



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA
ÁREA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS

**“Microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina
compuesta cementadas con resina fluida con sistema de adhesivo
de grabado total versus sistema de autograbado.”**

Marisol Beatriz Leiva Büchi

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut

TUTOR ASOCIADO
Dr. Ricardo Muñoz

Santiago-Chile
2007

Índice

	Página N°
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	5
Hipótesis.....	37
Objetivo General.....	37
Objetivos Específicos.....	37
Material y Método.....	38
Resultados.....	46
Discusión.....	48
Conclusión.....	53
Sugerencias.....	54
Resumen.....	55
Bibliografía.....	56

Introducción

Las enfermedades más prevalentes de la cavidad bucal son la enfermedad periodontal y la caries dental, ésta última todavía sigue siendo la principal causa de pérdida de piezas dentarias en todas las poblaciones del mundo, cuya incidencia a nivel mundial es aproximadamente un 94% y en Chile de un 98%, constituyendo por esta razón uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial ^(1,2). Esto se debe al cambio de dieta y hábitos que nos ha impuesto el mundo industrializado y porque por muchos años la odontología se dedicó a limitar el daño y no evitar la instalación o interrumpir el curso de la caries dental ⁽³⁾.

Sin embargo, se ha tomado un nuevo enfoque de esta patología obedeciendo a la comprensión del concepto de caries, la cual corresponde a una enfermedad infectocontagiosa, transmisible, polimicrobiana y localizada que afecta a los tejidos duros del diente provocada por un efecto acumulativo de un proceso dinámico de desmineralización y mineralización que lleva finalmente a una pérdida de minerales, con la consecuente cavitación ^(1,4). Entendiendo esta definición nace en los últimos años un nuevo concepto de Odontología preventiva.

Si bien actualmente existe una declinación a nivel mundial de la caries ⁽¹⁾, todavía es necesario tomar medidas de curación con respecto a ella; por lo tanto, cuando el daño ya es irreversible, la vía de tratamiento del diente afectado debe ser

necesariamente quirúrgica, eliminando mecánicamente los tejidos dañados para que de esta manera el resto del tejido dentario, que se conserva sano, sea adecuadamente protegido y restaurado ⁽⁵⁾.

La pérdida de tejido dentario provocará una secuela, la cual dependiendo del daño se utilizarán diversos tipos de biomateriales odontológicos los cuales permitirán recuperar la morfología del diente, con la consecuente función y estética, conservando el complejo pulpo dentinario y manteniendo la homeostasis del sistema buco-dentario ⁽⁵⁾.

En la actualidad, la estética ha demostrado ser uno de los puntos más importantes tanto para el profesional como para el paciente, y es así como se han desarrollado numerosos biomateriales que cumplen con las propiedades mecánicas, biológicas y ahora estéticas para satisfacer estas demandas.

La resina compuesta es uno de los materiales a los cuales el odontólogo puede acudir en caso de necesitar una respuesta estética, ya que éstas tienen aspecto de los tejidos dentales naturales y se pueden aplicar directamente en una preparación cavitaria con la plasticidad adecuada, como también utilizarse como material de restauración indirecto ⁽⁶⁾.

Uno de los puntos más importantes a considerar para el éxito y longevidad de la restauración es el sellado marginal ⁽⁷⁻¹⁶⁾. La Integridad de este sellado se ve afectado por numerosos factores, los cuales provocan en el tiempo el paso, indetectable

clínicamente, de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la brecha diente/restauración; proceso denominado microfiltración ^(7,17).

La microfiltración de las resinas compuestas ha constituido una preocupación significativa para los clínicos especialmente en restauraciones donde los márgenes están localizados en dentina. Aunque la adhesión con la resina compuesta se logra adecuadamente en el esmalte mediante una técnica de grabado ácido, la adhesión a dentina es más complicada por su composición y estructura histológica ⁽¹¹⁾.

Es por esto que se han inventado distintos sistemas adhesivos mejorando notoriamente la calidad de la adaptación marginal a la dentina ⁽¹¹⁾. Hoy en día, los sistemas adhesivos autograbantes son los últimos en aparecer en el mercado presentando ventajas y desventajas relativas con respecto a sus antecesores que corresponden a los sistemas adhesivos de grabado total. No se conoce bien su mecanismo de acción y los resultados de pruebas mecánicas no aseguran una eficiencia clínica comparable a los sistemas convencionales ⁽⁹⁾.

Aunque existen ventajas relativas de los sistemas autograbantes como reducir el tiempo de trabajo, evitar la deshidratación excesiva de la estructura dentinaria, evitar el grabado excesivo de la superficie, entre otros, se ha comprobado que exhiben significativamente mayor microfiltración tanto en el esmalte como en la estructura dentinaria ^(7, 9, 11).

Además de los estudios anteriormente mencionados, son múltiples las investigaciones que existen sobre los sistemas adhesivos que el odontólogo puede usar a la hora de realizar una restauración, pero ninguna esclarece completamente cual sería el óptimo a utilizar, por lo tanto, se necesita mayor evidencia científica y antecedentes para conocer en totalidad estos sistemas. En virtud de lo anterior, el propósito de este trabajo es analizar comparativamente *in vitro* la microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida con sistema de adhesivo de grabado total versus sistema de autograbado, y determinar si es que existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Marco Teórico

La Odontología Restauradora se ha podido desarrollar desde que existe la enfermedad caries, ya que por la destrucción de los tejidos dentarios, secuela del proceso carioso, es necesario devolver la morfología y por ende la funciones de las estructuras perdidas ⁽⁵⁾.

Dentro de los procedimientos utilizados en esta disciplina la eliminación total de la lesión cariosa a través de algún tipo de acción mecánica, involucra distintos grados de agresión hacia la pulpodentina que se van a sumar al daño provocado por la enfermedad misma.

Es por esto que el objetivo fundamental de la odontología restauradora consiste en sustituir la estructura dentaria enferma o perdida por materiales que permitan restablecer la función y el aspecto de los dientes y, para este propósito existen algunos materiales que están a disposición del odontólogo para los distintos tipos de restauraciones. Si bien existen muchos materiales es necesario conocer las diferentes propiedades que presentan y que le otorgan las características para que sea más o menos apropiado para una determinada situación clínica ⁽⁶⁾.

En la actualidad, el aspecto estético en las técnicas de restauración ha cobrado gran importancia, y es por eso que hoy los estudios científicos están abocados a generar un material que además de cumplir con las propiedades mecánicas, químicas,

biológicas, cumpla con las características estéticas necesarias; es decir, que sea lo más similar a la estructura dentaria.

Los materiales restauradores se pueden clasificar en ^(6,18):

- *Materiales rígidos de obturación indirecta*: estos materiales se utilizan en situaciones en que, por la envergadura de la restauración a realizar, deben ejecutarse acciones más complejas y que requieren de la colaboración de un laboratorio dental. Este tipo de restauraciones indirectas se denominan incrustaciones y también pueden ser denominadas como inlays u onlays.
- *Materiales plásticos de obturación directa*: estos materiales se denominan así no por su naturaleza química, sino porque son llevados a la preparación cavitaria en una consistencia plástica, la cual permite ser empaquetados para luego endurecer ahí. Dentro de estos materiales podemos encontrar los de origen cerámico (cementos de alúmino silicatos), metálico (amalgamas dentales, orificaciones) y orgánicos (resinas acrílicas de obturación directa). Además existen aquellos de materiales combinados, resinas compuestas también llamadas reforzadas o composites ^(5, 6, 18).

