependiendo de la profundidad de la lesión de caries, se define la forma de rehabilitar la pieza dentaria y el pronóstico que ésta tendrá a corto y largo plazo, ya que en algunos casos donde la severidad es mayor, es necesario utilizar más de dos materiales o diferentes técnicas, con el fin de proteger la vitalidad de la pulpa [12] [11].

Frente a este problema, nuestra profesión tiene por objetivo rehabilitar la pieza dentaria con el fin de restituir la función, forma y estética al órgano dental, cuando éste se ve afectado por caries o traumatismos, para que así la pieza se mantenga el mayor tiempo en boca [13].

Tradicionalmente el tratamiento del proceso carioso fue, por muchos años, la eliminación de todo el tejido dentario siguiendo los enunciados del Dr. VG Black, el cual postulaba que la extensión de las cavidades era necesaria para proteger al diente de la mejor forma, además de procurar favorecer la longevidad máxima posible de la restauración [9]. Actualmente, con los diversos estudios respecto a la cantidad de tejido a eliminar durante la restauración del diente, se ha determinado que no es necesario remover todo

el tejido dentario afectado [14], y que al eliminarse o aislar la lesión, es posible que la caries no progrese[15]. Kidd incluso propone que no se elimine el tejido infectado y que sólo se selle la cavidad, sin afectar el pronóstico de la pieza [16]. Ricketts concluyó que al remover parcialmente el tejido infectado en lesiones profundas, el pronóstico de la pieza mejora [13].

Es por esto, que al rehabilitar una secuela de la lesión de caries de variada profundidad, la odontología restauradora ha buscado materiales que puedan responder a las necesidades del odontólogo y el paciente impidiendo la progresión de ésta [17] [9]. Hoy en día las características que se buscan en ellos son: armonía óptica, durabilidad, resistencia mecánica, adhesión química, compatibilidad biológica, fácil manipulación para el operador y estéticamente aceptable [18].

Durante la búsqueda de mejores materiales y técnicas, en los años 50 Michael Buonocore propuso que para mejorar la adhesividad adamantina se debía tratar la superficie del esmalte con ácido ortofosfórico al 85%, imitando a lo que se realizaba en la industria naviera al acondicionar con ácido las superficies metálicas para aumentar la retención de pinturas sobre ellas [8].

Esta técnica fue descrita sólo para ser utilizada en esmalte, pero el año 1987, Fusayama, describió la Técnica de Grabado ácido total con ácido ortofosfórico al 37%. Esta técnica se basó en la remoción de la “Smear layer” o barro dentinario, para mejorar la disminuida adhesión dentinaria, con sólo 15 segundos de contacto del ácido con la dentina [19].

Pero varios autores han criticado ésta técnica debido a la posible sensibilidad postoperatoria que causaría y que sólo podría ser usado si hay una cavidad protegida en su base con algún material, protegiendo a la pulpa de posibles daños [20].

Por esta razón se desarrollaron los materiales de protección dentino pulpar. Éstos tienen como principal función mantener la vitalidad del diente, al disminuir la permeabilidad de los túbulos dentinarios expuestos en preparaciones cavitarias profundas que no posean patologías pulpares ni periapicales [13, 21].

Dentro de los materiales de protección dentino pulpar hay varios tipos, dentro de los cuales está el grosor que el material posea, independiente de cuál sea [22] [23]:

1. Recubrimiento o lining: Es una serie de materiales, colocados en un espesor que no supera los 0,5 mm.
2. Base cavitaria: Materiales que superan los 0,5 mm de espesor.

En el grupo de las bases cavitarias, se puede utilizar el Vidrio Ionómero y la Resina Compuesta [22]

Resinas Compuestas

Las Resinas Compuestas surgen en la década de 1960 por R.L Bowen, quien sintetizó un nuevo monómero llamado Bis- GMA, resultado de la combinación de un Bisfenol y un metacrilato de glicidilo. Más tarde se le agregaron partículas de relleno inorgánico, para atenuar la contracción de polimerización, minimizar el coeficiente de expansión térmica y aumentar la baja resistencia mecánica [9]. (Figura 1)

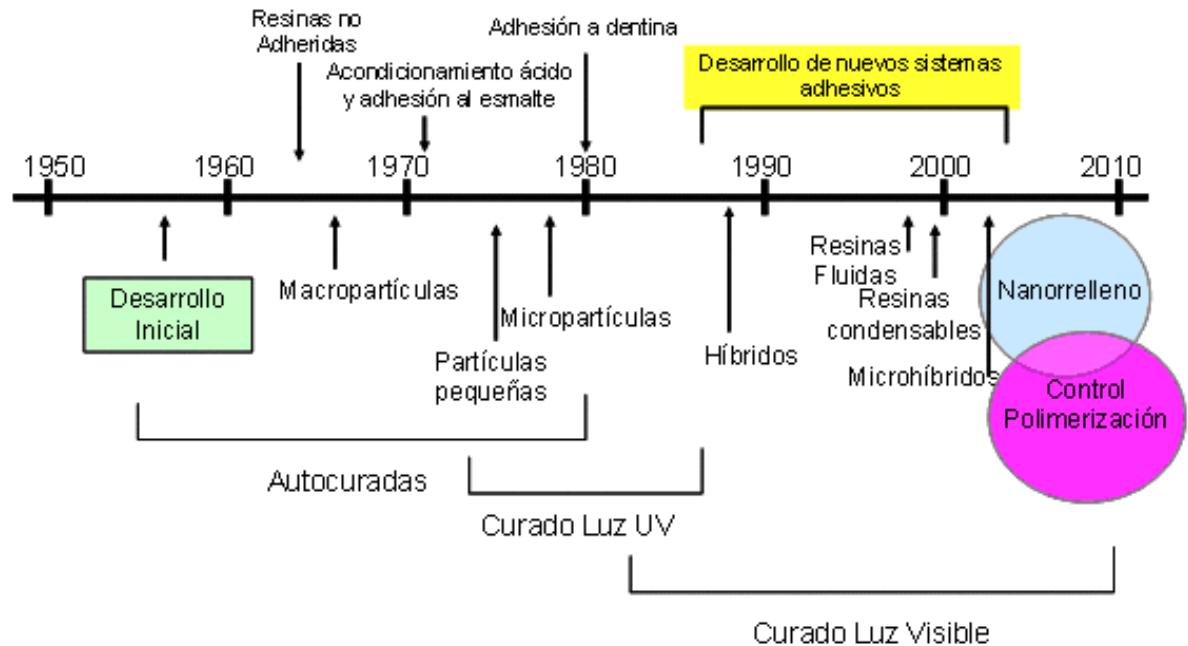


Figura 1: Cronología de la evolución de la Resina Compuestas de acuerdo a las partículas, sistema de polimerización y sistemas adhesivos [24].

