

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA

ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

Análisis comparativo *in vitro* del sellado marginal de Restauraciones de Resina
Compuesta realizadas con dos adhesivos de distinta técnica de aplicación.

Natalia Oleksiuk

TRABAJO DE INVESTIGACION

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE

CIRUJANO-DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL

Profesor Dr. Marcelo Bader M.

TUTORES ASOCIADOS

Dra. Carolina Ribera Monsalvez

Santiago - Chile

2008

A mi madre que desde arriba, siempre me ha protegido y su recuerdo me ha alentado a seguir firmemente con mis proyectos.

Agradecimientos

A mi familia que siempre me ha apoyado en todo momento y ha sido parte fundamental en este camino.

A mi profesor tutor Dr. Marcelo Bader, que me sirvió de guía para que este trabajo se llevase a cabo.

A mis compañeros José Miguel, Natacha, Gonzalo, Sergio, Claudia, Javier, Nicolás, Pame, Francisco, y tantos más que hicieron de estos años una oportunidad para conocerlos y quererlos.

A todos los funcionarios que siempre me ayudaron y colaboraron en los momentos más difíciles.

ÍNDICE

	<u>Página N°</u>
INTRODUCCIÓN.....	6
MARCO TEÓRICO.....	10
HIPÓTESIS.....	40
OBJETIVO GENERAL.....	40
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	40
MATERIAL Y MÉTODO.....	41
RESULTADOS.....	45
DISCUSIÓN.....	48
CONCLUSIONES.....	54
SUGERENCIAS.....	56
RESUMEN.....	58

Introducción

Las patologías de salud bucal más prevalentes en Chile, son la Caries y la Enfermedad Periodontal, las cuales son la principal causa de pérdida de piezas dentarias. (1,2)

El proceso de la enfermedad caries, se inicia con la formación de un biofilm sobre la superficie dentaria, formado por bacterias metabólicamente activas, algunas de las cuales tienen la capacidad de fermentar los carbohidratos que ingerimos como la sacarosa, produciendo ácidos que causan una caída del pH 1 a 3 minutos posteriores al evento. Caídas repetidas de pH en el tiempo producen un fenómeno denominado desmineralización. Sin embargo, los ácidos producidos son neutralizados por la saliva, elevándose el pH, lo que permite restituir los minerales perdidos. Este proceso se denomina remineralización

Así, el balance entre des y remineralización, del tejido dentario, resultará en una pérdida de minerales estableciéndose de esta forma ya sea la lesión de caries o en una reprecipitación de los minerales generando remineralización. (3).

De acuerdo al grado de progresión de la lesión, profundidad, extensión, tejido afectado y del riesgo del paciente, el tratamiento de la caries puede ser de tipo no invasivo o invasivo (7,12) Cuando un diente ha sufrido cavitación de sus tejidos duros,

es necesario retirar mecánicamente el tejido infectado y restaurarlo, devolviendo función y estética, para lo cual se requerirán los materiales y técnicas apropiadas. (2,5)

El éxito del tratamiento restaurador no depende sólo del profesional, sino también de la elección del material de restauración, el cual debe ser el más adecuado para cada restauración, y del compromiso del paciente respecto al cumplimiento de las indicaciones entregadas por el profesional (5,8)

Desde siempre ha existido la necesidad de restaurar con materiales que tengan el aspecto natural del diente, y con propiedades físicas similares, pero también se hace necesario que exista un mecanismo de adhesión entre ambos. (5,8)

En la actualidad tenemos como biomateriales restauradores de uso más frecuente, a las amalgamas, los cementos de vidrio ionómero y las resinas compuestas (5)

Las resinas compuestas aparecieron hacia la mitad del siglo XX y su empleo ha ido aumentando progresivamente. La adhesión es responsable de la más importante innovación producida en el ejercicio de la odontología, es por ello que la investigación se ha enfocado en su desarrollo y perfeccionamiento. (8,9)

Dentro de las propiedades físicas que se pueden considerar como una desventaja en las restauraciones de resina compuesta, es que poseen un grado de contracción al

momento de polimerizar, lo que aumenta el riesgo de generar una interfase entre el material restaurador y la superficie dentaria. Al generarse dicha brecha marginal se ve favorecida la microfiltración, la sensibilidad postoperatoria, la tinción marginal, y la pérdida de indemnidad de márgenes, lo que facilitaría la aparición de caries secundaria. (10)

Junto con el acondicionamiento previo de las superficies dentarias, el uso de sistemas adhesivos ha permitido mejorar estos aspectos. (11)

Como punto de partida, los adhesivos modernos aplicaban en 3 tiempos: 1) el acondicionamiento ácido, que actúa preparando la superficie dentaria, 2) la aplicación de un agente imprimante, compatible con la dentina húmeda y 3) un adhesivo, compatible con la resina compuesta. Buscando la simplificación de los procedimientos, los fabricantes han ido desarrollando técnicas para reducir dichas tiempos (9)

De acuerdo a la simplificación de la técnica y al orden de aparición, los adhesivos se clasifican de 1º a 7º generación, siendo los de 5º generación, los “adhesivos de frasco único”, de dos pasos: grabado ácido y agente imprimante-adhesivo, los de uso más frecuente y establecido en la actualidad. (9,12).

Siguiendo con la tendencia de reducir el número de pasos, el progreso de los adhesivos nos lleva a los de 6º y 7º generación, denominados “autograbantes”, cuyo gran avance consiste en prescindir del grabado ácido fosfórico en forma previa, ya que en dentro del mismo adhesivo se incorpora el agente que acondiciona la superficie a tratar(9).

Debido al actual desarrollo de numerosos sistemas adhesivos, es que se nos presenta la necesidad de establecer y comparar las cualidades de dichos sistemas, en relación con sus antecesores, para poder así determinar si son o no un real aporte a la odontología adhesiva.

En virtud de lo anterior, el propósito de este trabajo de investigación es analizar comparativamente *in vitro* el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta, realizadas con dos adhesivos diferentes, uno de “quinta generación” o convencional (Stae SDI Australia), y otro de “séptima generación o autograbante” (Go! SDI Australia®), para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Marco Teórico

La odontología tiene como principal objetivo mantener la integridad del Sistema Estomatognático. Por ello cada vez que se presenta alguna alteración en este sistema se deben otorgar soluciones adecuadas, recurriendo a métodos y técnicas que permitan devolverle su integridad. (2)

La problemática odontológica actual se ha esforzado por dar solución a las patologías bucales de mayor prevalencia en la población mundial, como son las enfermedades periodontales y la caries en sus diversas formas (2, 12). Precisamente es en la caries, junto con otras patologías de menor incidencia como los traumatismos dentoalveolares, donde la odontología restauradora tiene su acción puesto que es la especialidad encargada de rehabilitar la estructura dentaria dañada por la pérdida de tejidos (2,8).

La caries es una enfermedad infecciosa y transmisible de los dientes, que se caracteriza por la desintegración progresiva de sus tejidos calcificados, debido a la acción de microorganismos sobre los carbohidratos fermentables provenientes de la dieta. Como resultado, se produce la desmineralización de la porción mineral y la disgregación de su parte orgánica, referentes consustanciales de la dolencia. (14)

Como secuela del ataque carioso en el tiempo, producto de la desmineralización prolongada y de su eliminación mediante operatoria, la pieza dentaria quedará cavitada y

con pérdida de sus características naturales, motivo por el cual se hace indispensable la rehabilitación de dicha pieza dentaria (1) mediante el uso de distintos materiales que permitan restaurar su anatomía normal, suplir en algún grado las propiedades perdidas y devolverle su aspecto estético, para que de ese modo se devuelva la funcionalidad al diente y la armonía al sistema (2,8).

Por lo tanto, la labor del odontólogo es rehabilitar las estructuras dentarias dañadas con materiales de restauración que cumplan con los requisitos biológicos, mecánicos, físicos, químicos, estéticos, de manipulación y de sellado marginal. Precisamente de esto se encarga la Odontología restauradora (2,8), cuyos principales objetivos son: devolver el equilibrio al Sistema Estomatognático, prevenir o detener el proceso patológico (15), con ello devolver y mantener la salud del complejo pulpodentinario, recuperar la forma anatómica, función y estética de la pieza dentaria, y también lograr integridad marginal, para evitar la microfiltración y recidiva de la enfermedad. (2,15)

Pese a la gran cantidad de materiales de restauración alternativos, actualmente la creciente demanda estética por parte de los pacientes y la disminución progresiva del uso de las amalgamas, apuntan a la obtención de restauraciones estéticas, ya no solamente en el sector anterior, sino también en el sector posterior de la boca, lo que ha generado una intensa investigación de materiales adhesivos (8, 16,17).

En la actualidad, los materiales estéticos mayormente utilizados en la clínica odontológica son los cementos de vidrio ionómero y las resinas compuestas; pero son estas últimas las de mayor uso debido a que logran una buena mimetización con las estructuras dentarias y un muy buen pulido, y por lo tanto una mejor estética, sobretodo en el sector anterior de la boca. (5)

Resinas compuestas

El desarrollo de los materiales dentales para restauración de tipo compuesto se inició a finales de la década de 1950 y principios de la de 1960, cuando Bowen empezó los experimentos para mejorar las resinas epóxicas, en aspectos como baja velocidad de curado y tendencia a decolorarse. Su trabajo se logró al combinar las ventajas de las resinas epóxicas y los acrilatos. Este trabajo finalizó con el desarrollo de la molécula de bis-gma, la cual cumple con muchos de los requisitos de la matriz de resina para los compuestos dentales. Con este logro, los materiales compuestos rápidamente reemplazaron a los cementos de silicato y a las resinas acrílicas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. (18)

Sus principales constituyentes son la matriz de la resina y las partículas inorgánicas de relleno. Además de estos dos constituyentes, se requieren otros componentes para lograr la efectividad y durabilidad del material. Es necesario un agente (silano) para mantener el enlace entre las partículas de relleno inorgánico y la

matriz de resina, y un sistema iniciador-activador para polimerizar la resina. Pequeñas cantidades de otros aditivos proporcionan estabilidad de color (absorben la luz ultravioleta (UV)) y previenen un polimerizado prematuro (inhibidores como la hidroquinona). Las resinas compuestas también deben contener pigmentos que mimeticen un color aceptable a la estructura del diente. (18)

Como ya se dijo anteriormente, las Resinas compuestas endurecen por un proceso de polimerización.