Ahora bien, para las restauraciones directas estéticas, históricamente se han usado 4 tipos de materiales: los silicatos, polímeros acrílicos sin relleno, polímeros de dimetacrilato con refuerzos orgánicos (composites) y los ionómeros de restauración ⁽⁶⁾.

Los *silicatos* empezaron a utilizarse a finales del siglo pasado y se usaron ampliamente hasta los años setenta. Éstos son muy solubles y no resisten la desintegración en el entorno bucal; por esto representaban un sistema de restauración a corto plazo, y por otro lado cambiaban de color y se iban opacificando debido a la pigmentación y la deshidratación, es por esto que sus cualidades estéticas y ópticas se iban deteriorando con el paso del tiempo ⁽⁶⁾.

A diferencia del anterior las *Resinas acrílicas de obturación directa sin relleno* o resinas simples, aparecieron en 1945 y fueron mejorando hasta convertirse en un material bastante usado hacia los años sesenta; éste material era menos soluble y no se deshidrataba, aunque el cambio de color seguía siendo un problema trascendental. Entre sus características menos deseables encontrábamos su escasa rigidez, poca resistencia mecánica y baja resistencia al desgaste; sin embargo, sus mayores defectos eran los importantes cambios dimensionales, que se generaban al polimerizar, lo que traía como consecuencia la percolación de saliva por los márgenes, problemas pulpares y caries recidivante. A esto se suma el calor producido al momento de endurecer que también puede ocasionar daño pulpar ⁽⁶⁾.

Los *ionómeros* aparecieron en 1972 y se utilizan fundamentalmente para restaurar las erosiones cervicales. Junto con los silicatos, el cemento de vidrio ionómero conforman un grupo de materiales que ha sido llamado Cementos de alúmino silicatos. Este material se puede utilizar en la cementación definitiva de incrustaciones, prótesis

fija unitarias y plurales, restauraciones permanentes o definitivas, bases de protección cavitaria de fraguado rápido y sellantes de puntos y fisuras ^(5,6).

Las *resinas compuestas* aparecieron hacia 1960 y su empleo ha ido aumentando progresivamente, hasta convertirse en el material más usado para restauraciones estéticas directas. Este material ha dado buenos resultados a corto plazo pero a largo plazo a presentado fallas, siendo una de ellas la contracción de polimerización con la consecuente infiltración marginal, problema que todavía no se ha solucionado y que constituye la principal causa de fracasos clínicos con este material restaurador. Sin embargo, se han realizado cambios en su estructura que han favorecido sus propiedades físicas, químicas y biológicas lo que ha hecho que tomen cada vez más preponderancia en el quehacer odontológico ⁽⁶⁾.

Resinas Compuestas (Composite)

Las resinas compuestas (composite) nacieron como alternativa frente a las resinas acrílicas sin relleno (o simples de obturación directa), las que fueron introducidas en el campo de la Odontología restauradora en la década de los años 40. Estas resinas simples eran materiales de origen orgánico, y por lo mismo poseían todas las propiedades que corresponden a estos materiales, es decir; alta variación dimensional térmica, malas propiedades mecánicas, gran contracción de polimerización y mala estabilidad de color entre otras ^(6, 18, 19).

Las propiedades negativas antes mencionadas se deben a la estructura química que tienen los materiales de origen orgánico, a la presencia de un monómero de bajo peso molecular, al sistema de activación utilizado y a la gran cantidad de monómero residual presente por unidad de volumen de la restauración ^(6, 18, 19).

Rafael L. Bowen, introduce en el año 1962, en reemplazo del metacrilato de metilo de las resinas acrílicas sin relleno (resinas simples), un monómero de alto peso molecular llamado BIS-GMA. A este Bisfenol glicidil metacrilato (BIS-GMA) que era más estable, le adicionó un refuerzo a base de cuarzo, el cual hacía disminuir la cantidad de monómero por unidad de volumen. Ambas estaban unidas a través de un agente de acoplamiento ^(6, 18-20).

El relleno lo trató superficialmente con un vinil silano para permitir una buena unión con la matriz orgánica, lo que constituye la base de las resinas compuestas o composites ^(6, 18-20). Entonces distinguimos tres fases:

- 1.- Fase orgánica o matriz orgánica
- 2.- Fase inorgánica o relleno
- 3.- Agentes de acoplamiento

Fase Orgánica

Las matrices orgánicas más utilizadas están constituidas por un dimetacrilato conocido como BIS-GMA o un dimetacrilato de uretano (UDMA). Los oligómeros de éstos son líquidos viscosos y para controlar la consistencia de la pasta de composite se

añaden monómeros de bajo peso molecular como el trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), metilmetacrilato (MMA), o el etilenglicol dimetacrilato (EDMA). Los oligómeros y los monómeros de bajo peso molecular se caracterizan por la presencia de dobles enlaces entre carbonos que reaccionan formando un polímero ^(6, 18, 21).

Fase inorgánica o relleno

Para el relleno se han utilizado partículas de cuarzo, sílice, silicato de litio, aluminio, cristales de bario, estroncio y zinc o yterbio ⁽⁶⁾. Esta fase también llamada cerámica es en la que generalmente difieren los composites, tanto los actuales como los que se utilizaban hace años atrás. La tecnología actual permite obtener toda una gama de tamaños, formas y distribución lo que complica la clasificación de las resinas compuestas sobre la base del tipo de relleno ⁽²⁰⁾.

En los composites el porcentaje de relleno oscila entre 35% y un poco más del 70% en volumen, y estos valores pueden representar entre el 50 y el 86% en peso. El hecho de que un composite presente un alto contenido de refuerzo cerámico determina propiedades mecánicas convenientes en cuanto a rigidez (modulo elástico), lo que es fundamental en situaciones en las que el material está sometido a esfuerzos oclusales ⁽²⁰⁾.

Los porcentajes menores al 60% se dan necesariamente en los productos que usan exclusivamente micropartículas (sílice coloidal) debido a la necesidad de utilizar gran cantidad de matriz orgánica para aglutinarlas ⁽²⁰⁾.

Agentes de acoplamiento

Se utilizan estos agentes para conseguir una buena unión entre el relleno inorgánico y la matriz polimérica, entonces los fabricantes tratan la superficie de los rellenos o refuerzo cerámico. El tratamiento más corriente consiste en emplear un compuesto silícico orgánico (actualmente con el agente γ -metacriloxipropil-trimetoxi-silano), que posee un grupo etoxi que reacciona con el relleno inorgánico, volviéndolo hidrófobo, y otros grupos vinílicos (enlaces dobles entre dos carbonos) que reaccionan con la matriz orgánica, consiguiendo de este modo el acoplamiento del relleno y la matriz ⁽⁶⁾.