Actualmente en la composición de las Resinas Compuestas encontramos a los siguientes componentes [9, 25] [26]. (Fig. 2)

1. Matriz de Resina Orgánica: Compuesta por monómeros, principalmente el Bis-GMA y el UDMA.
Actualmente se ocupan monómeros de bajo peso molecular como el metacrilato de metilo (MMA), Dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGMA) y etilenglicol dimetacrilato (EDMA), que permiten incorporar más relleno en la mezcla y dar menor Viscosidad [24] [26] [27].
2. Fase Inorgánica: Conformado por partículas inorgánicas que se agregan a la matriz, mejorando sus propiedades físicas y mecánicas, ya sea aumentando la resistencia, mejorando la manipulación, radiopacidad y disminuyendo la contracción de polimerización. Algunos materiales utilizados son el cuarzo, sílice, silicato de litio, aluminio, cristales de bario, estroncio y zinc.

Sin embargo, al aumentar la cantidad de relleno las resinas se contraen en menor magnitud, pero causando mayor estrés de contracción en las paredes [27].

3. Agente de Enlace: Es aquel elemento que permite el acoplamiento de ambas fases. Comúnmente se utiliza algún tipo de vinil-silano [27].

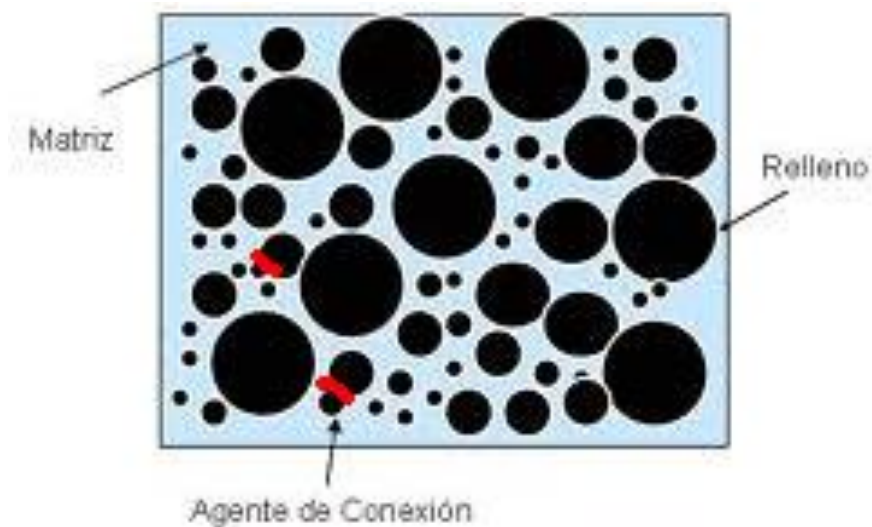


Figura 2: Fases de la Resina compuesta [24]

Polimerización

Es el proceso de conversión de monómero a polímero y esto se puede lograr con radicales libres que inicien la reacción y siendo necesario un estímulo externo, que puede ser con calor, luz, entre otras [24].

Es importante destacar que este proceso cuenta con una gran inconveniente, la contracción de polimerización. Esto se produce porque antes de polimerizar, las moléculas de la matriz, monómeros, se encuentran a una distancia promedio de 0.4nm, y al polimerizar, estableciendo uniones covalentes entre sí, esa distancia se reduce a 0.15 nm, lo que provoca una disminución volumétrica de la resina compuesta [24].

Por lo tanto al utilizar la resina compuesta en la preparación cavitaria y polimerizarla, el material se contrae generando tensiones que se transmiten a la fase de adhesión entre en diente y la restauración, provocando que haya una interrupción de ésta, favoreciendo a la filtración marginal, sensibilidad post operatoria y posterior fracaso de la restauración [28].

El fenómeno de contracción depende de factores tales como el tamaño, la cantidad de relleno inorgánico, la composición y el peso molecular obtenido en la matriz polimerizada de la resina. Esta contracción se puede disminuir si se aumenta el peso molecular del monómero y la cantidad de relleno inorgánico de la resina compuesta [28].

Clasificación de las Resinas Compuestas

Hay diversas formas de clasificar este material, pero la más conocida es según el tamaño de la partícula y tipo de relleno inorgánico [23] [29] [24] [30].

1. Resinas de Macrorelleno o Convencionales: Este grupo tiene como característica que las partículas de son de un tamaño promedio entre 10 y 50 μm . Actualmente ya no son muy utilizadas debido a su alta rugosidad superficial y mayor susceptibilidad a la pigmentación.
2. Resinas de Microrelleno: Estas contienen relleno de sílice coloidal con un tamaño de partícula entre 0.01 y 0.05 μm . Clínicamente estas

resinas se comportan mejor en la región anterior, donde las ondas y la tensión masticatoria son relativamente pequeñas, proporcionan un alto pulimento y brillo superficial, confiriendo alta estética a la restauración, pero no son aconsejadas en el sector posterior debido a sus bajas propiedades mecánicas.

3. Resinas Híbridas: Se denominan así por estar reforzados por una fase inorgánica de vidrios de diferente composición y tamaño en un porcentaje en peso de 60% o más, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 μm , incorporando sílice coloidal con tamaño de 0,04 μm . Entre sus características está la mejor capacidad de mimetización con la estructura dental, menor contracción de polimerización, excelentes características de pulido y texturización, abrasión, desgaste y coeficiente de expansión térmica muy similar al experimentado por las estructuras dentarias, uso tanto en el sector anterior como en el posterior, diferentes grados de opacidad y translucidez en diferentes matices y fluorescencia.
4. Resinas Microhíbridas: Este tipo de resinas tienen un alto porcentaje de relleno de partículas sub-micrométricas (más del 60% en volumen). Su tamaño de partícula reducida (desde 0.4 μm a 1.0 μm), unido al porcentaje de relleno provee una óptima resistencia al desgaste y otras propiedades mecánicas adecuadas. Sin embargo, estas resinas son difíciles de pulir y el brillo superficial se pierde con rapidez.
5. Resinas Nanohíbridas: Ampliamente distribuidas, en donde se van agregando nanopartículas de un tamaño bajo los 100 nm. Poseen buena resistencia mecánica, buena lisura superficial y estabilidad de color.
6. Resinas de Nanorelleno: Este tipo de resinas contienen partículas con tamaños menores a 10 nm (0.01 μm), este relleno se dispone de

forma individual o agrupados en "nanoclusters" o nanoagregados de aproximadamente 75 nm. El uso de la nanotecnología en las resinas compuestas ofrecen alta translucidez, pulido superior y resistencia al desgaste equivalente a las resinas híbridas, siendo usadas tanto en el sector anterior como posterior.

Las resinas compuestas son el material más utilizado en odontología debido a sus numerosas ventajas como resistencia al desgaste y fractura, textura superficial o uniformidad de superficie, radiopacidad, gran fuerza de adhesión a las estructuras dentales [30] , fácil manejo clínico, entre otras [24]. Pero la que más ha cobrado importancia en los últimos años, es la estética que otorga este material. [31]

La resina compuesta tiene como propiedad el unirse a la superficie dentaria, conociéndose como adhesión, la cual se define como el estado en que dos superficies se mantienen unidas mediante fuerzas interfaciales, ya sea de forma química, mecánica o ambas, con la mediación de un agente adhesivo y el espacio virtual que existe entre ambas superficies unidas es la interfase [32].