Este proceso de polimerización conlleva a un fenómeno de importancia, como es la contracción de polimerización, en donde se produce una contracción de toda la restauración hacia la masa de la misma, produciendo el despegamiento del material de las paredes cavitarias con la consecuente filtración marginal. La filtración marginal puede causar invasión bacteriana y estos microorganismos ocasionarían caries secundaria, sensibilidad pulpar, o ambas. Entre otras consecuencias de la contracción, se ha hablado de la producción de fracturas o microcracks en el esmalte por efecto de dichas fuerzas. (12,18, 19)

Otra preocupación respecto al comportamiento de las resinas compuestas es su Coeficiente de dilatación térmica. Los materiales de restauración experimentan cambios de temperatura en el interior de la boca. Estos cambios producen variaciones en las dimensiones de los materiales de restauración que no suelen ser los mismos que los de la

estructura dental, la restauración se contraerá bastante más que el diente, y aparecerá una separación a nivel de la unión entre ambos materiales, que provoca filtraciones de los líquidos orales en ella, al volver la temperatura a un valor normal, este líquido es expulsado, proceso que es denominado percolación. La percolación es un proceso indeseable, ya que puede irritar a la pulpa dental y provocar caries secundaria. (8)

El coeficiente de expansión térmica de los composites es 2-5 veces superior a los valores de estructuras dentales. (20)

Coeficiente lineal de expansión térmica	
Material	Coeficiente $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
Resinas de composites	
Anteriores	17-50
Posteriores	14-40
Diente (parte coronal)	11,4

Tabla de Coeficiente lineal de expansión térmica. (8)

Para contrarrestar los fenómenos antes mencionados y así evitar la separación de la restauración del diente, se necesita de una buena adhesión, es decir que las fuerzas que unen a la resina compuesta y las paredes de la cavidad, sean lo suficientemente competentes para anular dichos fenómenos. (12)

Adhesión

Al realizar una restauración debemos asegurarnos que el contacto entre ambas partes- diente y material- se mantenga en el tiempo, es decir, que no se separen. Esto significa que la técnica debe generar algún mecanismo de adhesión entre ambas. Consideramos adhesión a cualquier mecanismo que permita que dos partes se mantengan en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto. (2, 5,21)

Es conveniente que la adhesión alcanzada no se limite simplemente a evitar el desprendimiento del bloque restaurador. La integración y la continuidad entre la estructura del material restaurador y la estructura dentaria evita la presencia de interfases en las cuales puedan introducirse componentes del medio bucal, en otras palabras, permite alcanzar el denominado “sellado marginal” que evita que iones, sustancias y microorganismos presentes en la saliva conduzcan al fracaso de la acción terapéutica al generar defectos e infecciones (caries) con sus correspondientes secuelas. (5)

A partir de la definición planteada anteriormente, la adhesión podemos clasificarla de acuerdo los distintos mecanismos en la que se que se la puede observar: Adhesión mecánica o física y adhesión química o específica. (2,5)

Adhesión mecánica: consiste simplemente en que las dos partes queden trabadas en función de la morfología de ambas o de un adhesivo.

De acuerdo a lo anterior, la adhesión mecánica a su vez puede lograrse a nivel:

a) Macroscópico: Que es aquella en la que las partes quedan trabadas en función de la morfología macroscópica de ellas. Por ejemplo el tallado de una cavidad operatoria. (2,5)

b) Microscópico: que es la traba mecánica en pequeñas irregularidades superficiales de las partes puestas en contacto, y la diferencia entre ellas es sólo una cuestión de orden de magnitud. (5) La retención micromecánica es considerado el mecanismo más importante de adhesión de las resinas compuestas al esmalte y la dentina. Esta retención ocurre cuando la resina infiltra completamente las porosidades generadas por el grabado ácido en el esmalte y en la superficie dentinaria grabada, creando la llamada capa híbrida. (5, 22,23)

Por otro lado, cualquiera de los dos tipos de retención mecánica se puede lograr por medio de dos efectos:

Efecto geométrico, que está en relación a la forma que presentan las superficies tanto macro como microscópicamente. Estas formas producen la trabazón necesaria para mantener unidas las partes.

El otro efecto es el reológico, que ocurre por los cambios volumétricos o dimensionales, que sufren los materiales al endurecer, generando tensiones que ayudan a producir la adhesión. (2, 5,23)

Adhesión química o específica: se refiere a las fuerzas que impiden la separación de las dos partes, originadas en la interacción entre los componentes de ambas estructuras. Es la unión lograda en función de la generación de fuerzas interatómicas o intermoleculares. Esta interacción entre átomos y moléculas determina lo que se conoce como uniones químicas primarias o interatómicas, que son de alta energía de unión y las secundarias, entre moléculas, que son más débiles. (2,5)

En el ejercicio de la odontología, se puede observar que la adhesión que se ha conseguido es principalmente por medios mecánicos. Sin embargo, el desarrollo de nuevos biomateriales, nos lleva hacia una odontología adhesiva, ya que es de notar que sólo los mecanismos microscópicos y específicos mejoran en la operatoria dental la integración estructural entre el diente y el material restaurador, para alcanzar la totalidad de los objetivos buscados: ausencia de infiltración marginal o percolación, y que se asegure un sellado marginal y comportamiento mecánico integrado. (2, 5,13)

Con el objeto de lograr una aceptable adhesión, se deben considerar algunas observaciones importantes: (2)

Adaptación: en que cada una de las partes a unir, deben ser capaces de penetrar en las retenciones y rugosidades de la superficie sobre la que se pretende que quede fija en el caso de la adhesión mecánica, o de contactar íntimamente entre ellas para que se produzcan las reacciones interatómicas, en el caso de la adhesión química. (2)

Energía Superficial: es aquella fuerza de atracción que existe en la superficie de los cuerpos, debido a que los átomos a este nivel no tienen enlaces saturados hacia esa área, y éstas son capaces de atraer partículas o bien otros cuerpos. En el caso de los sólidos, la energía de su superficie es mayor que la de su interior, porque dentro de la red que conforma el sólido las moléculas son atraídas entre sí en igual forma, a diferencia de las de su superficie. En los líquidos, esta energía también se manifiesta y se denomina Tensión Superficial, la que hace posible que el líquido forme gotas. Para que exista adhesión las superficies deben atraerse entre sí hacia su interfase, independientemente del estado en que se encuentren dichas superficies (sólido, líquido, gaseoso). Por lo tanto, a mayor energía superficial, mayor capacidad de adhesión. (2,23)

Humectación: es aquella característica de los líquidos de fluir fácilmente por la superficie de un sólido creando una capa delgada y continua que facilita el contacto más íntimo de las superficies a unir, de este modo, el líquido interpuesto entre ambas

superficies se introduce por los espacios vacíos, permitiendo la coadaptación de las partes. (2,8)

Ángulo de Contacto: es aquel que se forma entre la tangente a la periferia de la gota que forma el líquido, y la superficie del sólido, con el fin de que el líquido moje la superficie sólida. Mientras más obtuso sea el ángulo que se forma, es mejor la humectancia y por lo tanto, la capacidad de adhesión. Si las moléculas del adhesivo son atraídas por las moléculas del adherente con mayor intensidad que la atracción entre ellas mismas, el líquido adhesivo difunde completamente sobre la superficie del sólido sin formar ningún ángulo. (2, 18,23).

Por consiguiente, junto con lo ya señalado, existen algunos requisitos a considerar para una alta adhesión: (2)

- la superficies a adherir deben estar limpias, secas y no contaminadas.
- el adhesivo debe presentar baja viscosidad, para dejar una capa delgada sobre el adherente.
- debe existir compatibilidad química entre el adhesivo y el adherente, los cuales no deben repelerse.
- Debe lograrse una adaptación íntima de las partes a unir.
- Es deseable una alta energía superficial de las superficies a unir.

- Se debe usar un adhesivo adecuado o en su defecto un agente de enlace que cumpla con un papel similar.
- Para obtener una adecuada resistencia adhesiva y una buena humectación, se requiere que la tensión o energía superficial del adhesivo sea inferior a la Energía superficial del sólido.

El desarrollo de las resinas compuestas presenta importantes beneficios, como la posibilidad de confeccionar preparaciones conservadoras y restauraciones altamente estéticas. Sin embargo, los composites presentan algunas desventajas, como son la contracción de polimerización, el coeficiente de dilatación térmica diferente al de la pieza dentaria, y una técnica restauradora altamente sensible. Estos factores combinados con el posible fallo en la adhesión, son los responsables directos de la microfiltración, y por lo tanto, del fracaso de la restauración. De ahí la importancia de manejar el mecanismo de adhesión de los composites a la estructura dentaria. (24)

Sin duda el mecanismo de adhesión que busca el material ideal es la unión química primaria al diente, pero aún hasta el día de hoy no se ha logrado resolver este problema de unión específica. Pese a esto, se siguen buscando mecanismos de retención que aseguren la mayor permanencia de una restauración en la pieza dentaria y un correcto sellado de la interfase diente-restauración. (25)

Desde el punto de vista estructural, cuando hablamos de odontología adhesiva, se hace referencia principalmente a esmalte y dentina, por ser los sustratos adherentes afectados, ya sea por caries, fracturas, anomalías dentales, etc., y que a consecuencia de esto necesitan ser restaurados. (26)

Adhesión a Esmalte

El esmalte dentario es un tejido avascular, aneuronal y acelular, de alta mineralización y de extrema dureza, que tiene entre otras funciones la de recubrir y proteger al complejo pulpodentinario. (9,21)

El esmalte esta compuesto en un 96% de materia inorgánica, el 4% restante lo constituye agua y materia orgánica. Esta última está compuesta por proteínas de amelogeninas y enamelinas. La materia inorgánica está compuesta por hidroxapatita, la forma cristalina de fosfato de calcio, con cierta cantidad de carbonato.