Además de estos tres componentes esenciales, las resinas compuestas presentan iniciadores, aceleradores para su proceso de endurecimiento (polimerización) y colorantes para dar la tonalidad deseada ^(6, 19, 20).

Iniciadores y aceleradores

La polimerización de estos materiales se puede llevar a cabo a través de tres sistemas: *activación química*, *activación por calor* y *activación por luz visible* siendo el último el más utilizado.

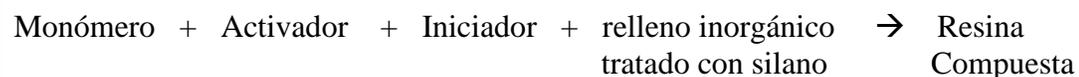
En el primer caso, se induce la polimerización por medio de un peróxido orgánico iniciador y una amina orgánica cíclica o aromática que es aceleradora o activadora. Este iniciador químico genera radicales libres de alta energía, capaces de descomponer los dobles enlaces que poseen los monómeros, desencadenando la unión entre ellos; este

iniciador necesita de la acción de un activador para poder generar los radicales libres, y es de naturaleza química ^(6, 19).

El sistema recién descrito daba muy pobres resultados en cuanto a la estabilidad del color y baja conversión de monómero en polímero; fue por esto que el activador de tipo químico fue sustituido por uno de tipo físico, que corresponde a un haz de luz con una longitud de onda que oscila entre los 420 y 480 nanómetros y es el sistema de activación que se utiliza actualmente ⁽¹⁹⁾.

Cuando se utiliza el sistema activado por la luz visible, la resina compuesta se polimeriza al exponerlo a una luz azul muy intensa, ésta es absorbida por una dicetona que, en presencia de una amina orgánica alifática inicia la reacción de polimerización. Para la polimerización se necesitan tiempos de exposición de 20 a 60 segundos, que dependen de lo recomendado por el fabricante. El material se presenta como una única pasta de composite dentro de una jeringa opaca ^(6, 19).

Independiente del sistema utilizado siempre se produce la reacción general ⁽⁶⁾:



Clasificación de las Resinas Compuestas

Las Resinas Compuestas se pueden clasificar según los siguientes parámetros:

- Según el contenido del relleno.
- El tamaño de las partículas del relleno.
- Según composición de la matriz.
- Según el sistema de polimerización.

Según el **contenido del relleno**, las Resinas Compuestas se pueden clasificar de acuerdo al porcentaje de volumen de relleno que contiene:

Resinas compuestas convencionales

Corresponden a un grupo de resinas compuestas que poseen una viscosidad intermedia. Esta característica está dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, la que corresponde a un 72% - 82% en peso, y a un 60% - 68% en volumen⁽²²⁾. Tienen un bajo índice de desgaste, alta elasticidad y resistencia a la fatiga.

Resinas compuestas condensables

Corresponden a aquellos composite con una estructura similar a la de cualquier resina, donde la porción inorgánica o de relleno constituye el 77% a 83% en peso y 65% a 71% en volumen. Debido a su alto contenido de relleno, se hace necesario condensar el material para lograr su adaptación a la cavidad a restaurar. Son altamente resistentes al desgaste, a la fatiga, y con un alto módulo de elasticidad⁽²²⁾.

Resinas compuestas fluidas

Son resinas compuestas de baja viscosidad, es decir, más fluidas que la resina compuesta convencional. Para poder alcanzar esta característica, se les disminuyó el porcentaje de relleno inorgánico y se eliminó de su composición algunas sustancias o modificadores reológicos, con lo cual mejora su manipulación. La cantidad de relleno que poseen es de 51% a 65% en peso y de 36% a 50% en volumen. Esto les confiere un bajo módulo de elasticidad y una gran flexibilidad. Son de fácil pulido y poseen una baja resistencia al desgaste. Además producen alta humectabilidad de la superficie dental, asegurando la penetración en todas las irregularidades del sustrato dentario, formando espesores de capa mínimos que eliminan el atrapamiento o inclusión de aire en su interior ⁽²³⁻²⁵⁾.

Según la **composición de la matriz**, se clasifican en las que contienen ^(6, 18):

- UDMA (dimetacrilato de uretano)
- BIS-GMA (bisglicidildimetacrilato)
- Mezcla de ambos tipos de monómero

Según el **sistema de polimerización**, en la actualidad las Resinas Compuestas se pueden clasificar en:

- Resinas Compuestas activadas químicamente, en las cuales existe la interacción entre un peróxido orgánico iniciador y una amina orgánica aromática aceleradora de la polimerización.

- Resinas Compuestas activadas por luz.
- Resinas Compuestas activadas por calor.
- Resinas Compuestas de doble polimerización, que pueden utilizar cualquier combinación de los sistemas anteriores, siendo la más común la de los sistemas de activación químico/luz.

La forma de clasificación de las resinas compuestas más utilizada, es aquella que enunciaron Lutz y Krejci y que se basa en el **tamaño de las partículas de relleno**. Basándonos en el tamaño de las partículas, las RC se clasifican en ⁽⁶⁾:

1. Macrorrelleno o convencionales: Las partículas de relleno de las primeras resinas compuestas en un principio eran mucho más duras que la matriz orgánica y poseían un tamaño irregular que variaba entre 8 y 80 micrones. La mayoría de los materiales usaban cuarzo como relleno, y la principal desventaja de éste era su dureza, lo que impedía la obtención de partículas menores y regulares. La alta carga inorgánica con partículas grandes representó una reducción en la contracción y aumento la resistencia física mecánica; sin embargo las características de textura superficial de estas resinas daba lugar a una superficie irregular que permitía el depósito de placa bacteriana aumentando las probabilidades de caries recidivante y pigmentación ^(20, 21, 26).

2. Microrelleno: Se desarrollaron para mejorar la rugosidad de superficie de los composite de macrorrelleno. En ellas el relleno estaba constituido, principalmente de sílice coloidal, cuyo tamaño varía de 0,01 a 0,04 micrones. Con esto se conseguía una excelente terminación superficial, mejorando en forma considerable la apariencia estética y la resistencia al desgaste. Debido a esto, su ventaja clínica principal era que proporcionaban restauraciones con superficies más lisas y fáciles de pulir que las anteriores. Sin embargo, debido a que las partículas no podían agregarse en gran porcentaje, sus propiedades mecánicas de resistencia compresiva eran inferiores. Además presentaban un mayor coeficiente de variación dimensional térmica ^(6, 20, 21, 26).
3. Híbridas Corresponde a un material intermedio a los dos anteriores. Este sistema contiene dos tipos de relleno; macropartículas entre 1 a 8 micrones y micropartículas de 0.04 y 0.05 micrones. Con esto se combinan ambos tipos de relleno y se obtienen propiedades mecánicas y de pulido intermedios, dando por resultado un composite más resistente al desgaste, con un coeficiente de expansión térmica similar a los de macropartículas, con una reducida pérdida superficial del relleno y de buenas propiedades físicas pero que sin embargo, son más difíciles de pulir que los de microrrellenos ^(21, 27-30).
4. Microhíbridas: Son materiales derivados de los anteriores, pero que optimizan el tamaño de las partículas de relleno. El relleno inorgánico de estas resinas

está compuesto por dos tipos de partículas, cuyos granos son de 0.04 a 0.05 μm y de 0.1 a 0.6 μm . Esto permite obtener buenas propiedades estéticas, dada su capacidad de pulido, estabilidad de color y buena resistencia al desgaste y a la fractura ^(21, 28-30).