Hay dos tipo de adhesión, la mecánica y la química [9].

La adhesión mecánica se basa en la imbricación o trabazón entre las superficies, determinando a su vez una adhesión micromecánica cuando las irregularidades de las superficies son apreciables y adhesión micromecánica cuando la magnitud de las superficies no sean perceptibles. En las resinas compuestas la adhesión micromecánica es la más determinante, tanto en esmalte como dentina [9, 32].

La retención mecánica se puede lograr a través de dos mecanismos [22]:

1. Efectos geométricos: Dado por la forma de la superficie
2. Efectos reológicos: Dado por los cambios volumétricos o dimensionales que presentan los materiales al momento de endurecer.

En el caso de la adhesión química hay una fuerza de unión submicroscópica a nivel de átomos y moléculas y las hay de dos tipos [22] [9]:

1. Unión primaria: Es aquella que se da entre átomos. Pueden ser iónicas, covalentes o metálicas.
2. Unión secundaria: Es aquella que se da entre moléculas y pueden ser dipolos permanentes o fluctuantes.

Las resinas compuestas se adhieren al esmalte a través de microporos, creados por el grabado ácido. En la dentina la unión también es micromecánica pero se da principalmente por la llamada “capa híbrida”, la cual se caracteriza por la penetración de la resina a través de las fibras de colágeno expuestas por el grabado ácido y que al polimerizar queda atrapada entre ellas. [19]

Otro material importante utilizado para restauración y principalmente como protector dentino pulpar es el vidrio ionómero.

Vidrio Ionómero

Este material está definido como un material cerámico [33], y fue desarrollado por Wilson y Kent en 1969, como un híbrido de los cementos de silicato y policarboxilato [34] [35]. Este material es producto una reacción ácido-base, en donde la presentación es un polvo y un líquido [22] [35].

1. Polvo: Es un fluoraluminosilicato de calcio, compuesto por fluoruro de calcio (34,3%), dióxido de silicio (29%), óxido de aluminio (16,5%), fosfatos y fluoruros de aluminio y fluoruro de sodio [34].
2. Líquido: Está compuesto por un 47% de ácidos copolímeros en solución acuosa, en relación 2:1, en donde el ácido poliacrílico está en mayor composición que el ácido itacónico en respectiva relación. El ácido itacónico reduce la viscosidad e inhibe la gelación. Se le agrega ácido tartárico como acelerador y en otras composiciones se encuentra ácido maleico [34].

Fraguado

Es una reacción que depende de la composición química del polvo/líquido, de la temperatura y tiempo de fusión de las partículas del vidrio y el tamaño de éstas [34].

Durante la reacción inicial, desde los primeros 3 minutos hasta las 3 horas los iones calcio reaccionan con las cadenas policarboxílicas, luego los iones aluminio reaccionan con otros grupos carboxílicos, los cuales al reaccionar y formar los poliacrilatos de aluminio y poliacrilatos de calcio le dan la rigidez al material [34].

Este material se puede clasificar principalmente según su composición general [35] [36]:

1. Vidrios Ionómeros convencionales
2. Vidrios Ionómeros modificados con resina

En caso de los vidrio ionómero modificados con resina, la matriz de poliacrilatos está mezclada con 2-hidroxietil metacrilato [34].

Este material tiene entre sus propiedades: biocompatibilidad, adhesión química al esmalte, dentina y cemento, coeficiente de expansión térmica similar a la estructura dental y liberación de fluoruros haciendo que éste se incorpore a las superficies adamantinas, permitiendo que sean más resistentes al ataque ácido previniendo la aparición de caries [36] [22].

Una de sus propiedades más significativas es la adhesión a las estructuras Dentarias. Este consiste en el intercambio iónico entre el material y la hidroxiapatita, a través de los grupos carboxilos que contiene el líquido del vidrio ionómero. Se ha sugerido que hay unión química con el colágeno presente en la dentina, pero aún es un tema discutido [37].

Es importante destacar la biocompatibilidad que éste material presenta ya que al tener una alto peso molecular y estar constituido por ácidos débiles, la difusión por los túbulos dentinarios se ve dificultada [34].

Algunos autores destacan la vulnerabilidad de estos materiales a la contaminación con humedad durante el proceso de fraguado, ya que el contacto prematuro o excesivo del vidrio ionómero con el agua causa una marcada degradación superficial, lavado de iones metálicos (especialmente el calcio) y una disminución del módulo de elasticidad. Una vez disueltos y arrastrados por el agua, los iones son perdidos irreversiblemente de la matriz y el material se debilita permanentemente. [36] Por lo tanto se recomienda que deban ser protegidos del medio ambiente mientras complete el fraguado [22].

Comúnmente la resina compuesta y el vidrio ionómero, se han usado por separado, pero hay una técnica que mezcla estos dos materiales, de manera de potenciar sus características a favor del tratamiento restaurador. Esta técnica es conocida como “Técnica Sándwich”. [38].

Técnica Sándwich

Este concepto fue sugerido por JW. McLean y GJ. Mount desde mediados de la década de 1980 y tenía como objetivo principal que el vidrio ionómero fuera capaz de absorber la tensión generada sobre las paredes cavitarias producida por la contracción de polimerización de la resina, para así disminuir el factor C (relación entre las áreas adheridas versus las áreas libres o no adheridas de una restauración). Este fenómeno está directamente relacionado con la profundidad de la cavidad, ya que este tipo de lesiones necesita una mayor cantidad de resina compuesta para obturarla y por consiguiente la contracción de polimerización es mayor, pero si se agrega vidrio ionómero en la base de cavidad, se disminuye la cantidad de resina compuesta para obturar y se disminuye la contracción de polimerización [36].

Otros autores sugieren que el uso de vidrio ionómero como base cavitaria se debe a la adhesión química que tiene con la dentina, pero se ha recalcado por muchos autores, que la humedad afecta la estructura de este material, por eso se recomienda proteger al material, durante un tiempo, del medio bucal [23].

La mayoría de los autores que estudiaron esta técnica utilizaron como protocolo el grabado ácido posterior a la colocación del vidrio ionómero [39] [35]. La explicación que dan es evitar el contacto del ácido sobre la dentina, para no exponer los túbulos dentinarios, desarrollar sensibilidad post operatoria y posterior inflamación de la pulpa producto del paso de bacterias a través de los túbulos [40]. Sin embargo otros autores que sostienen que la sensibilidad postoperatoria está causada por la microfiltración de la restauración y que si ésta está correctamente hermética, el dolor no debería aparecer [41]. Este sellado se vería favorecido, en el caso de la técnica sándwich, con el uso del vidrio ionómero como base cavitaria al disminuir la contracción de polimerización de la resina compuesta y por consiguiente la microfiltración de la restauración.

No obstante el vidrio ionómero, como se mencionó anteriormente, en contacto excesivo con agua, se perjudicaría el proceso de fraguado y no permitiría al material adquirir, de forma óptima, todas sus propiedades físicas [22].

Al analizar las etapas de la técnica sándwich vemos que al realizar el grabado ácido sobre el vidrio ionómero, hay un lavado con agua del ácido, lo que afectaría el fraguado de la base cavitaria y por consiguiente, la viabilidad de la restauración [22].