En la actualidad se reconoce que los prismas no tienen una estructura hexagonal sino más bien cilíndrica, estando en desuso el concepto de que un prisma presenta la forma de ojo de cerradura o paleta de ping-pong y por lo tanto no remedan un prisma. La organización del cristal dentro de la varilla es compleja, ya que su orientación va variando de acuerdo a su localización en la pieza dental. (29)

El esmalte posee una energía superficial elevada, ya que se trata de un material fundamentalmente inorgánico, cristalino con una red unida por fuertes uniones iónicas y

covalentes (2, 13). Dichos cristales, de naturaleza iónica, son los que le otorgan a este sólido su elevada energía superficial, lo cual es una situación favorable que facilita la atracción de un líquido con el adhesivo de las resinas compuestas. (5)

Sin embargo, esta elevada energía superficial, se manifiesta sólo si el esmalte se encuentra perfectamente limpio, lo cual no ocurre ya que éste en boca se encuentra contaminado con iones incorporados del medio bucal, y además está recubierto con una capa orgánica que rápidamente se deposita sobre el esmalte expuesto. Todo ello interfiere con la manifestación de la alta energía superficial que posee este tejido, por lo tanto, no es posible colocar un adhesivo de resina directamente sobre esta superficie y lograr un contacto íntimo entre ambos. El esmalte debe ser tratado con alguna técnica que permita limpiar su superficie y prepararlo para recibir una resina compuesta, cuando ésta sea el material restaurador seleccionado. (5, 26)

La limpieza de la superficie del esmalte, inicialmente involucra la remoción mecánica de la capa orgánica depositada sobre la superficie, y posteriormente una limpieza de tipo química para eliminar la capa de esmalte contaminada. Es posible realizar la limpieza química con una solución ácida, ya que el esmalte es básicamente un cristal iónico de fosfato de calcio. Los iones hidrógenos que contiene la solución ácida, son capaces de disolver la hidroxiapatita de la superficie adamantina y dejar expuesto un esmalte limpio y con la energía superficial lo suficientemente alta como para atraer a la

resina compuesta (5,26) Por otro lado, este tratamiento crea microporosidades y con ello aumenta las posibilidades de adhesión micromecánica. En consecuencia, el tratamiento con ácidos facilita la posibilidad de obtener adhesión micromecánica (2, 5,26)

Bonocore, en 1955, tras una serie de estudios, logró desarrollar una técnica en la cual el esmalte dentario es acondicionado con ácido, dejando una superficie microporosa que permite una fuerte adhesión micromecánica de la resina al diente; esta es conocida actualmente como la Técnica de Grabado Ácido del Esmalte, la cual además de dar una buena unión microscópica, permite disminuir la cantidad de tejido sano a remover en comparación con la confección de cavidades macroscópicamente retentivas. (2)

Para la Técnica de Grabado Ácido del Esmalte se utiliza **ácido fosfórico** en concentración de 37.5%, ya que se ha visto que concentraciones mayores logran una menor formación de microporos, así como una menor profundidad de grabado, y concentraciones menores del ácido, aumentan la velocidad de formación de éstos (efecto inverso) (2,27).

Respecto al tiempo de aplicación del ácido, no debe ser muy largo (15 a 30 segundos es un lapso considerado clínicamente apropiado) (5), ya que la reacción es autolimitante y se produce una precipitación de fosfato de calcio sobre el esmalte, obliterando los poros, con lo que disminuye la capacidad de unión. Además, poder

retirar esta capa de sales precipitadas es muy difícil, creándose problemas para la adhesión del material restaurador (2).

Al aplicar el ácido fosfórico, se pueden lograr diferentes patrones de grabado del esmalte, los que se pueden clasificar en tres tipos:

- **Tipo I:** remueve preferentemente el centro de los prismas del esmalte, quedando la periferia relativamente intacta.
- **Tipo II:** corresponde al proceso inverso en que se remueve preferentemente la periferia, quedando el centro relativamente intacto.
- **Tipo III:** se obtiene un desgaste regular de la superficie, por lo que no es el más adecuado para lograr adhesión. (2, 18,28)

El lavado del ácido que actuó debe ser por un tiempo igual o bien superior al de su aplicación y con una fuerza alta para poder penetrar en los poros para remover el ácido y las sales de calcio disueltas en el líquido, ya que más que por remoción directa, se eliminan por una dilución del ácido presente en el fondo de las grietas en que está atrapado (2). La presencia de restos de ácido y de sales de fosfato contaminará la superficie y fracasará la adhesión entre la resina compuesta y el esmalte.

Una vez lavada la superficie, es necesario realizar un completo secado de ésta, ya que un mínimo de espesor de humedad impedirá el contacto real buscado. (5)

Con la técnica de grabado ácido se logra obtener un esmalte con una superficie limpia, sin contaminantes, llena de poros o grietas de una profundidad aproximada de 10 a 70 micrones, de un aspecto opaco, con lo cual se permite:

1. Aumentar macroscópicamente la superficie total de esmalte capaz de adherirse, ya que las grietas y surcos aumentan la cantidad de esmalte expuesto.
2. Liberar toda la potencialidad de la energía superficial del esmalte, al quedar limpio de todo contaminante sólido, líquido o gaseoso.
3. La formación de microcavidades retentivas en la superficie del esmalte. (2)

Así, una resina fluida de baja viscosidad puede humedecer esta superficie de alta energía y luego ser arrastrada dentro de las microporosidades creadas, por la condición de tracción capilar. Después de su polimerización in situ, estas extensiones de resina en las microporosidades, conocidos como “tags”, forman una fuerte trabazón micromecánica y reológica con el esmalte. Sobre esta capa de resina adhesiva se aplica la resina compuesta propiamente tal, la cual se une a ella por enlaces químicos primarios (resina sobre resina) (2,26)

De esta forma la adhesión alcanzada es suficientemente eficaz en términos de resistencia adhesiva como para lograr un buen sellado marginal de la restauración y la integración material-pieza dentaria que se desea lograr. (5)

Adhesión a dentina

Debido a que la composición del esmalte y la dentina son diferentes, es también distinta la manera que tienen ambos tejidos de interactuar con los sistemas adhesivos. La adhesión en dentina ha sido difícil de desarrollar principalmente por su compleja estructura y su composición variable (27).

La dentina corresponde al tejido mineralizado más abundante de la pieza dentaria (5, 24). Está constituida aproximadamente por 70% de materia inorgánica, 18 % de materia orgánica y 12% de agua (Gráfico N° 2). Esta composición varía con la edad debido a que la mineralización continúa aún después que el diente está totalmente formado. Debido a su mayor contenido de materia orgánica el proceso carioso avanza en forma más rápida en dentina que en esmalte (19,29).

Las entidades estructurales básicas de la dentina son las prolongaciones odontoblásticas, los túbulos dentinarios y la matriz dentinaria calcificada (29). La dentina está íntimamente conectada con la pulpa a través de numerosos túbulos dentinarios, que atraviesan la dentina hasta llegar a la pulpa, partiendo desde la unión amelo-dentinaria (27, 29).

Los túbulos dentinarios son canalículos que alojan en su interior a las prolongaciones odontoblásticas. Presentan un trayecto sinuoso en forma de “S” con excepción de la zona de raíz y de las cúspides (o borde incisal) donde son más rectos.

(27,29) Estos túbulos se encuentran más separados en las capas periféricas de la dentina y más próximos entre sí cerca de la superficie pulpar. (29)

La dentina está estructurada según el grado de calcificación en dos áreas diferentes:

a) *Dentina Peritubular:* zona anular que rodea el espacio canalicular, de un grosor menor a 1 μm , de alto contenido mineral y escasas fibras colágenas. La dentina peritubular forma la pared de los túbulos dentinarios.

b) *Dentina Intertubular:* zona ubicada por fuera de la dentina peritubular, que constituye la mayor parte de la dentina. Está formada por numerosas fibrillas de colágeno y sustancia intercelular amorfa. (33,36)

La excavación mecánica de la dentina dada por la preparación cavitaria con instrumentos de corte, inevitablemente resulta en la formación de una capa de residuos que cubre la superficie de la dentina intertubular y ocluye la entrada de los túbulos, llamado barro dentinario.

El barro dentinario se define como una película compuesta por materiales orgánicos e inorgánicos que se forma en la superficie dentinaria a partir de los procedimientos de corte realizados con instrumentos manuales y/o rotatorios y que mide

aproximadamente de 0.5 a 5 μm . Este actúa como una barrera de difusión que disminuye la permeabilidad de la dentina y que algunos consideran un impedimento que debe ser removido para poder unir la resina al sustrato dentinario. (27, 30)

Por este motivo, Fusayama desarrolló la técnica de grabado ácido total en el año 1980, técnica mediante la cual se desmineraliza esmalte conjuntamente con dentina, logrando mejorar los valores de resistencia adhesiva existentes hasta la época al utilizar esta técnica de acondicionamiento previa al procedimiento de adhesión (16, 27, 30).