5. Nanorrelleno y nanohíbridas : Los composites de nanorrelleno y nanohíbridos, recientemente desarrollados gracias a la nanotecnología ofrecen una excelente resistencia al desgaste, translucidez y una buena estética debido a su buena capacidad de pulido. Tienen en su composición nanopartículas, formados por zirconio/sílica o nano sílica, con una dimensión de aproximadamente 25 y 75 nm, las cuales se combinan con partículas más grandes de tamaño promedio de 0.7 μm o bien con aglomerados de partículas nanométricas que tienen un tamaño promedio de 0.075 μm (llamados nanoclusters); con el fin de darle soporte, viscosidad, consistencia, color y radiopacidad al material ⁽²⁹⁻³¹⁾.

Como se mencionó anteriormente las resinas para endurecer, sufren un proceso de polimerización, el cual lleva anexos dos fenómenos de importancia, como son la generación de calor y la contracción de polimerización ^(6, 18, 19).

El primer fenómeno no afecta mayoritariamente a la pieza dentaria, por tratarse de pequeñas cantidades de material, lo que hace que la exotermia sea de muy poca magnitud y además porque la pulpodentina debiera encontrarse debidamente protegida. En cuanto a la contracción de polimerización, ésta no puede ser evitada, pero puede ser

aminorada, ya sea por la naturaleza y composición del material o bien por una técnica operatoria clínica adecuada ⁽¹⁹⁾.

En relación a las características del material, una forma de disminuir la contracción de polimerización, es disminuyendo la cantidad de monómero a polimerizar por unidad de volumen. Esto puede lograrse mediante la introducción de la mayor cantidad posible de relleno, lo que hace disminuir la cantidad de la fase orgánica y además va a aumentar sus valores de resistencia mecánica. Otra manera es sintetizando un monómero de gran tamaño molecular, con lo que se disminuye la cantidad de unidades monoméricas por unidad de volumen ⁽¹⁹⁾.

En relación a la técnica aplicada la contracción puede ser disminuida al guiar la polimerización de la resina hacia las paredes cavitarias, iluminando inicialmente la resina compuesta a través de las estructuras dentarias (ya que la contracción se produce hacia la fuente emisora de luz), logrando así una mayor adaptación del material y mejor sellado de la cavidad ^(19, 32).

Complementando esta técnica, se deben utilizar pequeños incrementos de material para disminuir la contracción de polimerización ^(19, 32), de esta manera se podrá aminorar los problemas de infiltración y percolación que sufren las restauraciones en base a resina compuesta.

Técnica directa versus Técnica indirecta

Cuando el composite se polimeriza en el laboratorio, por medio de luz o calor que pueden complementarse con presión, adquiere mejores propiedades, y la contracción se produce antes de insertar la restauración. Por esto, la contracción sólo afecta a una fina capa de cemento de resina aplicada entre el diente y la restauración, que va de 30 a 40 micrones de espesor. Gracias a esto, el espacio marginal es mucho menor, lo cual reduce el riesgo a los problemas de microfiltración, sensibilidad postoperatoria, caries recidivante entre otros ⁽³³⁾.

El empleo de inlays/onlays en resina compuesta permiten restaurar dientes posteriores logrando una excelente recuperación anatómica, funcional y estética ⁽³⁶⁾.

El factor fundamental en la indicación de este tipo de tratamiento se deriva, además de las características estéticas de los materiales involucrados, de la capacidad en conseguir la adhesión entre ese tipo de restauración y la estructura dental. Este hecho resulta en una necesidad menor de la retención mecánica para la estabilización del inlay/onlay y un mejor sellado marginal, lo que por supuesto nos refuerza la estructura dental. Este tipo de tratamiento tiene las siguientes indicaciones, las cuales generalmente se interrelacionan ⁽³⁴⁾:

Indicaciones para técnica indirecta considera: (1) Caries extensa, (2) Fractura de cúspides, (3) Defectos estructurales, (4) Dificultad de retención para restauraciones convencionales, (5) Sustitución de restauraciones metálicas que comprometan la

estética, (6) Armonización de pequeños espacios interproximales, (7) Corrección de posición de dientes en infra-oclusión o extraídos, (8) Abrasión con pérdida de dimensión vertical, (9) Pacientes alérgicos a aleaciones metálicas.

Ventajas de la técnica indirecta con respecto a la directa

Entre las ventajas consideramos la contracción de polimerización, la cual se produce antes de colocar la restauración en su sitio, y solo se producirá la contracción producida por el agente cementante, el cual ocupa un grosor entre 30 a 40 micrones^(35, 36). Además disminuye la sensibilidad postoperatoria, consigue un mejor control de la adaptación marginal y del contorno⁽³⁶⁾ y aumenta el grado de conversión del material restaurador, lo cual asegura excelentes propiedades físicas.

A lo anterior se debe agregar que en cuanto a las restauraciones indirectas se refiere, a pesar de tener un mayor costo económico, en general son de mayor longevidad y estética^(34, 36).

Entre los agentes cementantes que han sido utilizados para la cementación de incrustaciones de resinas compuestas existen los cementos de polimerización dual y las resinas fluidas, estas últimas se verán a continuación.

Resinas Fluidas (flow)

Las resinas fluidas (flow) han constituido una parte integral de la odontología restauradora desde su aparición en 1995⁽³⁷⁾. Estas resinas fueron inicialmente desarrolladas para restaurar lesiones clase V, pero ahora han sido incorporadas a una

variedad de aplicaciones clínicas como lesiones cariosas pequeñas, sellantes de puntos y fisuras, liners entre otros procedimientos restauradores ^(25, 32, 38).

Químicamente las resinas fluidas presentan la misma composición que los composite tradicionales híbridos, pero contienen menor concentración de relleno ⁽³⁷⁾. La principal característica de las resinas fluidas es que poseen baja viscosidad debido a que presentan una menor cantidad de relleno ocupando entre el 30% a 50% en volumen, permitiendo una serie de ventajas como una mayor fluidez, mejor adaptación, fácil manipulación y una gran elasticidad ⁽²⁴⁾.

Como se mencionó anteriormente las resinas flow están caracterizadas por poseer un bajo módulo de elasticidad, baja viscosidad y alta humectabilidad a la estructura dentaria ⁽²⁵⁾, este hecho ha sugerido en algunos estudios que el uso de una capa de resina fluida como liner bajo una resina compuesta empacable reduce la microfiltración en distintas configuraciones cavitarias ^(24, 31, 32, 39, 40).