Debido a esto, se determinó que el objetivo de éste trabajo de investigación fuese analizar la microfiltración en la técnica sándwich cuando la técnica de grabado ácido se hace antes o después de la colocación del vidrio ionómero, evidenciando si el lavado del ácido posterior a la colocación de la base cavitaria, podría afectar al vidrio ionómero y la restauración completa.

HIPOTESIS

Existen diferencias significativas en la microfiltración de restauraciones de resina compuesta con base cavitaria de vidrio ionómero, al realizar el grabado ácido después de la aplicación del vidrio ionómero, comparado con una técnica donde el grabado ácido se realiza antes de colocar el vidrio ionómero.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias significativas en la microfiltración de restauraciones de resina compuesta con base cavitaria de vidrio ionómero cuando el grabado ácido se realiza antes de la aplicación del vidrio ionómero y cuando se realiza después de la aplicación del vidrio ionómero

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el grado de microfiltración de restauraciones de resina compuesta con base de vidrio ionómero con el grabado ácido previo a la aplicación del vidrio ionómero.
- Determinar el grado de microfiltración de restauraciones con resina compuesta con base de vidrio ionómero con el grabado ácido posterior a la aplicación del vidrio ionómero.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos en ambas mediciones

METODOLOGÍA

TIPO DE ESTUDIO

Estudio longitudinal, de Tipo Cohorte.

PROTOCOLO DE TRABAJO

Se utiliza el protocolo determinado por el Departamento de Biomateriales, tanto en la determinación de la muestra, como en la metodología del trabajo.[42] [43].

MATERIALES

1. Se utilizarán 30 terceros molares humanos, sin caries de pacientes entre 18 y 28 años, bajo consentimiento informado, obtenidos en el Hospital Sótero del Río, Departamento de Cirugía Maxilofacial. La extracción se realizó en pabellón ambulatorio, bajo anestesia local. Se utilizaron molares íntegros, con más de 1/3 de desarrollo radicular.
2. Formalina al 2%
3. Cureta American Eagle ® USA 5-6
4. Cianocrilato 2ml La Gotita Poxipol ® USA
5. Esmalte de Uña Color Naranja Revlon ® USA
6. Resina compuesta Nanohíbrida Ice SDI ® Australia
7. Adhesivo SDI Bonding. ® Australia
8. Ácido Ortofosfórico al 37% Super Etch SDI ® Australia
9. Vidrio ionómero tradicional Riva Self Cure SDI ® Australia
10. Turbina marca Being ® China
11. Fresas cilíndricas de diamante 801/018 Sswhite ® Italia
12. Lámpara de Fotocurado ESPE Elipar 2500 3M ® USA 400-500 mw
13. Radiómetro Optilux Model 100 SDS KERR ® USA
14. Discos Carburundum Flexillum Macrodent ® España
15. Azul de Metileno al 1% 1000 ml. Laboratorio Valma LTDA Chile

ANALISIS ESTADISTICO

Los datos del estudio serán sometidos al Test de Shapiro Wilks , el test de Kolmogórov – Smirnov y el Test de Levene para determinar la normalidad de los datos. Luego se utilizará el T-test para comparar los dos grupos en estudio y determinar si su diferencia es estadísticamente significativa

METODOLOGÍA

Este trabajo experimental fue realizado en las dependencias el Laboratorio del Área de Biomateriales Dentales Odontológicos, del Departamento de Odontología Restauradora, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y utilizando el mismo protocolo de metodología de tesis anteriores en el área [28] [42] [34].

Para realizar la investigación se utilizaron 30 terceros molares, previamente solicitados a los pacientes con un consentimiento informado. Después de ser extraídos, los dientes fueron inmersos en un recipiente con formalina al 2%, para evitar la deshidratación y favorecer su conservación [42]. El tiempo de recolección de la muestra fue de 3 semanas.

Previo a su utilización los molares fueron limpiados con agua y cureta American Eagle ® 5-6, para retirar los restos biológicos de la pieza dentaria.

En cada pieza dentaria se realizaron 2 preparaciones cavitarias clase V, en la cara vestibular y palatina. La estandarización de las medidas fue de 3 mm de alto, 3 mm de ancho y 2 mm de profundidad con turbina de alta velocidad y fresas cilíndricas, realizando cambio de fresa cada 4 preparaciones [43] [28] (Foto 1).



Foto 1: Preparación cavitaria

De las 60 preparaciones cavitarias, 30 fueron grabadas con ácido ortofosfórico al 37% de forma no selectiva por 15 segundos, para luego ser lavadas con agua y secadas con la jeringa triple a una distancia de 15 cm.

Luego se preparó e insertó la base cavitaria de vidrio ionómero. Se esperó el tiempo recomendado por el fabricante, para que el material completara su fraguado, el cual es 6 minutos. Completado el tiempo estipulado, se aplicó el adhesivo, se secó levemente por 2 segundos con la jeringa triple y polimerizó por 20 segundos. Sobre la base cavitaria se introdujo la resina compuesta con la técnica de estratificación (en tres etapas) hasta que se completó la preparación cavitaria. La polimerización fue monitoreada constantemente con el radiómetro Optilux de manera que la emisión de intensidad luminosa estuviera entre los rangos 400 y 500 mw, para que la intensidad de polimerización fuera óptima.

Con las otras 30 cavidades, se preparó y colocó la base de vidrio ionómero en la cavidad, esperando el tiempo estipulado completar el proceso

de fraguado. Luego se grabó la preparación cavitaria con ácido ortofosfórico de forma no selectiva durante 15 segundos, se lavó con agua y secó con la jeringa triple. Posteriormente se realizó el sistema adhesivo descrito anteriormente. Finalmente la preparación fue obturada con resina compuesta con una técnica en tres incrementos y utilizando el radiómetro.

Como consecuencia de los procesos anteriores se conformaron 2 grupos experimentales:

Grupo 1: Preparaciones cavitarias obturadas con resina compuesta, con base cavitaria de vidrio ionómero, en donde el grabado ácido se realiza antes de aplicar el vidrio ionómero. La identificación se realiza mediante un punto con un marcador de tinta permanente negro Pentel® USA en la parte inferior de la restauración. (Foto 2)

Grupo 2: Preparaciones cavitarias obturadas con resina compuesta, con base cavitaria de vidrio ionómero, en donde el grabado ácido se realiza después de aplicar el vidrio ionómero. (Foto 2)



Foto 2: Representantes de cada grupo en donde la preparación del grupo 1, está marcada con un punto negro en la zona inferior.

Realizadas las restauraciones con las técnicas operatorias descritas, las piezas fueron mantenidas durante 48 horas a 37° C y 100% de humedad ambiental, para evitar la desecación.[43]

Posterior a esto, las raíces de los dientes fueron pinceladas con esmalte de uñas y cubiertas con acrílico de autocurado naranja Marche, con el fin de sellar el ápice y túbulos dentinarios de la raíz. Los márgenes cervicales fueron pincelados con cianocrilato para lograr un sellado en dicha zona. El cianocrilato fue utilizado en todas las posibles vías de la pieza dentaria y en aquellos ápices que no estaban completos o bien muy anchos se sellaron con vidrio ionómero Riva Self Cure SDI ® Australia [42] (Foto 3).