Al acondicionar la dentina con ácido fosfórico estamos eliminando la capa de barro dentinario. Se logra abrir los túbulos en una profundidad aproximada de 0.5 μm a 5 μm , se aumenta la permeabilidad dentinaria y desmineraliza la dentina peri e intertubular, dejando así una matriz colágena expuesta sin sustentación debido a la remoción de los cristales de hidroxiapatita que puede, por lo tanto, colapsar por la pérdida de soporte inorgánico. Es por esto que, luego del grabado la dentina no debe ser desecada y debe mantenerse húmeda para evitar que la malla colágena colapse por deshidratación, ya que es el agua la que mantiene sustentadas en posición las fibras colágenas al perderse su base mineral (31, 32).

Debido a lo anterior, se debe aplicar un agente imprimante, que contiene monómeros hidrofílicos que impregnan a la dentina interdigitándose con la malla de colágeno, dando así el soporte necesario para evitar su colapso, trabándose micromecánicamente con ellas. (31,32). El agente imprimante posee moléculas

bifuncionales como HEMA, BPDM y 4-META (4-metacriloxietil trimetilato anhídrido) (39), que por un lado poseen un grupo hidrofílico y por el otro un grupo hidrofóbico (metacrilato); así, el grupo hidrofílico se une al sustrato húmedo de la dentina dejando expuesto al grupo hidrofóbico que copolimeriza con una resina sin relleno que penetra en la dentina imprimada y actúa como agente de enlace para el composite. De esta manera se forma la llamada “capa híbrida” compuesta por la dentina desmineralizada, intertubular y peritubular, la malla de colágeno impregnada por el agente imprimante y la resina de enlace polimerizada. La capa híbrida es el mecanismo de adhesión primario en la mayoría de los sistemas adhesivos actuales (37, 38, 40).

Con la técnica de grabado ácido y el uso de agentes imprimantes y adhesivos dentinarios, se ha logrado obtener una adhesión a la estructura dentaria aceptable dada por uniones micromecánicas con valores que oscilan por sobre los 20 Mpa. Sin embargo, no se ha llegado a obtener una unión química. Por esta razón, algunas restauraciones de resina compuesta presentan problemas de microfiltración marginal, con la consiguiente invasión microbiana, sensibilidad pulpar y el desarrollo de caries secundaria. (5)

Parte de la investigación actual está enfocada al estudio de la microfiltración para poder mejorar el sellado marginal, siendo este último un factor crítico para el éxito de una restauración. La microfiltración es definida como un pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre las paredes cavitarias y el

material restaurador aplicado. Este fenómeno puede traer consecuencias tales como hipersensibilidad dentinaria, irritación pulpar, permitir el paso de bacterias a través del margen de la restauración que pueden producir caries secundaria y contribuir a la corrosión, disolución o decoloración de ciertos materiales dentales. (33, 35,39)

Adhesivos dentinarios

Para que las resinas compuestas se adhieran de manera eficaz y duradera a la estructura dental es fundamental el previo empleo de una resina de baja viscosidad o adhesivo, que sea capaz de penetrar en lo íntimo de la dentina y ahí polimerizarse. Estos son los llamados adhesivos dentinarios, que buscan un mejor sellado marginal, así como también la disminución de la sensibilidad post-operatoria y las microfiltraciones. El éxito de la restauración se basa principalmente en el grado de adhesión que logra este material en la estructura dentinaria (2)

Estos sistemas adhesivos se pueden clasificar de diferentes formas, a continuación se detallarán las que comúnmente más se utiliza:

Clasificación según orden de aparición:

1ª Generación

Bonocore, al principio de la década de los sesenta, propone el uso de un comonomero, que teóricamente podía unirse al calcio de la dentina. Ellos no trataban la dentina con ácidos, vale decir (27, 30), no modificaban la capa de barro dentinario y utilizaban resinas hidrofóbicas (41), por lo que, al contacto con el agua esta adhesión disminuía considerablemente, demostrando resultados clínicos muy pobres, tanto en valor de adhesión como de sellado marginal (27, 41).

2° Generación:

Su uso clínico comenzó a principios de la década de 1980 y con el fin de solucionar la falta de fuerza de adhesión del grupo anterior (41) intentaron usar el barro dentinario como superficie de unión, pero necesitaban de cavidades retentivas. Estos adhesivos mostraban extensas microfiltraciones en los márgenes terminados en dentina (42).

La mayoría de estos materiales fueron ésteres halofosforosos de resina sin relleno tales como Bis-GMA (Bisfenol A Glicidil dimetacrilato) o HEMA (hidroxietil metacrilato). (27, 43). Su mecanismo de unión a la dentina se basaba en la unión del calcio, presente en el barro dentinario, por grupos fosfatos del adhesivo. (27) Su rendimiento clínico era pobre ya que se unían al barro dentinario y no a la dentina (42), por lo que la unión era demasiado débil como para contrarrestar la contracción de polimerización de las resinas compuestas, lo que traía como consecuencia la separación

de la resina compuesta de la dentina y la consecuente formación de brechas y microfiltración marginal. (41)

3 ° Generación:

Fueron introducidos en Estados Unidos al final de la década de los ochenta (27), estos sistemas adhesivos se caracterizaron por modificar o remover completamente el barro dentinario para permitir la penetración de la resina adhesiva a la dentina subyacente, mejorando la humectabilidad y la adhesión a la dentina. (41)

Estos adhesivos dentinarios fueron generalmente más efectivos que sus predecesores en la reducción de la microfiltración en los márgenes diente-restauración, aunque ellos no eliminaron completamente la microfiltración marginal (27).

Este sistema adhesivo introdujo el uso de un sistema de dos componentes: un agente imprimante y el adhesivo. El primer o acondicionador dentinario era aplicado antes del agente de unión, logrando modificar o eliminar la capa de barro superficial permitiendo la penetración de la resina hacia la dentina subyacente, buscando así lograr una unión micromecánica y no química. (44)

Sus principales características son que eliminan la capa de barro dentinario y que se componen de resinas hidrofílicas. (27)

4ª Generación

Estos sistema adhesivo aparece a principios de la década de los noventa, son llamados adhesivos de tres-pasos o también sistemas adhesivos con grabado ácido total (Fusayama 1979). (27) El mecanismo de unión de estos adhesivos es un proceso que consta de tres pasos clínicos: acondicionamiento (grabado ácido), imprimación (primer) y unión (adhesivo dentinario). En primer lugar se realiza el grabado con un acondicionador ácido que remueve el barro dentinario, abre los túbulos dentinarios, aumenta la permeabilidad de la dentina y descalcifica la dentina inter y peritubular. Luego que se remueve el ácido, se aplica el agente imprimante que es una resina hidrofílica en un solvente con monómeros como HEMA, BPDm y 4-META con 2 grupos funcionales, uno hidrofílico que es afín a la dentina y uno hidrofóbico (metacrilato) que es afín a la resina, penetrando el agente imprimante a la malla colágena. Posteriormente se aplica el adhesivo que es una resina sin relleno que se basa en la difusión e impregnación de este en el sustrato de la dentina parcialmente descalcificada, seguida de la fotopolimerización para formar la denominada capa híbrida, la cual es el mecanismo principal de unión de los sistemas adhesivos más comunes. (5)

Estos adhesivos pueden ser autopolimerizables, fotopolimerizables o duales.

Presentan altos valores de resistencia adhesiva, y una baja sensibilidad postoperatoria (5)

5ª Generación

Se crearon con la finalidad de simplificar los tres pasos clínicos anteriormente señalados, ya que son percibidos por algunos como muy complicados y demorosos, combinando algunos de los pasos. El método más común de simplificación es el que combina el agente imprimante y el adhesivo en un solo frasco siendo llamados “adhesivos de una sola botella”, o “monobotella”. (5, 27) requiriendo un paso previo de acondicionamiento dentario con ácido fosfórico (5)

Por presentar una sola botella, a esta generación de adhesivos se les llama inadecuadamente sistemas “monocomponentes”, pero su composición es múltiple en cuanto a los elementos que los constituyen. (41) Las instrucciones de uso son simples y no tienen la necesidad de mezclar componentes, pero son menos versátiles que los anteriores adhesivos, ya que solamente son fotopolimerizables. Los tiempos operatorios son igualmente largos respecto a los otros sistemas. Poseen un buen desempeño en cuanto a fuerza adhesiva y sellado marginal y presentan una baja sensibilidad postoperatoria (41).

6° Generación

Corresponden a los adhesivos autograbantes que poseen en su composición un ácido débil como el ácido poliacrílico al 10%, el cual modificaría la superficie dentaria acondicionándola, pero al mismo tiempo la dejaría suficientemente húmeda para realizar una buena adhesión. Estos sistemas, se caracterizan por combinar el acondicionamiento, la imprimación y la adhesión dentro de un solo tratamiento en un paso, lo que se traduciría en un ahorro de tiempo clínico. Los agentes imprimantes y ácidos obtienen la infiltración de los monómeros de resina a través del barro dentinario, mientras que simultáneamente desmineraliza e infiltra la dentina formando la capa híbrida. (16, 21,32, 41)

Estos sistemas de autograbado son de dos tipos:

- a) **Agentes imprimantes autograbantes (self-etching primers)**, los cuales son aplicados en la pieza dentaria previamente a una capa de adhesivo (2 pasos).
- b) **Adhesivos autograbantes (self-etching adhesives)**, llamados también “todo en uno los cuales combinan estos dos pasos, donde la mezcla del agente imprimante ácido junto con el adhesivo propiamente tal o resina de unión se hace en un mezclador especial y ésta recién en ese instante es llevada a la pieza dentaria (1 paso)

Cabe mencionar que ambos sistemas autograbantes son de 2 frascos siempre.

Pese a que sus características clínicas no están claramente probadas, algunos de estos adhesivos de sexta generación han ganado gran popularidad debido a la simplicidad de uso y a la baja incidencia de sensibilidad postoperatoria.