En la actualidad existen numerosas marcas comerciales que han sacado al mercado este tipo de resina, éstas independiente de la casa comercial que pertenezcan han sido divididas según su viscosidad en resinas altamente (high), medianamente (medium), y bajamente fluidas de acuerdo al uso específico que se le quiera dar ⁽²⁴⁾.

Indicaciones para Resinas Fluidas incluyen ^(24,38): (1) Reparación Temporal de márgenes (Amalgamas, composites, coronas de porcelana), (2) Restauraciones Clase V, (3) Restauraciones pequeñas de tipo preventivo Clase I, II, III, IV, (4) Sellantes de

puntos y fisuras, (5) Ameloplastías, (6) Restauraciones del borde Incisal, (7) Liner, (8) Cementación de carillas y porcelanas y (9) Ferulizaciones.

Para obtener buenos resultados operativos con las resinas compuestas, es necesario que éstas queden adheridas a las estructuras dentarias y esto ha sido un problema desde su aparición hasta el presente. Esto se debe principalmente a la compleja composición de la dentina, la cual es de naturaleza hidrofílica, y que no tiene afinidad química con las resinas compuestas.

Adhesión se puede definir como toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto ^(5, 20, 41), pero que generalmente requiere de un tercer elemento, sustancia o película que por sus características semilíquidas, pueda unir los dos materiales y que luego endurecido mantenga unidas las partes; éste es denominado adhesivo ^(5,41).

Existen 2 tipos de adhesión; la adhesión química o específica y la mecánica o física. La adhesión mecánica corresponde a una trabazón entre las dos partes a unir, la cual puede ser macroscópica, donde el diseño de la preparación cavitaria del diente presenta paredes que permiten la retención; o microscópica donde se produce la penetración de un adhesivo en pequeñas irregularidades, lo cual generará microtrabazones si éste posee una adecuada fluidez; en el caso de la adhesión de resinas compuestas las microrretenciones se generan con el grabado ácido ^(5,41).

Ambas adhesiones anteriores pueden ser por efectos geométricos y/o reológicos ⁽⁵⁾. Los *efectos geométricos* están en directa relación con las irregularidades que presentan las superficies al contactar y los *efectos reológicos* se refieren a aquellos producidos por cambios dimensionales en las partes a unir que generarán tensiones que ayudarán a la adhesión.

Por otra parte la adhesión química requiere la presencia de enlaces químicos, los cuales se pueden lograr a través de uniones de tipo primarias o secundarias ^(5,41).

Entre los factores que inciden para lograr una buena adhesión encontramos la adaptación entre las dos superficies a unir, la energía superficial de los adherentes, el ángulo de contacto o humectancia, y la humectación, estas dos últimas en que el adhesivo juega un rol fundamental ^(5, 37, 41, 42).

Adhesión a los tejidos dentarios

Unión a esmalte

El esmalte está constituido principalmente por hidroxiapatita en aproximadamente un 95%, 4% de agua y 1% de colágeno, por esta razón, se dice que es una estructura homogénea. Como posee una superficie lisa, es fácil desplazar sobre él un adhesivo, pero esa lisura impide que se produzca adhesión mecánica ^(28,43).

Como se ha visto una adhesión óptima es la que contempla uniones químicas entre la estructura dentaria y el material restaurador; sin embargo, no existe

compatibilidad química ideal entre la estructura dentaria con la mayoría de los materiales de restauración.

En 1955 el Dr. Michael Buonocore introdujo la técnica de grabado ácido del esmalte, inaugurando la era de la odontología adhesiva y marcando uno de los hitos más importantes de ésta ^(9, 21, 43, 44). Esta técnica que imitaba al tratamiento que se realizaban en el casco de barcos con ácido para crear microretenciones en la superficie para la pintura, fue la misma que dio origen a 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 ⁽⁵⁾.

Con el grabado ácido se logra sobre el esmalte una superficie limpia sin contaminantes, llena de poros o grietas de una profundidad aproximada de 25 a 75 micrones, que actúa como un sistema de canales dentro del cual puede fluir la resina sin relleno (adhesivo) ⁽²¹⁾. Este grabado en superficie permite; aumentar microscópicamente la superficie total de esmalte capaz de adherirse, al quedar libre de contaminantes libera toda la potencialidad de la energía superficial del esmalte, y crea microcavidades retentivas en la superficie del esmalte ⁽⁵⁾.

Como se dijo anteriormente, sobre este esmalte grabado, desmineralizado por el ácido, se aplica una resina fluida, de similar composición al material restaurador pero que no posee relleno, que tiene la fluidez adecuada para poder penetrar por capilaridad

en las grietas, y una vez llenas éstas, polimerizar dando una microtrabazón mecánica muy resistente por efecto geométrico y reológico ^(5, 9, 43).

El ácido que se utiliza actualmente con la técnica convencional es el ácido ortofosfórico al 37%, éste es muy compatible con la composición del esmalte, y la concentración ideal es la antes mencionada, ya que se ha visto que concentraciones mayores logran una menor formación de microporos y concentraciones menores aumentan la velocidad de formación de éstos ^(5,21).

El tiempo de aplicación del ácido, no debe ser muy largo, 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 retirar esta capa de sales precipitadas es muy difícil creándose problemas para la adhesión del material. El tiempo de lavado del ácido también debe ser el adecuado para poder remover el ácido que penetró en los microporos y las sales disueltas y habitualmente es el doble del tiempo de grabado ⁽⁵⁾.

Unión a Dentina

Mientras el esmalte está constituido por un 95% de materia inorgánica, la dentina en promedio está constituida por un 70% de materia inorgánica, 18% materia inorgánica y 12% agua. Y en contraste con el ordenado y regular asentamiento de los cristales de hidroxiapatita del esmalte, en la dentina éstos están ordenados azarosamente en una matriz orgánica constituida principalmente por colágeno tipo I ⁽⁴³⁾.

Además está constituida histológicamente por túbulos que se extienden desde la pulpa dental hasta la unión amelodentinaria, que contienen los procesos odontoblásticos que son extensiones citoplasmáticas de los odontoblastos localizados en la zona externa de la pulpa, y forman entre sí un substrato microporoso.

De acuerdo a lo anterior, se identifica entonces que la composición del esmalte difiere mucho al de la dentina, por eso el grabado ácido sobre este último no siempre puede dar los mismos resultados o patrón de descalcificación que en el esmalte, además que la existencia de túbulos dentinarios y las prolongaciones odontoblásticas, facilitarían la penetración del ácido y algún grado de agresión biológica hacia la pulpa, si es que no se realiza en forma controlada.

La unión de las resinas a la dentina ha sido siempre un reto para la odontología. La dentina tiene una energía superficial muy baja y es por naturaleza hidrofílica. La mayor dificultad está en intentar unir una resina hidrofóbica a esta dentina de tan baja energía superficial ⁽²¹⁾.

Existen dos alternativas de materiales que presentan cierto grado de adhesión a dentina, éstos son: adhesivos dentinarios en base a resinas compuestas y cementos de Vidrio Ionómeros. Estos últimos no serán explicados por no ser motivo de la investigación.