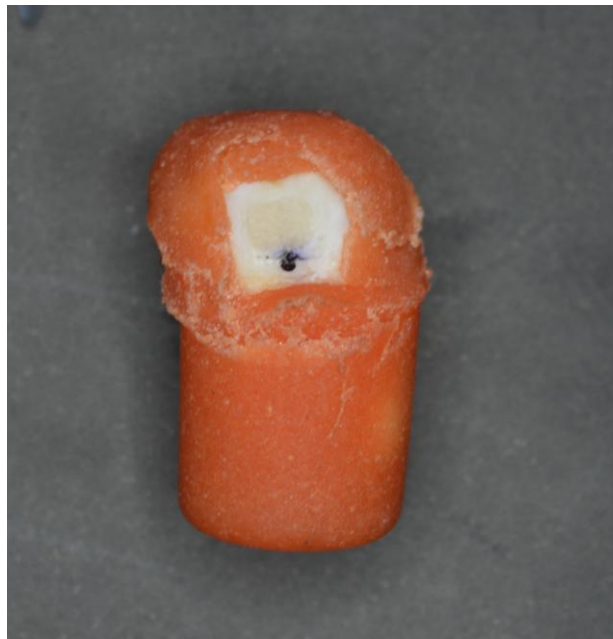


Foto 3: Muestra cubierta con acrílico Marché, dejando las restauraciones libres de éste material.

La siguiente etapa del experimento fue evaluar el grado de microfiltración de la restauración, a través de un proceso de termociclado, en donde las muestras fueron inmersas durante 100 ciclos en solución acuosa de

azul de metileno al 1%. Cada ciclo se inició en una solución a 4°C durante 30 segundos, luego los molares fueron traspasados a un frasco a 23°C por 15 segundos y finalmente a una solución acuosa de azul de metileno al 1% a 60°C, con el fin de que las muestras fueran sometidas a un stress térmico [42].

Posteriormente las muestras fueron cortadas en sentido transversal en la mitad de éstas, con discos carburundum. Los cortes se realizaron de forma intermitente para evitar el daño de las restauraciones por calor o mala técnica. (Foto 4)

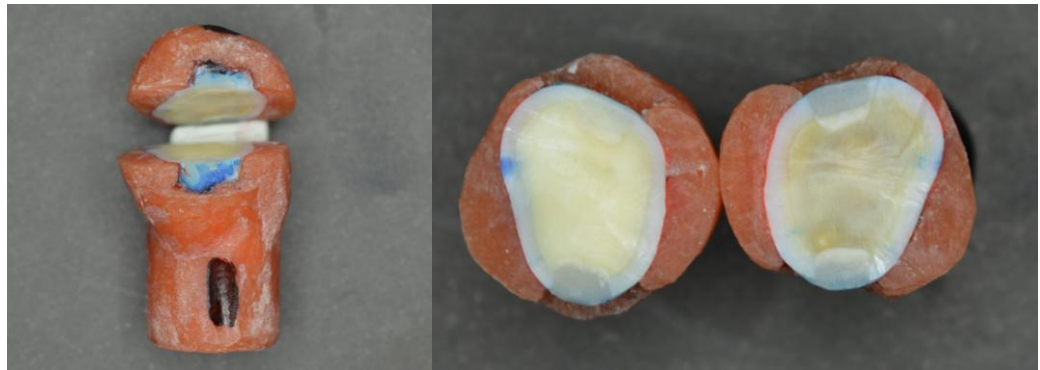


Foto 4: Corte transversal de las muestras. Para diferenciarlos se realizó un punto negro en el acrílico del la muestra del grupo 1.

Finalizado este procedimiento, las muestras fueron enumeradas del 1 al 30 donde se observó el grado de microfiltración de las restauraciones, utilizando un microscopio óptico estereoscópico con un aumento 10X y un instrumento medidor presente en el objetivo del microscopio, para determinar la profundidad de la cavidad y la cantidad de milímetros que el colorante penetró en la restauración, en las paredes de ésta [43].

Cada muestra al ser cortada transversalmente presentó 4 paredes cavitarias, en las cuales se realizaron 2 mediciones de cada pared de la restauración. Se midió la profundidad de la restauración y la profundidad de penetración que tenía el azul de metileno en la cavidad (Fotos 5 y 6).

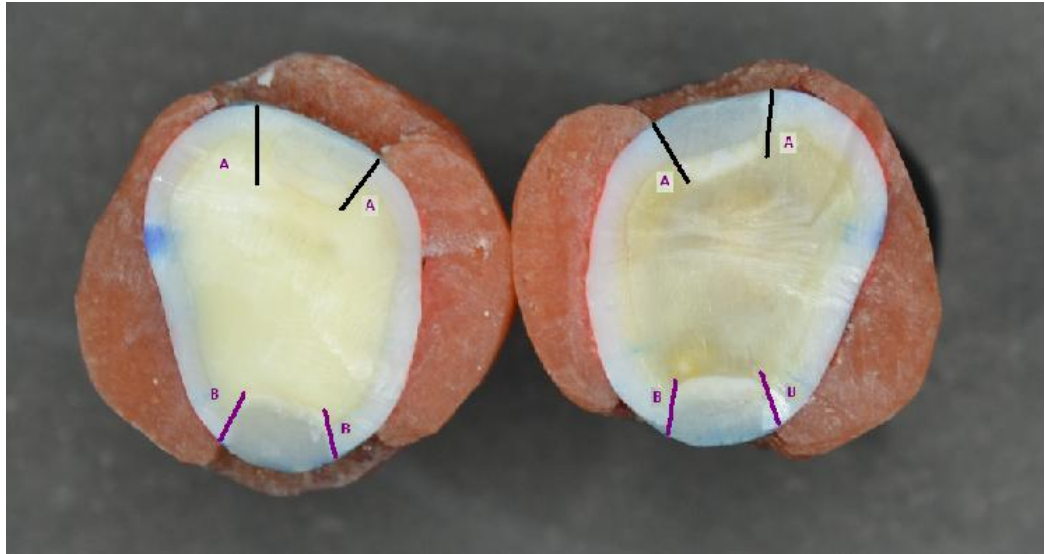


Foto 5: Paredes cavitarias de las muestras, en donde todas las paredes con letra "A" pertenecen a la muestra del grupo 1 y las "B" al grupo 2.