7° Generación

A fines del 2002 salen al mercado los adhesivos pertenecientes a esta nueva generación, a pesar de ser muy semejante a los de sexta generación, estos presentan todos los componentes en un solo frasco y no necesitan mezcla. Son autolimitantes, ya que, como el agente imprimante no se lava, sino que sólo se seca con aire, altas concentraciones de iones de calcio y fosfato solubilizados, provenientes de los cristales de hidroxiapatita, quedan suspendidos en la solución acuosa del agente imprimante y exceden el producto de la constante de solubilidad para un cierto número de sales de fosfato de calcio y, presumiblemente, estos minerales tienden a precipitar dentro del agente imprimante. Esta alta concentración de calcio y fosfato tendería a limitar la disolución de la apatita debido al efecto de los iones comunes, autolimitando también la profundidad de desmineralización de la superficie del esmalte. (27, 45).

En este frasco se encuentra el ácido grabante, el agente imprimante y el adhesivo.

(12, 46)

Tanto los adhesivos de la 6^o como los de la 7^o generación ofrecen el autograbado para los dentistas que buscan procedimientos perfeccionados, con baja sensibilidad a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria. (46)

Mecanismo de Adhesión de los Adhesivos Autograbantes.

En estos sistemas adhesivos el mecanismo de unión a dentina consiste en un adhesivo autograbante, cuya composición presenta reactivos que son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico o derivados (47) que son los encargados de producir la desmineralización parcial de la dentina permitiendo el contacto de ésta con el acondicionador que difunde y formaría la capa de hibridación que es requerida. Esta capa se diferenciaría de la formada por la técnica de grabado total en que a nivel microscópico la formación de tags de resina es menos pronunciada, las fibras colágenas no serían completamente desmineralizadas, o sea, la hidroxiapatita no sería totalmente eliminada. La hidroxiapatita residual podría constituirse en un receptor adicional de la interacción intermolecular con el grupo carboxílico o fosfato del monómero. Los adhesivos de autoacondicionamiento ofrecen una aplicación más simple que el sistema de grabado total, porque ellos son capaces de acondicionar la superficie del diente y simultáneamente prepararla para la adhesión, disminuyendo los pasos clínicos requeridos para realizar la maniobra. (12, 40)

La remoción del ácido que provoca el grabado dentinario es innecesaria, ya que es de carácter débil y poseería un breve tiempo de acción, lo que evita los problemas críticos que trae el grabado ácido convencional. La dificultad del resultado de la humedificación ideal de la dentina es eliminada y las posibles influencias negativas se reducen drásticamente. En el grabado ácido total el barro dentinario es removido completamente, dejando la capa superficial de la dentina desmineralizada, generando la posibilidad de que el monómero de resina difunda dentro de los poros de la dentina alterada. Esto no pasaría con el sistema de autograbado, porque tiene una cierta cantidad de monómeros de resina que interactúan simultáneamente con el tejido dentinario. Clínicamente, esto explicaría la reducción de la sensibilidad postoperatoria.

Existe una gran diversidad de adhesivos de autograbado en el mercado, pero no mucho se sabe de su capacidad de grabar el tejido dentario. Así, algunos de estos sistemas pueden ofrecer resultados completamente distintos cuando se aplican sobre el tejido duro dentario (esmalte y dentina) por las diferentes composiciones de estos dos substratos. (48)

En la actualidad, todas las casas comerciales distribuyen los dos tipos de adhesivos: de los que requieren de grabado ácido total y de los autograbado, en cualquiera de sus versiones. Un ejemplo de esto son los adhesivos de la marca SDI Australia®, donde Stae representa a los de 5º generación y Go! a los de 7º generación.

Stae, es un agente adhesivo fotopolimerizable y monobotella: que combina el agente imprimante y el adhesivo en un solo frasco, simplificando la técnica adhesiva previa a un grabado ácido total. Los fabricantes aseguran que el solvente portador de Stae es una mezcla de acetona y agua, lo que produce que la acetona transporte al adhesivo en la profundidad de la dentina desmineralizada, mientras que el agua rehumedece la dentina seca. Bajo el microscopio electrónico (SEM) el sistema adhesivo muestra una hibridación en la interfase resina / dentina, lográndose un grosor uniforme alrededor de 3 a 4 micrones. (49)

Go! es un sistema adhesivo autograbador fotocurable de un solo componente para la dentina y el esmalte. En su constitución el 7% está compuesto por monómeros hidrófilos e hidrofóbicos, después de la polimerización, cambian de un estado compatible al agua a uno repelente al agua. Al contrario de otros adhesivos de séptima generación, esto proporciona una superficie sin residuos de agua que puedan interferir con la adhesión.

En los estudios realizados, los adhesivos autograbantes, se asocian a menor sensibilidad post operatoria y técnicas que disminuyen su complejidad. (12), sin embargo, los resultados son contradictorios, en cuanto a si logran una adhesión superior y durable en el tiempo. (21)

Debido a esto último, es que se hace necesario realizar un estudio, donde se evalúen de forma comparativa ambos tipos de adhesivos. En este trabajo, se pretende analizar comparativamente, un adhesivo autograbante (Go!® de 7º generación) con un adhesivo de grabado ácido total (Stae®, 5º generación), desde el punto de vista de su sellado marginal, para determinar así, si existen diferencias significativas entre ellos.

Hipótesis

Existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el adhesivo convencional Stae® comparado con el sistema de autograbante Go!®.

Objetivo General

Determinar si existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el adhesivo convencional Stae® comparado con el sistema autograbante Go!®

Objetivos Específicos

- Determinar el grado de microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional Stae®.
- Determinar el grado de microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo autograbante Go!®
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

Materiales y Métodos

Se utilizaron 20 piezas dentarias humanas sanas extraídas recientemente correspondientes a molares con indicación de extracción, los cuales se almacenaron en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, con el objeto de mantener su hidratación, hasta ser ocupados en la etapa experimental.

Previo a su utilización las piezas dentarias se limpiaron con curetas para el retiro de los restos de ligamento periodontal. Posteriormente se limpiaron con una suspensión de piedra pómez fina en agua aplicada con escobilla de copa blanda.



Foto 1. Piezas utilizadas para la muestra.

En cada pieza dentaria se realizaron dos preparaciones cavitarias clase V, una por vestibular y otra por palatino o lingual, estandarizadas en 4 mm de ancho, 3 mm de alto y 3 mm de profundidad. Cada preparación fue efectuada por el mismo operador y fueron ubicadas en el tercio medio de la cara en cuestión, distanciadas 1 mm hacia coronal del límite amelocementario, dejando la pared axial en dentina. Para la

realización de las cavidades se utilizaron fresas de diamante cilíndricas de extremo redondeado (ISO 014) propulsadas con turbinas de alta velocidad con refrigeración. Una vez realizadas las preparaciones las piezas dentarias se mantuvieron en suero fisiológico hasta ser restauradas.

Técnica adhesiva A:

Luego, en cada una de las piezas dentarias, en la cara vestibular se realizó una restauración de resina compuesta con el sistema adhesivo Stae®, utilizando el protocolo de la técnica de hibridación. Para ello se grabó el esmalte con ácido ortofosfórico al 37% durante 30 segundos y la dentina por 10 segundos, se lavó con abundante agua por 30 segundos y se secó con un trozo de papel absorbente. La aplicación del adhesivo siguió estrictamente las indicaciones del fabricante. La aplicación de la resina compuesta se hizo en forma incremental, utilizando tres incrementos polimerizados por 30 segundos cada uno.



Foto 2. Adhesivos Stae y Go! de SDI Australia®.

Técnica adhesiva B:

La cara lingual o palatina se restauró con la misma resina compuesta, pero utilizando el sistema adhesivo autograbante Go!® en esmalte y dentina siguiendo las instrucciones del fabricante. Posteriormente se aplicó la resina de la misma forma como se hizo en el caso anterior.

Terminadas las restauraciones se mantuvieron en una estufa a 37° C y 100% de humedad relativa durante 48hrs.

Transcurrido el tiempo, se cubrieron las raíces con una capa de cianoacrilato, otra de esmalte de uñas, luego una tercera de acrílico rosado de autocurado para asegurar la impermeabilidad de las raíces de los molares. Las piezas en estudio se conservaron a 37° C +/- 1° C y 100% de humedad hasta el proceso de termociclado.

El termociclado consistió en 100 ciclos entre 4° C y 60° C, manteniéndose los especímenes 30 segundos en cada baño térmico y atemperándose a 23° C durante 15 segundos antes de cambiar de un baño a otro. El baño térmico de dos de los tres recipientes en los que se sumergió a las piezas dentarias está constituido de 200 ml de una solución acuosa de azul de metileno al 1%, el cual sirvió como indicador de la microfiltración en la interfase diente-restauración.

Terminado el ciclaje térmico, se cortaron las piezas dentarias en sentido perpendicular a su eje a nivel coronario, con discos de carborundum sin refrigeración pasando por las dos cavidades para exponer así la interfase diente-restauración. Se utilizó un nuevo disco por cada diente y a baja velocidad.

La microfiltración se midió con un microscopio óptico estereoscópico con aumento de lupa (10 x) y consistió en observar la penetración del colorante entre el diente y la restauración, midiendo la distancia que el colorante recorrió la interfase desde el borde cavosuperficial y obteniendo el porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la cavidad hasta la pared axial. Los resultados obtenidos se registraron en una tabla y fueron sometidos al test de varianza y se analizaron comparativamente mediante el test T de Student (de variables relacionadas). Este estudio tuvo carácter de tipo ciego. (6, 11,12)

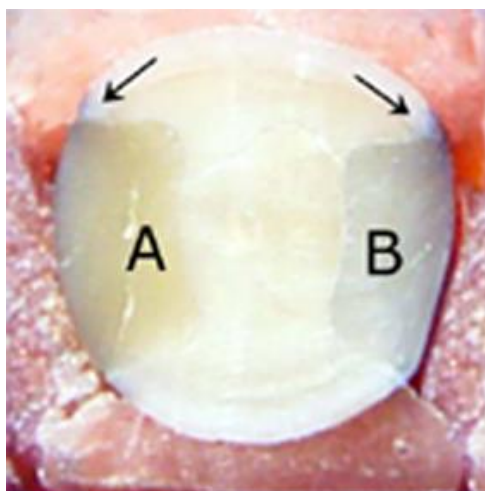


Foto 3. Corte transversal de pieza muestra donde se ubican ambas restauraciones.