Las moléculas que conforman estos adhesivos dentinarios en base a resina compuesta, presentan dos grupos activos, uno para unirse físico-químicamente a algún

componente de la dentina y otro para reaccionar con el material de obturación. La adhesión a la dentina se puede producir por la unión al calcio, al fosfato, o al colágeno, elementos que forman parte de la composición de ella, o bien a través de una trabazón mecánica con el barro dentinario ⁽⁵⁾.

El barro dentinario , que tiene un grosor de 0,5 a 5,0 μm ⁽⁴³⁾ corresponde a un depósito de restos de tejidos dentarios y agua, más otros elementos que quedan firmemente adheridos a la dentina después del fresado realizado durante la preparación cavitaria; este barro dentinario cubre toda la superficie y es por esto que algunos adhesivos que buscan unirse a componentes de la dentina deben incluir dentro de sus pasos la eliminación de éste para poder exponer toda la energía superficial de la dentina ^(5,21).

En la actualidad existen numerosos adhesivos dentinarios, cada uno tienen sus ventajas y defectos, pero todos son sensibles a la técnica de manipulación y aplicación lo que dificultaría una buena adhesión a través del tiempo.

Adhesivos dentinarios

Los adhesivos dentinarios son resinas de baja viscosidad que son capaces de penetrar en la dentina y polimerizar allí. Permiten que las resinas compuestas, previo empleo de estos adhesivos, se adhieran en forma eficaz a la estructura dental.

Existe una gran variedad de adhesivos dentinarios y pueden ser clasificados por

varios parámetros. Estos según: el tipo de solvente, aplicación y aparición en el mercado (43,44, 45, 46).

Según tipo de solvente, tenemos adhesivos que utilizan ^(45,46):

- Alcohol o acetona
- Solvente acuoso

Según su forma de aplicación, los clasificamos en ⁽⁹⁾:

- Se aplica ácido grabador, se lava para remover barro dentinario, se aplica el agente imprimante y el adhesivo: All Bond-2 (Bisco), Optibond F1 (Kerr), Scotchbond Multipropósito Plus (3 M).
- Se aplica ácido grabador, se lava para remover el barro dentinario, se aplica el agente imprimante y el adhesivo en una sola solución: Cabrio (Discus Dental), Dentastic Uno (Pulpdent), Easy Bond (Parkll), Single Bond (3M), One-Step (Bisco), Stae SDI.
- Se aplica un agente imprimante y grabador para acondicionar la capa de barro dentinario sin lavado y luego se aplica adhesivo por separado: Clearfil Liner Bond 2V (Kuraray), Clearfil Se Bond (Kuraray), Mac Bond II (Tokuyama).
- Primer autograbante y adhesivos en una sola solución: One Up Bond F (J. Morita), Prompt L - Pop (ESPE), Touch & Bond (Parkell), Go! SDI.

Según aparición en el Mercado:

Adhesivos dentinarios de 1º, 2º y 3º generación:

Estos adhesivos fueron desarrollados entre principios de 1960 y finales de 1980. En general, éstos poseían pobres características físicas, con una resistencia a la tracción de aproximadamente 1-10 MPa, lo que era demasiado débil para contrarrestar la contracción de polimerización de las resinas compuestas; esto se traducía en un desempeño impredecible en laboratorios y un pobre comportamiento clínico ^(8, 43, 44).

Su fracaso residía en que usaban agentes de unión de carácter hidrofóbico el cual poseía excelente afinidad con la resina, pero no con la dentina que es de naturaleza hidrofílica.

Adhesivos dentinarios de 4º generación:

Esta generación apareció a comienzos de 1990 y actualmente es ampliamente utilizada. La mayoría de estos sistemas están basados en la técnica de grabado total o el grabado ácido simultáneo del esmalte y la dentina. Las mejoras de la fuerza de adhesión por el grabado ácido fue demostrado primeramente por Fusayama en 1979, pero este concepto solo se aceptó recientemente, ya que se creía que el grabado ácido causaba inflamación pulpar, sin embargo estudios comprobaron que muy poco ácido penetra a la dentina y que la presencia de inflamación pulpar se debe a un inadecuado sellado marginal ^(8, 43, 44).

Los mecanismos de adhesión de estos adhesivos presentan un proceso de tres etapas 1) acondicionamiento 2) imprimación 3) adhesión. El acondicionamiento o grabado ácido remueve el barro dentinario, abre los túbulos dentinarios, aumenta la permeabilidad dentinaria y descalcifica la dentina intertubular y peritubular. Luego que el acondicionador es lavado se aplica un primer en consistencia de solvente. Este primer posee dos grupos funcionales- un grupo hidrofílico y uno hidrofóbico. El primero tiene afinidad con la superficie dentinaria y el segundo con la resina. Luego se aplica la resina sin relleno en la dentina ya tratada y copolimeriza con el primer formando una capa de colágeno mezclada con resina llamada capa híbrida ^(8, 43, 44).

Ejemplos de adhesivos de esta generación incluyen: All-Bond 2 (Bisco, Inc., Schaumburg, IL), Amalgambond (Parkell, Farmingdale, NY), Clearfil Liner Bond (Kuraray/J. Morita USA, Inc., Tustin, CA), EBS (ESPE America, Norriston, PA), Optibond FL (Kerr), Probond (Dentsply Caulk) y Scotchbond Multipurpose (3M).

Además presentaban mejor sellado marginal que sus antecesores y tenían fuerzas de adhesión que llegaban o excedían los 20 MPa en el esmalte y aproximadamente de 17.9 MPa en dentina ^(8, 43, 44).

Adhesivos dentinarios de 5ª generación:

Debido a que los tres pasos que presentaban los adhesivos anteriores resultaban muy complicados para algunos, apareció esta generación que buscaba simplificar el procedimiento combinando pasos. El método más sencillo de simplificación es la

combinación del primer y el agente adhesivo para hacer “adhesivo monobotella , de un paso o monocomponente”, entre ellos encontramos Prime & Bond NT y Prime & Bond 2.1 (Dentsply Caulk), One – Step (Bisco), Opti Bond Solo (Kerr), Single Bond (3M), Tenure Quik con Flúor (Dent- Mat) y Stae (SDI). Estos requieren el acondicionamiento ácido previo la aplicación del monocomponente y generalmente necesitan dos capas de este último ^(7-10, 43, 44).

Adhesivos dentinarios de 6^o generación:

Los adhesivos de sexta generación corresponden a los llamados autograbantes los que buscan principalmente eliminar el paso de grabado ácido de la técnica convencional.

Los sistemas de autograbado eliminan el ácido fosfórico como acondicionador, reemplazándolo por un primer ácido (ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico o derivados) y resina adhesiva que no requieren lavado ni remueven el barro dentinario, sino que lo incorporan a la capa híbrida, obliterando los túbulos dentinarios y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria.

Su mecanismo de acción no está completamente esclarecido ni estudiado, pero se ha sugerido que la porción ácida de la molécula del primer y el terminal fosfórico desmineralizarían la hidroxiapatita, mientras que el componente metacrilato permanece disponible para la copolimerización con el agente adhesivo y la resina compuesta ⁽⁹⁾. Un ejemplo de esta generación Liner Bond 2 un primer autograbante, el cual se presenta como Grabado ácido/Primer y luego se aplica el adhesivo ^(8, 9, 43, 47).