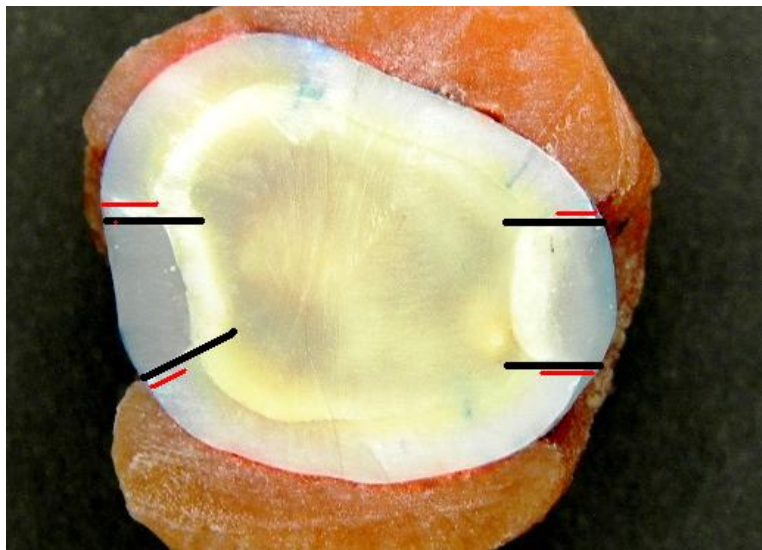


Foto 6: Restauraciones cortadas transversalmente, en donde la línea negra representa la profundidad de la restauración y la línea roja representa la profundidad de penetración del colorante.

Por lo tanto cada muestra debiese tener cuatro valores profundidad de la restauración y cuatro valores de profundidad de penetración del colorante.

Estos valores fueron transformados en porcentaje de infiltración, para realizar de mejor forma las pruebas estadísticas y determinar la (s) diferencia (s) entre los grupos con la siguiente fórmula.

$$\% = \frac{\text{Profundidad de la penetración del colorante}}{\text{Profundidad de la restauración}} \times 100$$

Los resultados fueron expresados en porcentajes (0-100%), correspondiendo:

1. 0 %: Ausencia de tinción en la preparación
2. 100%: Tinción de la preparación de forma completa
3. Cifras intermedias dependiendo del valor de la filtración.

Los valores obtenidos en cada grupo fueron tabulados y analizados estadísticamente para determinar si existen diferencias significativas entre ambos grupos estudiados.

RESULTADOS

Los valores obtenidos fueron tabulados para facilitar su comprensión (Tabla 1).

Muestra	% Grupo 1	% Grupo 2
1	35,7	28,7
2	26,1	29,9
3	8,7	23,4
4	18,8	37,5
5	8	16
6	21,5	20,6
7	32,5	23,5
8	40,7	31,9
9	38,5	5,1
10	16,3	23,4
11	28,8	30
12	23,6	5,9
13	36,9	27,6
14	23,6	6
15	23,5	37,9
16	32,9	7,6
17	12,5	23,4
18	23,6	23,5
19	27	7,9
20	41,1	37
21	8,7	28
22	9,3	16,1
23	26,3	23,5
24	25,6	4,5
25	11,6	38,8
26	19,5	20,8
27	23,5	23,4
28	33,7	17,8
29	20	33,33
30	12,7	19,6
Promedio	23,7	22,4

Tabla 1: Datos porcentuales de profundidad de infiltración del colorante en la restauración.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Estos datos se sometieron a la prueba de normalidad a través del test de Shapiro Wilks, en donde el valor de significancia es mayor a 0,05 determinándose la distribución normal de los datos

		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Significancia
FILTRACION MARGINAL	RESTAURACION GRUPO 1	0,955	30	0,234
	GRUPO 2	0,937	30	0,075

Tabla 2: Test de Shapiro Wilks

En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestra los valores estadísticos descriptivos, observándose que la media del grupo 1 es levemente superior.

		RESTAURACION	N	Media	DS
FILTRACION MARGINAL	GRUPO 1		30	23,7033	9,91041
	GRUPO 2		30	22,4163	10,31347

Tabla 3: Tabla de valores estadísticos y descriptivos

Los datos de esta tabla son representados en el gráfico de cajas y bigotes y ratificándose en ellos el análisis antes descrito. (Gráfico 1)

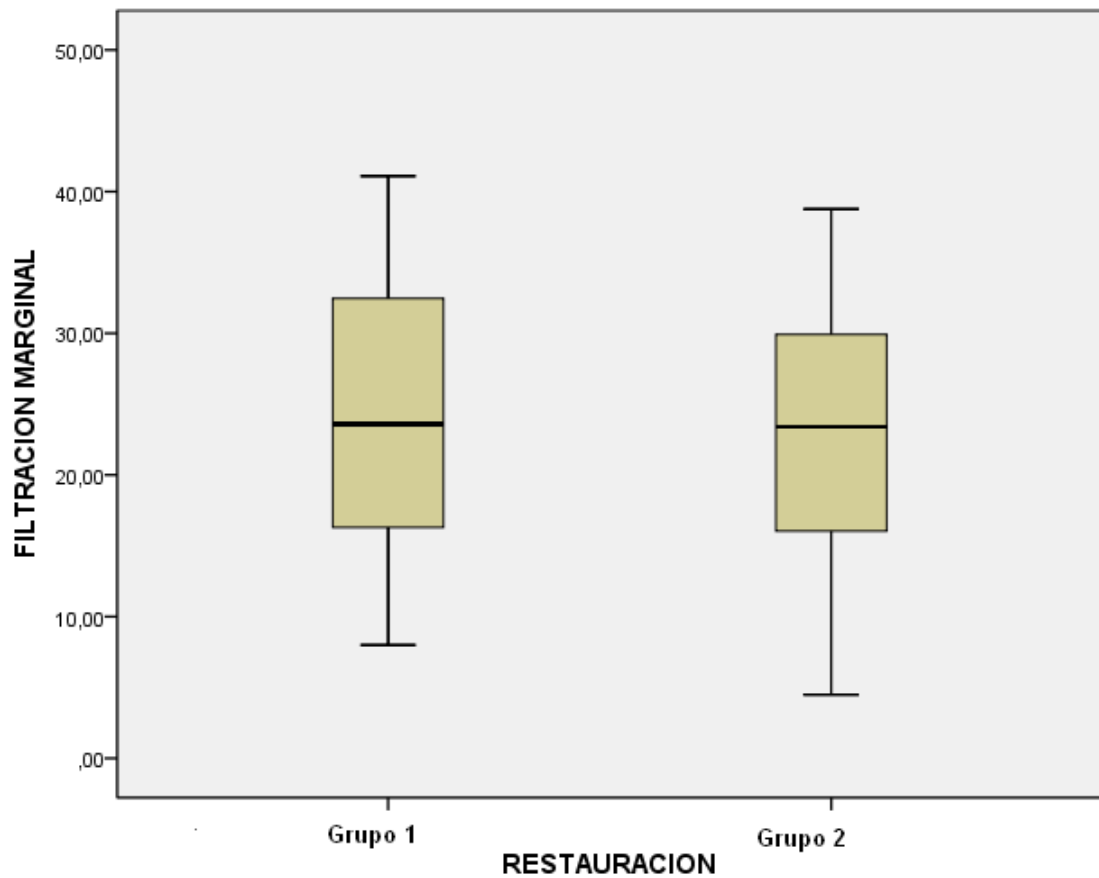


Gráfico 1: Gráfico de Cajas y Bigotes

Se realiza el análisis inferencial, utilizando el Test Student. (Tabla 4)

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Significancia	t	gl	Significancia (bilateral)
Filtración Marginal	Se han asumido varianzas iguales	0,023	0,879	0,493	58	0,624
	No se han asumido varianzas iguales			0,493	57,908	0,624

Tabla 4: Test Student

Asumiendo varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor es 0,879), el nivel de significancia del t test es 0,624, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados no presentan diferencias significativas. Es decir los valores de “filtración marginal” de los grupos estudiados no presentan diferencias estadísticamente significativas

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos, mostraron que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas ya que ambas presentan valores similares de microfiltración, si se varía el momento en el cual se realiza el grabado ácido.