Resultados

Los resultados obtenidos del sistema adhesivo convencional y del sistema adhesivo autograbante, fueron tabulados para facilitar su comprensión y posterior análisis y los que se muestran en la tabla N° 2.

Tabla N° 2

Porcentajes de Infiltración.

Muestra	Adh. Convencional	Adh. Autograbante
n°	(Stae) %	(Go!) %
1	9.3	95
2	11	91.5
3	15	100
4	7	100
5	8.7	100
6	17.8	100
7	12	100
8	36	100
9	0	100
10	5.3	100
11	30	100
12	0	100
13	8.3	100
14	22	100
15	33	100
16	25	83.3
17	6.6	100
18	3.4	100
Promedio	14.9	98.3

En las columnas están los valores de los porcentajes de infiltración que se obtuvieron de las muestras utilizando los adhesivos, convencional Stae y autograbante Go!, ambos SDI Australia®.

Análisis de Resultados

Los resultados obtenidos fueron sometidos al T-Test de Student (de variables relacionadas) para determinar si existen diferencias significativas entre las muestras analizadas. Estos resultados se muestran en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla nº 3

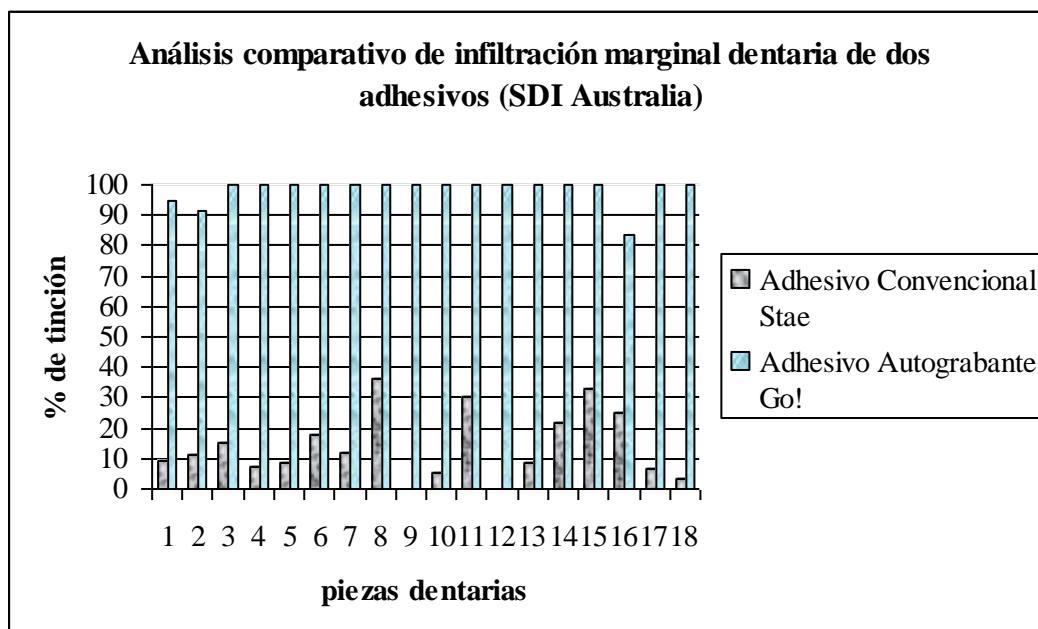
Resultados estadísticos descriptivos de microfiltración

	Nº	Promedio %	Desv. Estándar	SEM (*)
Adhesivo Convencional Stae	18	13.9	11.06	2.60
Adhesivo Autograbante Go!	18	98.3	4.37	1.03

P=0.0 (P=< 0.05, indica una diferencia estadísticamente significativa)

(*) SEM: Error estándar de medida.

Gráfico n° 1



Mediante el análisis estadístico del T-Test de Student se obtuvo el valor de $p=0.00$, lo que significa que existe un 100% de confiabilidad en los resultados obtenidos, determinando entonces la existencia de diferencia significativa entre los sistemas adhesivos utilizados.

De acuerdo a los resultados, se puede concluir que en cada muestra en particular, y en promedio, hubo un mayor porcentaje de microfiltración al utilizar el adhesivo autograbante en comparación con el adhesivo convencional.

Discusión

Durante las últimas dos décadas, el progreso de las técnicas de adhesión ha revolucionado la práctica odontológica. En la actualidad, la mayor parte de las restauraciones directas e indirectas son adheridas a la microestructura dental, en lugar de retenerlas macromecánicamente por diseño cavitario. El desarrollo de la investigación y de productos, ha mejorado constantemente los adhesivos disponibles para los odontólogos, ampliando el espectro de productos. (50)

La amplia demanda y uso de adhesivos dentales, ha impulsado el desarrollo en rápida sucesión de adhesivos mejores y más fáciles de usar. Los odontólogos se han visto literalmente inundados por oleadas de "generaciones" de materiales adhesivos (50). Un ejemplo de esto son los adhesivos Stae y Go! (SDI Australia®) de 5ª y 7ª generación respectivamente. Lamentablemente existen pocos estudios, ya sea *in vivo* o *in vitro* que evalúen y comparen cualidades entre sí. (12)

En este trabajo de investigación se realizó un estudio *in vitro*, en el cual se analizó la microfiltración, en relación a un adhesivo de grabado total de 5ª generación (Stae) versus uno autograbante (Go!) ambos de la marca SDI Australia®.

El proceso de termociclado se ha utilizado en varios estudios *in vitro*, ya que es simple, económico y rápido. Éste simula las condiciones que presenta el diente en el sistema oral, al sufrir cambios de temperatura y evalúa las consecuencias de los cambios dimensionales que sufren el diente y su restauración. Junto con el termociclado, está el uso de un tinte para analizar la microfiltración marginal, ya que éste penetra y evidencia la interfase diente-restauración. (12).

En estudios realizados por Helvatjoglu-Antoniades y cols. (65) y El-Araby y cols. (66), se ha demostrado, que al someter a un termociclado piezas dentarias con restauraciones de resinas en las que se sistemas adhesivos convencionales y autograbantes, como se hizo en nuestro estudio, dichas restauraciones presentaron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza de adhesión que presentaban antes y después de exponerse al ensayo. Esto propone que el termociclado es una prueba válida para verificar *in vitro*, los cambios que pudieran sufrir las restauraciones y su interfase de adhesión, en el medio bucal, donde se conciben estas variaciones de temperatura.

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio, mediante el test t, indica que existen diferencias estadísticamente significativas, entre los dos adhesivos estudiados, es decir, entre las obturaciones de resina compuesta realizadas utilizando el sistema adhesivo convencional y las realizadas con el sistema adhesivo autograbante de 7ª generación.

En este trabajo se pudo observar que ambos adhesivos presentaron microfiltración marginal, pero el adhesivo Stae de SDI Australia (técnica de grabado ácido total), obtuvo valores menores de microfiltración, que el grupo en que se usó el adhesivo Go! (sistema adhesivo autograbante).

Esto concuerda con los estudios realizados por Owens y cols. (51), Ernsta y cols. (52), y Bedran de Castro y cols. (60), en los cuales se analizaron de forma comparativa adhesivos convencionales versus adhesivos autograbantes en restauraciones realizadas en piezas humanas, utilizando el termociclado con tinte de azul de metileno, para evidenciar la microfiltración marginal, la cual fue observada bajo microscopio óptico, tras hacer un corte transversal de la restauraciones de resina compuesta. Los resultados muestran que el sistema de grabado ácido total presenta menor microfiltración marginal que los de sistema autograbante, con valores diferentes a los de este estudio, pero cualitativamente cercanos.

Otros estudios realizados por Pradelle-Plasse y cols. (61), Chereli y cols. (62), Yazici y cols (63) y Rosales-Leal y cols. (64), obtienen resultados con la misma tendencia, donde los adhesivos autograbantes, demostraron tener mayor microfiltración de forma estadísticamente significativa, al comparar adhesivos convencionales y autograbantes, en restauraciones de resina compuesta, sometiéndolos al termociclado, pero utilizando esta vez un tinte distinto, como la fucsina.

Por otra parte, podemos ver que en los estudios de Frankenberger y cols. (53) y Bouillaguet y cols. (67), también se presentan diferencias significativas entre estos tipos de adhesivos. Frankenberger, analiza en restauraciones los márgenes libres de brecha, mientras que Bouillaguet, estudia sus fuerzas de adhesión, demostrando así, que los sistemas autograbantes presentan menor integridad marginal y calidad en su adhesión.

Gagliardi y cols.(68), Pamir - Türkün y cols.(69) y Santini y cols (70), demuestran no tener diferencias estadísticamente significativas respecto a la microfiltración entre ambos adhesivos.. Estos estudios presentan ciertas diferencias en su metodología, lo que podría explicar la discordancia de sus resultados con los obtenidos en este trabajo. A modo de ejemplo, los tres estudios realizaron cavidades clase V en piezas humanas, y las sometieron a termociclado, pero el medio que utilizaron para evidenciar la microfiltración, fue nitrato de plata, tinta india y un marcador llamado Procion Brilliant Red respectivamente.

En otros estudios como los de Amaral y cols. (71) y Banomyong y cols. (72), en que también se usó como tinte el azul de metileno, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Esto se puede explicar, puesto que Amaral y cols., realizó sus estudios en piezas bovinas y no humanas; y por otra parte Banomyong y cols, a su vez no efectuó el termociclado, sino que sumergió las piezas, en azul de metileno, de forma pasiva durante 6 meses, luego de esto realizó su análisis bajo el microscopio óptico.