Según investigaciones *in vitro* se ha descrito que los valores de adhesión son similares a los sistemas de grabado total ⁽⁹⁾, mientras que en otras establecen que hay diferencias estadísticamente significativas entre ellas ^(29,30).

Adhesivos dentinarios de 7ª generación:

Este sistema simplifica el sistema anterior y lo reduce a solo un componente, que contiene el primer ácido con el adhesivo. A esta generación pertenece el sistema adhesivo Go! , SDI, Australia. Este monocomponente ha demostrado tener excelente resultados en la sensibilidad postoperatoria y según sus fabricantes libera flúor ⁽⁴⁸⁾.

Tanto los adhesivos de la sexta y séptima generación ofrecen el autograbado para los odontólogos que buscan procedimientos perfeccionados, con baja reacción a variaciones en la técnica y poca o ninguna sensibilidad post-operatoria en un tiempo reducido ^(8, 9, 43, 47).

De acuerdo a lo anteriormente mencionado podemos decir que los sistemas de autograbado presentan varias ventajas, las cuales se listan a continuación; (1) No se elimina el barro dentinario, sino que forma parte de la capa híbrida quedando de esta manera obliterados los túbulos dentinarios, favoreciendo la integridad marginal y disminuyendo la sensibilidad postoperatoria. (2) Los procesos de desmineralización e infiltración de la resina ocurren simultáneamente, generando una infiltración uniforme y completa de los polímeros a la dentina. (3) También se evita la deshidratación excesiva

de la dentina posterior al lavado del acondicionador de la técnica de grabado total, que puede hacer colapsar la red colágena expuesta y (4) se reduce el tiempo de trabajo ^(7, 9, 10).

A diferencia del sistema anterior, la técnica de grabado total utiliza básicamente ácido fosfórico en concentración variable entre 10% y 37% durante 15 a 30 segundos, se elimina el barro dentinario, abre los túbulos dentinarios, aumenta la permeabilidad de la dentina y descalcifica la dentina inter y peritubular. Posteriormente se procede al lavado de residuos, secado ligero y aplicación de una resina que formará una capa híbrida con el colágeno de la dentina y tags en los túbulos dentinarios, y microrretenciones en el esmalte ⁽⁹⁾.

Dos estudios realizados por Aguilera A. et al ⁽⁹⁾ y Rüya Yazici A. et al ⁽¹⁰⁾ reportan sobre las ventajas de la utilización de este sistema por sobre otros, entre ellas destacan buena resistencia a la tracción tanto en el esmalte como en la dentina, ya que se forma la capa híbrida con el colágeno de la dentina y tags, el cual es el mecanismo principal de unión de estos sistemas adhesivos; y un patrón de grabado en esmalte y dentina profundo y uniforme para obtener una buena penetración de la resina adhesiva.

Los componentes de ambos sistemas adhesivos son diferentes, se identifica que los componentes reactivos de los primers de autograbado son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico o derivado, con monómeros hidrofílicos ácidos que son capaces de grabar y penetrar en esmalte y dentina. Por lo tanto, durante la técnica de aplicación, no hay necesidad de lavar, ya que ambos polimerizan en la capa adhesiva. En

el caso del sistema de grabado convencional, los componentes acídicos no polimerizan en el adhesivo, haciendo necesario su lavado, previo a la aplicación del agente imprimante ⁽⁹⁾. Se evidencia una diferencia, no sólo en los componentes de ambos sistemas adhesivos, sino también en su técnica de aplicación.

Durante la aplicación del sistema de autograbado, la evaporación de solventes (agua, etanol y acetona) es de vital importancia, ya que un déficit en este proceso, puede derivar en una disminución de la resistencia adhesiva en esmalte y dentina, debido al efecto adverso de éstos sobre la polimerización del agente de enlace aplicado luego de la preparación ácida de la superficie dentaria.

Se ha demostrado que el tiempo de secado- evaporación con aire de la superficie del esmalte tratado (con sistema de autograbado) es significativo en la resistencia a la tracción, la cual disminuye con tiempos de secado menores. Estas diferencias pueden deberse a que los residuos de los solventes actúan como inhibidores de la polimerización del agente de enlace y es por esto que en ocasiones la resistencia a la tracción de estos sistemas es menor que el sistema convencional ⁽⁹⁾.

Cualquiera sea el sistema adhesivo a utilizar se debe obtener un buen sellado marginal, ya que es uno de los puntos más importantes a considerar para el éxito y longevidad de una restauración ^(7, 8, 9-16). La Integridad de éste se ve afectado por numerosos factores, los cuales provocan en el tiempo el paso indetectable clínicamente de

bacterias, fluidos, moléculas o iones entre la brecha diente/restauración; proceso denominado microfiltración ^(7,17).

Entre las posibles causas de microfiltración en la restauraciones de resina compuesta directa encontramos inapropiado control de la humedad durante el trabajo operatorio, defectuosa manipulación del material restaurador, contracción de polimerización de la resina utilizada, cambios dimensionales térmicos, configuración de la cavidad (factor C), adaptación y adhesión deficiente del material de restauración a la pared cavitaria, entre otros ^(7,15).

La contracción de polimerización y la variación dimensional térmica del material podrían ejercer fuerzas que a nivel de la interfase diente/restauración crearían espacios que pueden alterar la adhesión a la estructura dentaria. Los coeficientes de variación dimensional térmica del diente y la resina compuesta son diferentes y tienen una relación aproximada de 1:4, lo que se traduce en que la restauración esté expuesta constantemente, a nivel de la interfase diente – restauración, a tensiones que la alejan y acercan de la cavidad, produciéndose espacios capilares en los que ocurre un bombeo de entrada y salida de fluidos y microorganismos en una zona que es prácticamente imposible de higienizar ⁽⁵⁾.

Por lo tanto, una restauración de resina compuesta poseerá un correcto sellado marginal siempre y cuando las fuerzas de adhesión superen las fuerzas generadas por la contracción de polimerización y por los cambios dimensionales térmicos posteriores a la

polimerización, y es por esta razón, que una eficiente adhesión de la resina compuesta al esmalte y dentina, ya sea por medio de la técnica de grabado total o el sistema autograbante, es fundamental en el éxito de la restauración.

Como se mencionó anteriormente, las resinas compuestas indirectas poseen numerosas ventajas entre las cuales encontramos que la contracción de polimerización ocurre fuera de la cavidad bucal, por lo tanto la única contracción que ocurre corresponde a la fina capa de agente cementante, mejorando de esta manera la adaptación y sellado marginal. Este agente cementante puede ser un cemento de polimerización dual o una resina fluida, ya que se ha comprobado de que ambos tienen un desempeño similar ⁽⁴⁹⁾.