Esto concuerda con el estudio de Bona et al [44], el cual concluye que el grabado ácido no determina el grado de microfiltración de la restauración, sino que el factor fundamental es la elección del vidrio ionómero. Esto dependería de los componentes que el ionómero posea, si es convencional o modificado por resina.

Pachas et al [45], sostiene que el grabado ácido ortofosfórico al 37 % sobre la superficie dentinaria afecta negativamente la adhesión del vidrio ionómero al esmalte y dentina.

Ghasemi et al [39], determina que las restauraciones con la técnica sándwich, con grabado ácido posterior a la colocación del vidrio ionómero, disminuiría la microfiltración. Esto ocurre porque el grabado ácido provocaría microcavidades en la superficie de la base cavitaria lo que mejoraría la adhesión del vidrio ionómero con la resina compuesta.

Hidalgo et al [36], propone que un grabado ácido antes de colocar el vidrio ionómero, evitaría el deterioro de éste ya que el material no se expondría al lavado ni secado de la cavidad, posterior al grabado ácido.

Revisando la literatura estos resultados se podrían explicar por las siguientes consideraciones:

Hay que tener presente que no hay un protocolo científicamente establecido en la técnica sándwich, sobre el momento en el cual realizar el grabado ácido, si

antes o después del vidrio ionómero, por lo tanto cada autor utilizó diferentes técnicas de restauración.

Si se analizan los estudios anteriores se puede encontrar que la mayoría ocupa la técnica de grabado ácido posterior a la colocación del vidrio ionómero justificando que mejora la adhesión con la resina. En esta investigación no se logró comprobar eso, ya que ambas técnicas producen microfiltración y en igual medida.

Otro posible factor que podría haber determinado el resultado es el tiempo de fraguado recomendado por el fabricante al usar en vidrio ionómero convencional. Esto quiere decir que, si se espera el tiempo que indica el fabricante, el material alcanza sus propiedades mecánicas óptimas y no se ve afectado por la humedad producida por el lavado del ácido ortofosfórico.

Es importante recalcar que al finalizar este estudio se encontró que Radhika et al. [46] utilizó 1000 ciclos de 20 segundos cada uno, determinando que éste procedimiento es óptimo para alcanzar resultados más realistas. En nuestra investigación se utilizaron 100 ciclos según protocolos establecidos en el área del Biomateriales, que busca obtener adecuados resultados, pero que sea de fácil realización por el operador [9], lo que podría influir en la diferencia de resultados entre esta investigación y las otras.

Por otra parte en variados estudio como Mali et al. [47], Lawrence et al. [48], utilizan una solución de Nitrato de plata al 50%, el cual presentaría mejor confiabilidad que el azul de metileno, ya que tendría mejor adhesión a la restauración cuando éste es sometido a cortes transversales.

Sin embargo, la solución de azul de metileno es ampliamente utilizada , debido a que presenta ventajas económicas y buena adhesión a las muestras.[45] [44] [39]

Esto nos podría indicar que microfiltración de ambas técnicas utilizadas en este estudio, no estaría determinada por el momento en que se realiza el grabado ácido, ni el contacto del agua con el vidrio ionómero afectarían el fraguado de éste, sino más bien por el tipo de material utilizado y una correcta técnica adhesiva.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y a los resultados obtenidos podemos concluir que:

- 1) No existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos estudiados, por lo que la hipótesis planteada al inicio del experimento se contradice con los valores obtenidos.
- 2) Ninguna de las técnicas mencionadas, en donde se varía el momento del grabado ácido logra un sellado del 100% del margen de la restauración.

SUGERENCIAS

Se sugiere complementar el presente estudio con:

1. Se requieren nuevos estudios, siguiendo la misma línea de investigación, para corroborar los resultados obtenidos y tener evidencia suficiente para aceptar que ambas técnicas tienen iguales resultados en cuanto a microfiltración, tomando en consideración la forma en que se realiza el termociclado.
2. Visualizar bajo microscopio electrónico de barrido la interfase diente con la restauración para obtener resultados más precisos de la penetración del colorante y evaluar el grado de integridad del vidrio ionómero en ambas técnicas.
3. Realizar el estudio comparativo “in vivo” con las mismas técnicas utilizadas en este estudio, para así evaluarla en relación al estudio “ex vivo”.

ANEXOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo.....
.....Rut:.....con domicilio en
....., que
habiéndome sometido a la extracción de mi(s) Terceros Molares (Muela del Juicio), dono y autorizo a **Pilar Llanos Navarrete**, Rut: **16.833.504-0**, **Estudiante de Odontología de la Universidad de Chile**, a la utilización de ésta(s) pieza(s) dentaria(s) con fines de estudio e investigación , a cargo del docente **Dr. Manuel Ehrmantraut**.

Declaro, que ésta donación con objetivos académicos, es absolutamente libre y voluntaria, no pretendiendo con ésta acción obtener beneficio alguno y dejando en completa libertad de uso a la persona a cargo de la investigación.

Fecha:.....Nombre:.....
.....
Firma :.....

MANDATO ESPECIAL EN MENORES DE EDAD

Yo.....
Rut.....,representando a
....., consiento lo expresado más arriba.

Fecha:.....