Los adhesivos analizados en este estudio, muestran diferencias estadísticamente significativas, pues cada uno de ellos presenta mecanismos de adhesión y acondicionamiento de la superficie dentaria de distinta naturaleza (21). Por lo que los resultados obtenidos en este trabajo pueden explicarse al analizar las distintas cualidades presentadas por dichos adhesivos

Está demostrado que la profundidad de desmineralización es dependiente del pH del agente acondicionador (55), por lo que a menor pH, mayor es la profundidad del grabado; al comparar el pH del ácido ortofosfórico, cercano a 0.5, con el del adhesivo Go! de pH 2, podemos asumir que los adhesivos autograbantes presentan un grabado de menor profundidad, por lo que se infiere que este adhesivo alcanza menor profundidad de penetración, explicando así su menor calidad en la adhesión en el esmalte. (55)

Por otro lado se ha estudiado, la formación de capa híbrida de ambos sistemas adhesivos bajo microscopio electrónico de barrido (59, 67) y se ha demostrado que los adhesivos autograbantes presentan una capa adhesiva muy irregular y en algunas zonas inexistente, mientras que el adhesivo de grabado convencional presenta una capa híbrida totalmente regular. Este hecho podría explicar nuevamente, el por qué los adhesivos autograbantes no presentan mejores resultados que su homólogo convencional. (59, 67)

Por otro lado, se ha demostrado que los adhesivos autograbantes muestran una mejor adhesión a dentina que a esmalte, siendo esta siempre menor que los adhesivos convencionales (21, 53, 73), esto explica el deficiente sellado marginal que presentan en

esmalte, lo que provoca que el colorante penetre en mayor profundidad, desde la superficie de la interfase diente-restauración, facilitando la penetración del tinte a dentina en la profundidad de la restauración, produciendo el fracaso frente a la prueba de sellado marginal con el termociclado.

Los adhesivos autograbantes no eliminan el barro dentinario, lo incorporan en su capa adhesiva (47, 57). Los residuos del barro dentinario al mezclarse con el adhesivo, interfieren en la formación de una capa adhesiva ideal, ya que al producirse el proceso de autograbado, dichos residuos precipitan y obstruyen la superficie dentaria grabada, por lo que impiden la penetración del adhesivo en mayor profundidad, y a su vez al combinarse los remanentes del barro dentinario con el adhesivo, modifica sus propiedades, alterando su adhesión, e integridad en su sellado marginal.

Junto con los antecedentes revisados anteriormente, podemos colegir que la literatura coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, y la mayoría de los estudios concuerda con la tendencia de que los adhesivos convencionales (de 5ª generación) poseen mejores propiedades en su sellado marginal, que los adhesivos autograbantes de 7ª generación.

Conclusiones

De acuerdo a las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, es posible concluir que:

1. En ninguno de los sistemas adhesivos en estudio, es decir, Stae y Go! (SDI Australia®), hubo ausencia total de microfiltración marginal.
2. Las restauraciones de resina compuesta realizadas con el adhesivo de 5ª generación, Stae (SDI Australia®), que usa el grabado ácido convencional presentaron en promedio el menor porcentaje de infiltración marginal.
3. Las restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo autograbante, Go! (SDI Australia®), presentaron en promedio un mayor porcentaje de infiltración marginal.
4. Existen diferencias estadísticamente significativas ($p= 0,000$) con respecto a la microfiltración de las restauraciones de resina compuesta cuando se utiliza el sistema adhesivo de grabado ácido convencional comparado con el sistema adhesivo autograbante.

En definitiva y conforme a los resultados obtenidos en este estudio se acepta la hipótesis planteada: “Existen diferencias significativas en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el adhesivo convencional Stae® comparado con el sistema de autograbante Go! ®”.

Sugerencias

1. Realizar un estudio *in vivo* para evaluar el comportamiento clínico a largo plazo de restauraciones realizadas con ambos sistemas adhesivos.
2. Realizar un estudio que evalúe el grado de resistencia adhesiva que alcanzan ambos adhesivos, tanto en esmalte como en dentina.

Resumen

Se realizó un estudio comparativo *in Vitro* con el fin de evaluar y comparar la microfiltración marginal de dos sistemas adhesivos dentinarios: un adhesivo dentinario que utiliza grabado ácido total de la cavidad operatoria (Stae SDI Australia®) y otro que es una sistema adhesivo autograbante (Go! SDI Australia®).

Para determinar la infiltración marginal se usaron 20 terceros molares sanos, recientemente extraídos a los cuales se les realizó 2 cavidades operatorias estandarizadas ubicadas en el tercio medio de las caras vestibular y lingual/palatino.

Posteriormente se obturaron las cavidades con una misma resina compuesta (Ice SDI Australia®), utilizando distintos sistemas adhesivos, siguiendo las indicaciones del fabricante. En las cavidades linguales o palatinas se utilizó el sistema adhesivo de autograbado y en las cavidades vestibulares el sistema adhesivo de grabado ácido convencional.

Con el fin de visualizar el grado de microfiltración marginal, los molares en estudio fueron sometidos a un proceso de termociclado en una solución acuosa de azul de metileno al 1% durante 100 ciclos.

Posteriormente las muestras fueron cortadas transversalmente pasando por las dos cavidades para exponer la interfase diente-restauración.

Las obturaciones seccionadas se observaron en el microscopio óptico para medir el grado de microfiltración del colorante en la interfase diente restauración.

Los resultados obtenidos en porcentajes de los grupos de prueba se sometieron al análisis estadístico con el test T de Student, encontrándose diferencias estadísticamente significativas. Las restauraciones en que se utilizó el adhesivo con técnica de grabado ácido convencional presentaron menor microfiltración que las restauraciones en que se usó el adhesivo autograbante.

Bibliografía

1. Urzúa I., Stanke F., Mariné A., “Nuevas estrategias en cariología”. Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Pág. 10-17. Cap. I y II. Año1999

2. Astorga C., Bader M., Baeza R., Ehrmantraut M., Ribera C., Vergara J., “Texto de Biomateriales Odontológicos” Tomo I. Propiedades generales. Materiales cerámicos. Primera edición. Pp 49-61. Cap. VI. 2004

3. Kidd EA, Fejerskov O., “What constitutes dental caries?. Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms”. J Dent Res 2004; 83 spec N° C:C35-8. Review

4. Quintana M., Rojas L., Mella S., “”Prevención Odontológica, un camino hacia la salud bucal”. 1º edición. Facultad de Odontologia, Universidad de Chile. 1990.

5. Barrancos J. “Operatoria Dental”. 3ª Edición. Ed. Panamericana. Pág. 715-723. Cap 18 – 33. 2006.

6. Protocolo establecido por el área de Biomateriales Odontológicos para el estudio del sellado marginal
7. Sturdervant C. Et al. “Arte y Ciencia Operatoria Dental”. 3º Edición. Ed. Harout Brace. Cap. 1. 1996.
8. Craig R., O’Brien W., Powers J. “Materiales Dentales, Propiedades y Manipulación”. 6ª Edición. Editorial Mosby. Pág. 1-75. Cap. I y IV. 1996.
9. Henostroza H. Gilberto. “Adhesión en Odontología Restauradora”. 1º edición. Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales. Pág. 113-116. Cap 5 2003.
10. Anusavice K.”Ciencia de los Materiales Dentales, de Phillips”. McGraw-Hill Interamericana. Décima edición .Cap.2,12, 13 y 17 1998.
11. Dib Marambio, Valeria. “Análisis comparativo *in Vitro* de la micro filtración de restauraciones de Resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional *versus* un autograbante de la misma marca” Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. 2005

- 12.** Boggioni Cortés Claudio. “Análisis comparativo *in Vitro* del comportamiento físico-mecánico de restauraciones de Resina compuesta realizadas con el adhesivo One Coat SL Bond *versus* el adhesivo One Coat SE Bond” Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. 2007
- 13.** Urzúa I., Stanke F., Mariné A. “Tratamiento de la caries como enfermedad infectocontagiosa: Estudio preliminar”. Rev. Dent. Chile. 87 (3): 25-29, Noviembre 1996.
- 14.** Hörsted-Bindslev P., Mjör IA “Modern concepts in operative dentistry”. 1º edición Copenhagen: Munksgaar; 1988. Thylstrup A., Fejerskov O. Textbook of clinical cariology. 2º edición Copenhagen: Munksgaar ;1994 Seif 1997
- 15.** Baum L., Phillips R., Lund M., “Tratado de Operatoria Dental”. Tercera Edición, 1996:, Pág. 1Cap. 1. Editorial McGraw Hill Interamericana
- 16.** Frankenberger R., Perdigao J., Rosa B. T., Lopes M. “ No-bottle v/s Multi-bottle dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study”. Dental Materials 17:373-380. 2001.