BIBLIOGRAFÍA

1. Edelstein, B., *The Dental Caries Pandemic and Disparities Problem*. BMC Oral Health, 2006. **6**(1).
2. Petersen, P.E., *The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century--the approach of the WHO Global Oral Health Programme*. Community Dent Oral Epidemiol, 2003. **31 Suppl 1**: p. 3-23.
3. Cereceda, M., *Prevalencia de Caries en Alumnos de Educación Básica y su Asociación con el Estado Nutricional*. Revista chilena de pediatría, 2010. **81**: p. 28-36.
4. MINSAL, S.L., Tapia R. *Diagnóstico Nacional de Salud Bucal de los niños de 6 años*. 2007.
5. Gamonal, J., *Prevalencia de enfermedades periodontales y de caries dental en la población de 35-44 y de 65 a 74 años de nivel socioeconómico bajo y medio-bajo de la provincia de Santiago, Región Metropolitana, y determinación de los recursos humanos necesarios para su tratamiento*. 1996.
6. Moncada, G. and I. Urzúa, *Cariología Clínica. Bases Preventivas y Restauradoras* 2008
7. Núñez, D.P. and L. García Bacallao, *Bioquímica de la caries dental*. Revista Habanera de Ciencias Médicas, 2010. **9**: p. 156-166.
8. Henostroza, G., *Adhesión en Odontología Restauradora*, ed. E. Maio. 2003.
9. Briceño, C., *Análisis comparativo in vitro del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de Resina Compuesta Clase II, con dos técnicas restauradoras diferentes.*, in *Departamento de Biomateriales2012*, Universidad de Chile: Chile.
10. Geneser, F., *Histología*. 3 ed, ed. E. Panamericana. 2000.
11. Henostroza, G., *Diagnostico de Caries Dental*. Vol. 1. 2005.
12. Pereira, J., et al., *Recubrimiento Pulpar Directo e Indirecto: Mantenimiento de la vitalidad pulpar*. . Acta Odontológica Venezolana, 2001. **49**(1).
13. Barrancos, J., *Operatoria dental: Integración clínica* 4ed. 2006.
14. Sánchez, C., *Diseño de la preparación de las cavidades: ¿Se deben modificar?* ADM, 2010. **67**(6): p. 273-77.
15. Oramas, L., *Orientaciones sobre un nuevo paradigma en la detección, diagnóstico y tratamiento de la caries dental*. Odous Científica, 2007. **8**(2).
16. Kidd, E., *How 'Clean' Must a Cavity Be before Restoration?* Caries Research, 2004. **38**: p. 305-313.
17. Camps Alemany, I., *La evolución de la adhesión a dentina*. Avances en Odontostomatología, 2004. **20**: p. 11-17.
18. Ramírez, L., *Análisis Comparativo in vitro de la adaptación marginal de restauraciones de Resina Compuesta con distinto módulo de elasticidad*, in *Departamento de Biomateriales2000*, Universidad de Chile: Chile.

19. Hernández, M., *Aspectos Prácticos de la Adhesión a Dentina*. Avances en Odontoestomatología, 2004. **6**(1): p. 19-32.
20. Unemori, M., et al., *Composite resin restoration and postoperative sensitivity: clinical follow-up in an undergraduate program*. J Dent, 2001. **29**(1): p. 7-13.
21. Camejo, M., *Pulpo-dentin complex protection*. Acta Odontológica Venezolana, 1999. **37**(3).
22. Astorga, C., et al., *Texto de Biomateriales Odontológicos*. Vol. 1. 1996, Universidad de Chile: Facultad de Odontología.
23. Macchi, L., *Materiales Dentales*. 4 ed. 2009.
24. Rodríguez, G., et al., *Current trends and evolution on dental composites*. Acta Odontológica Venezolana, 2008. **46**(3).
25. Roco, J., *Análisis Comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones de resina compuesta con y sin base de vidrio ionómero*, in *Departamento de Biomateriales2001*, Universidad de Chile: Chile.
26. Ralph, H. and J. Esquivel, *Resina para restauraciones*, in *Phillip's Ciencia de los Materiales E*. Elsevier, Editor. 2004. p. 400-441.
27. Toledano, M., R. Osorio, and F. Sánchez, *Arte y Ciencia de los Materiales Odontológicos*. 1 ed. 2003, Madrid.
28. Rojas, V., *Comparative analysis of marginal sealing of resin composite restorations with and without glass ionomer base (in vitro study)*. Revista Dental de Chile, 2011. **102**(1): p. 18-26.
29. Sepúlveda, C., *Estudio In vitro Evaluación de la tinción en la Interfase entre Incrementos de Resina Compuesta con y sin el uso de Resina Fluida entre ellos*, in *Departamento de Biomateriales2010*, Universidad De Chile: Chile.
30. Hervás, A., *Composite resins. A review of the materials and clinical indications*. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006. **11**: p. 215-220.
31. Rodrigues, D., *Composites Associated with Pulp protection material: Color Stability, Analysis after Accelerated Artificial Aging*. European Journal of Dentistry, 2010. **4**: p. 6-10.
32. Ramos, A., *Evaluación del efecto de la humedad en la fuerza de adhesión de brackets a esmalte húmedo versus esmalte seco con seis sistemas de adhesivos distintos*, in *Facultad de Odontología2010*, Universidad de Granada: España.
33. Bilbao, B., *Centro Nacional de Materiales Dentales*. Acta Odontológica Venezolana, 2000. **38**: p. 80-81.
34. Lillo, R., *Análisis comparativo in vitro del sellado marginal en restauraciones de resina compuesta con base de protección de vidrio ionómero fotoactivado o quimioactivado y sin base de protección pulpodentinaria*, in *Departamento de Biomateriales2001*, Universidad de Chile: Chile.
35. Celdillo, J., *High-density glass ionomer used as a liner in a Sandwich Technique Restoration*. ADM, 2011. **68**(1): p. 39-47.
36. Hidalgo, R. and M. Méndez, *Iónomeros de Vidrio Convencionales como base en la técnica restauradora de Sandwich cerrado: Su optimización mediante la técnica de Acondicionamiento ácido simultáneo y selectivo*. Acta Odontológica Venezolana, 2009. **47**(4): p. 1-23.

37. Tyas, M.J., *Clinical evaluation of glass-ionomer cement restorations*. Journal of Applied Oral Science, 2006. **14**: p. 10-13.
38. Geddes, I., *Protección dentino pulpar: Operatoria dental*. 1999, Buenos Aires.
39. Ghasemi, A., et al., *Effect of bonding application time on the microleakage of Class V sandwich restorations*. Aust Dent J, 2012. **57**(3): p. 334-338.
40. Modena, K., et al., *Cytotoxicity and biocompatibility of direct and indirect pulp capping materials*. J Appl Oral Sci, 2009. **17**(6): p. 544-554.
41. Abdul, A., *Human pulp response after direct pulp capping with an adhesive system* J Bagh Coll Dentistry, 2006. **18**(1): p. 25-29.
42. Espinoza, L., *Comparación in vitro de la micro filtración de restauraciones de resina compuesta clase V utilizando diferentes sistemas adhesivos de última generación*, in *Departamento de Biomateriales2002*, Universidad de Chile: Chile.
43. Rojas, P., *Micro filtración marginal en restauraciones indirectas con resinas compuestas fijadas con diferentes Cementos Adhesivos. Estudio comparativo in vitro*, in *Departamento de Biomateriales2010*, Universidad de Chile: Chile.
44. Bona, A., C. Pinzetta, and V. Rosa, *Microfiltración de restauraciones Sandwich ionómero de vidrio grabadas con ácido*. J Minim Interv Odont, 2009. **2**(3): p. 207-213.
45. Pachas, R., et al., *Microfiltración en márgenes de esmalte y dentina restaurados con ionómeros de vidrio convencional: el efecto del tratamiento dado el sustrato dentinario*. Acta Odontológica Venezolana, 2011. **49**(2): p. 1-8.
46. Radhika, M., S. Girija, and B. Kumaraswamy, *Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class II cavities restored with two composites resin formulation*. J Conserv Dent, 2010. **13**(1): p. 9-15.
47. Mali, P., S. Deshpande, and A. Singh, *Microleakage of restorative materials: an in vitro study*. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 2006. **24**(1): p. 15-8.
48. Lawrence, S. and T. Susan, *Microleakage of Class II Posterior Composite Restorations with Gingival Margins Placed Entirely within Dentin*. JCDA, 2007. **73**(3): p. 255.