17. Besnault C., Attal J-P. "Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in Class II composite restorations". *Journal of Dentistry* 30: 1-6. 2002.
18. Phillips R., "Ciencia de los materiales dentales". Octava edición. Editorial Interamericana. 1986. Pág. 18-439. Cap. 2 y 30.
19. Uribe J., "Operatoria Dental Clínica y Practica". Ediciones Avances Médico-dentales. Pág. 15-250. Cap. 1, 2 y 6 1990.
20. Scotti, Roberto, Ferrari Marco, Dolci Giovanni "Pernos de fibra: Bases teóricas y aplicaciones clínicas". Cap 1 y 2 Elsevier España, 2004
21. Stangel I., Ellis T., Sacher E. " Adhesión to Tooth Structure Mediated by Comtemporary Bonding Systems" *Dental Clinics of North America*, 51. (2007) págs 677-694.
22. Bouillaguet S., Gysi P., Wataha J. C., et.al. "Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems" *Journal of Dentistry* 29: 55-61. 2001

- 23.** Rich M., “Análisis comparativo *in vitro* del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas usando seis adhesivos de diferentes marcas comerciales, con y sin evaporar sus solventes” Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista., U. de Chile. Santiago de Chile, 2005.
- 24.** Amaral, C. et al.. “Microleakage of hydrophilic adhesive systems in Class V composite restorations”. Am. J. Dent. 14(1):31-33. 2001.
- 25.** Llena P., Forner M. C. “Relación de la permeabilidad dentinaria con los nuevos sistemas adhesión dentinaria”. EJDR. Junio 1997.
- 26.** Sandoval M., “Estudio comparativo *in vitro*, al microscopio electrónico de barrido, del efecto sobre la dentina de un sistema adhesivo con grabado ácido total y un sistema adhesivo autograbante.” Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. U. de Chile. Santiago de Chile, 2005
- 27.** Swift, EJ Jr., Perdigao, J., Heymann, HO.. “Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995”. Quint. Int. 26(2): 95-110. 1995.
- 28.** O’Brien W. “Dental materials and their selection”. Segunda Edición. Editorial

Quintessence Int. 1997. p. 39-48. Cap. IV.

29. Moncada Gustavo, Urzúa Iván. “Cariología Clínica. Bases preventivas y restauradoras”. Edición Grant Educational de Colgate. 2008

30. Watson V. et.al. “Adhesión estado actual”. Acta Odontológica Venezolana. 34(1): 11-16. 1996.86

31. Toledano M. et al. “Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin”. Am. Journal of Dentistry. 14(4):205-210. 2001.

32. Van Meerbeek B. et al. “The clinical performance of adhesives”. Journal of Dentistry. 26(1): 1-20. 1998.

33. Yacizi A. et al. “The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations”. Quintessence Int. 33(10): 763-769. 2002.

34. Roig Cayón M., Brau Aguadé E., Canalda Salí C. “Consideraciones generales sobre el uso clínico de los adhesivos dentinarios”. Oper Dent Endod 1(1): 10. 1997.

- 35.** Pradelle-Plasse N. et al. "Effect of dentin adhesive on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage". *Am. J. Dent.* 14: 344-349. 2001.
- 36.** Perdigao J., Baratieri L.N., Lopes M. "Laboratory evaluation and clinical application of a new one-bottle adhesive". *J. Esthet. Dent.* 11(1): 23-35. 1999.
- 37.** Besnault C., Attal J-P. "Influence of a simulated oral environment on microleakage of two adhesive systems in Class II composite restorations". *Journal of Dentistry* 30: 1-6. 2002.
- 38.** Barkmeier W., Hammesfahr P., Latta M. "Bond Strength of Composite to Enamel and Dentón Using Prime & Bond 2.1". *Oper. Dent.* 24(1):51-56. 1999.
- 39.** Roig Cayón M., Brau Agudé E., Canalda Salí C. "Consideraciones generales sobre el uso clínico de los adhesivos dentinarios". *Oper Dent Endod* 1(1): 10. 1997.
- 40.** Van Meerbeek et.al. "Adhesives and cements to promote preservation dentistry". *Operative Dentistry Supplement* 6: 119-144. 2001.
- 41.** Beñaldo C., "Estudio comparativo *in vitro* de la microfiltración de restauraciones de resina compuesta realizadas con un sistema adhesivo convencional y otras realizadas con

un sistema adhesivo con nanorelleno.” Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. U. de Chile. Santiago de Chile, 2005

42. Couslon B. E., “Improed bonding of composite resin to dentin” Br. Dent. J. v. 93: Pág. 156, 1984.

43. Watson V. et.al. “Adhesión estado actual”. Acta Odontológica Venezolana. 34(1): 11-16. 1996.

44. Eick J.D. et Al., “The dentinal surface: its influence on dentinal adhesion”, Part 2, Quintessence Int., v. 23: Pág. 43-51, 1992.

45. Aschheimk, D. “Esthetic Dentistry. A clinical Approach to techniques and materials”. Segunda edición. MOSBY. Estados Unidos. 2001.

46. Freedman G, Leinfelder K. “Seventh-generation adhesive systems”.Dent Today. 2002 Nov;21(11):106-11.47 Aguilera M. Aníbal, Guachilla P. Jaime, Urbina S. Gabriel, Sierra F Marcial, Valenzuela A. Vladimir. “Sistemas Adhesivos de Autograbado”. Revista Dental de Chile. 2001; 92 (2): 23- 28

- 48.** Carpena G. et Al., “Dental Adhesión: Present state of the art and futures perspectives”, *Dental Materials Quintessemce Int.*, v. 33: Pág. 213-224, 2002.
- 49.** Duke E. S., DDS, MSD, “Ultrastructural and physical property studies of Stae single component adhesive system”. The University of Texas Health Science Center, San Antonio, USA. (1997).
- 50.** Freedman G, Leinfelder K. “Seventh-generation adhesive systems”. *Dent Today*. 2002 Nov;21(11):106-11.
- 51.** Owens BM, Johnson WW. “Effect of insertion technique and adhesive system on microleakage of Class V resin composite restorations”. *J Adhes Dent*. 2005 Winter;7(4):303-8.
- 52.** Ernsta CP, Kötter T, Victor A, Canbek K, Brandenbusch M, Willershausen B. “Marginal integrity of self- and total-etching adhesives in two different application protocols”. *J Adhes Dent*. 2004 Spring;6(1):25-32.

- 53.** Frankenberger R, Tay FR. “Self-etch vs etch-and-rinse adhesives: effect of thermo-mechanical fatigue loading on marginal quality of bonded resin composite restorations”. *Dent Mater.* 2005 May;21(5):397-412.
- 54.** Padrós-Serrat JL, Monterrubio-Berga M, Padrós-Cruz, E. “Self-etching adhesives. To etch or not to etch?”. *RCOE* 2003;8 (4):363-375.
- 55.** Carolina Paes Torres, DDS Silmara Aparecida Milori Corona. “Bond Strength of Self-etching Primer and Total-etch Adhesive Systems to Primary Dentin”. *Journal of Dentistry for Children*-71:2, 2004
- 56.** Adebayo OA, Burrow MF, Tyas MJ. “Bonding of one-step and two-step self-etching primer adhesives to dentin with different tubule orientations”. *Acta Odontológica Scandinavica*, 2008;66:159-168.
- 57.** Burrow MF, Kitasako Y, Thomas CD, Tagami J. “Comparison of enamel and dentin microshear bond strengths of a two-step self-etching priming system with five all-in-one systems”. *Oper Dent.* 2008 Jul-Aug;33(4):456-60.

58. Hara AT, Amaral CM, Pimenta LA, Sinhoreti MA “Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel”. Am J Dent. 1999 Aug;12(4):181-4.

59. da Silva Telles PD, Aparecida M, Machado M, Nör JE. “SEM study of a self-etching primer adhesive system used for dentin bonding in primary and permanent teeth”. Pediatr Dent. 2001 Jul-Aug;23(4):315-20.

60. Bedran de Castro AK, Pimenta LA, Amaral CM, Ambrosano GM. “Evaluation of microleakage in cervical margins of various posterior restorative systems”. J Esthet Restor Dent. 2002;14(2):107-14.

61. Pradelle-Plasse N, Nechad S, Tavernier B, Colon P. “Effect of dentin adhesives on the enamel-dentin/composite interfacial microleakage”. Am J Dent. 2001 Dec; 14(6):344-8.

- 62.** Chereli ZC, Cem Gungor H. “Quantitative microleakage evaluation of fissure sealants applied with or without a bonding agent: results after four-year water storage in vitro”. *J Adhes Dent.* 2008 Oct;10(5):379-84.
- 63.** Yazici AR, Başeren M, Dayangaç B. “The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations” .*Quintessence Int.* 2002 Nov-Dec;33(10):763-9.
- 64.** Rosales-Leal JI. “Microleakage of Class V composite restorations placed with etch-and-rinse and self-etching adhesives before and after thermocycling”. *J Adhes Dent.* 2007;9 Suppl 2:255-9.
- 65.** Helvatjoglu-Antoniades M, Koliniotou-Kubia E, Dionyssopoulos P. “The effect of thermal cycling on the bovine dentine shear bond strength of current adhesive systems”. *J Oral Rehabil.* 2004 Sep;31(9):911-7.
- 66.** El-Araby AM, Talic YF. “The effect of thermocycling on the adhesion of self-etching adhesives on dental enamel and dentin”. *J Contemp Dent Pract.* 2007 Feb 1;8(2):17-24.

- 67.** Bouillaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin C, Meyer JM. “Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems”. *J Dent.* 2001 Jan;29(1):55-61.
- 68.** Gagliardi RM, Avelar RP. “Evaluation of microleakage using different bonding agents”. *Oper Dent.* 2002 Nov-Dec;27(6):582-6.
- 69.** Pamir T, Türkün M. “Factors affecting microleakage of a packable resin composite: an in vitro study”. *Oper Dent.* 2005 May-Jun;30(3):338-45.
- 70.** Santini A, Plasschaert AJ, Mitchell S. “Effect of composite resin placement techniques on the microleakage of two self-etching dentin-bonding agents”. *Am J Dent.* 2001 Jun;14(3):132-6.
- 71.** Amaral CM, Hara AT, Pimenta LA, Rodrigues AL Jr. “Microleakage of hydrophilic adhesive systems in Class V composite restorations”. *Am J Dent.* 2001 Feb;14(1):31-3.

72. Banomyong D, Palamara JEA, Messer HH, Burrow MF. "Sealing ability of occlusal resin composite restoration using four restorative procedures". *Eur J Oral Sci* 2008; 116: 571–578.

73. Sensi LG, Lopes GC, Monteiro S Jr, Baratieri LN, Vieira LC. "Dentin bond strength of self-etching primers/adhesives". *Oper Dent*. 2005 Jan-Feb;30(1):63-8.