De acuerdo a lo anteriormente señalado, queda expuesto que los sistemas de autograbado versus los sistemas convencionales presentan diferencias y ventajas; pero en cuanto a la microfiltración de éstos no se observan investigaciones científicas que dicten cual de los dos es mejor a la hora de elegir un sistema. Es por esto que el objetivo de esta investigación es aclarar y responder las interrogantes acerca de cual presenta mayor microfiltración que otro y de esta manera analizar comparativamente *in vitro* la microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida con sistema de adhesivo de grabado convencional versus uno de autograbado.

Hipótesis

Existen diferencias significativas en la microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida con un sistema adhesivo de autograbado versus un sistema de grabado total.

Objetivo General

Determinar si existen diferencias en el grado de microfiltración marginal de restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con resina fluida con un sistema autograbante versus uno de grabado total.

Objetivos Específicos

1. Determinar el grado microfiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con resina fluida con un sistema adhesivo de grabado total.
2. Determinar el grado de microfiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con resina fluida con un sistema autograbante.
3. Identificar la diferencia entre la microfiltración marginal de restauraciones indirectas cementadas con resina fluida con un sistema adhesivo de grabado total y uno autograbante.

Material y Método

Esta investigación se realizó en los laboratorios del Área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se trabajó con 40 terceros molares recientemente extraídos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: estar sanos libres de caries y que hubiesen sido almacenados en una solución de formalina al 2% con suero fisiológico entre la extracción y la realización del experimento. Esta muestra fue recolectada en el Centro de Diagnóstico y Tratamiento (CDT) Máxilo Facial del Hospital San Borja Arriarán.

Una vez logrado el tamaño muestral señalado, el procedimiento fue el siguiente. Los dientes fueron lavados, escobillados y se les retiró los restos de ligamento periodontal con curetas universales. Luego se marcaron las piezas con números del 1 al 40, identificando las caras vestibulares y linguales/palatinas con un lápiz indeleble color negro, y se realizaron cavidades clase V en la cara vestibular y lingual/palatino de cada molar de aproximadamente 2 mm de profundidad, 3 mm de altura y 4 mm de ancho, con turbina W&H con refrigeración constante y una piedra diamante cilíndrica de extremo redondeado (ISO 014) que fue cambiada cada cinco cavidades. Finalmente, una vez preparadas las 80 cavidades, las piezas dentarias se mantuvieron en suero fisiológico hasta ser restauradas.

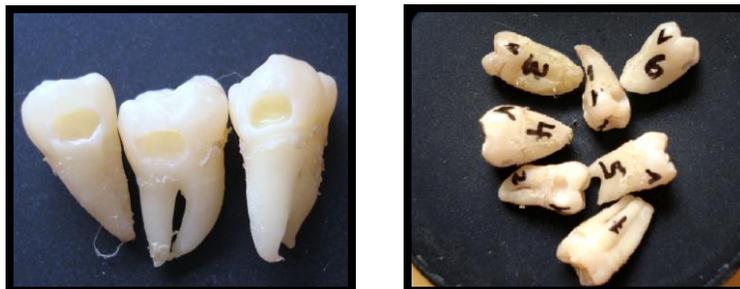


Foto N°1 y 2. Dientes con cavidades clase V y debidamente identificados.

Luego se confeccionaron cubetas con acrílico de autopolimerización Marché, especialmente diseñadas para realizar la impresión de las cavidades, ésta se realizó con técnica de dos operadores en un tiempo, con silicona pesada y liviana (Speedex Coltene, Suiza), pincelando con anterioridad la superficie de la cubeta con adhesivo para silicona. Una vez obtenidas las impresiones se realizó el vaciado de éstas con yeso densita Velmix Stone, Kerr Lab., tipo IV.

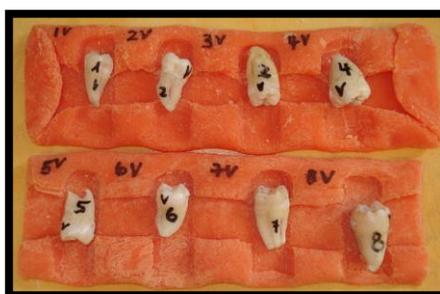
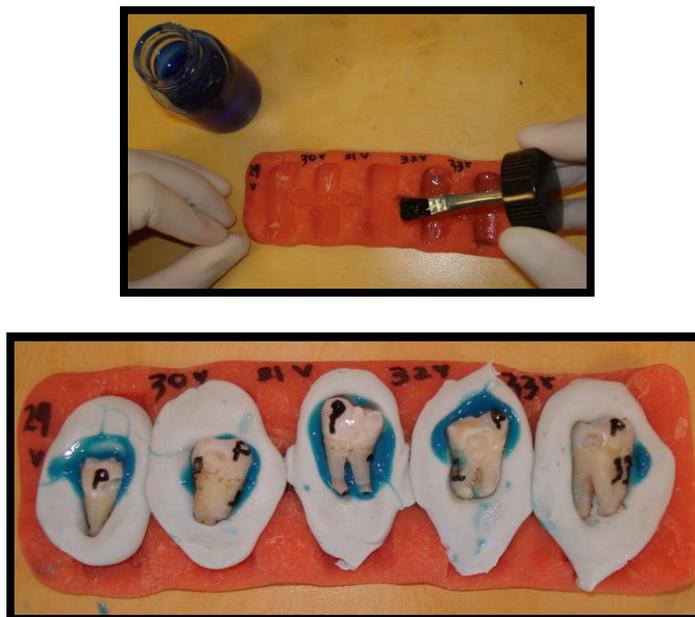
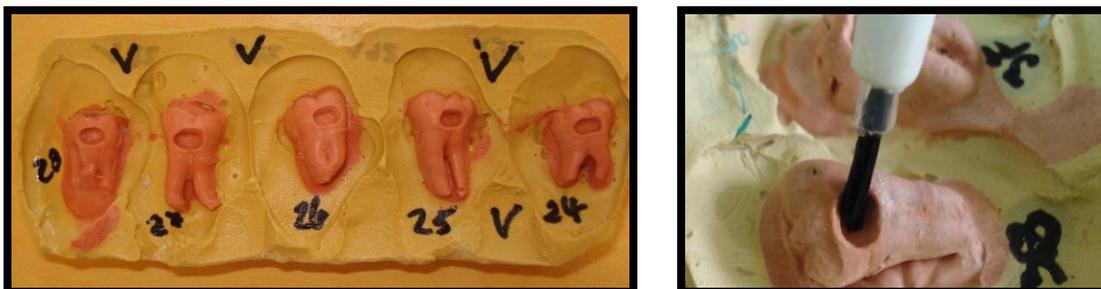


Foto N°3. Cubetas coletivas para impresión de silicona.



Fotos N° 4 y 5. Proceso de toma de impresión.

Una vez pasado el tiempo de fraguado del yeso se obtuvo el modelo, y se confeccionaron incrustaciones de resina compuesta (ICE, SDI, Australia, n° 060218 V:02/2009; color A2) previamente aislado el yeso con dos capas de aislante para acrílico Acrifoil. Se realizaron entonces, 80 incrustaciones de resina compuesta utilizando la técnica incremental, polimerizando cada incremento durante 20 segundos con una lámpara de luz halógena convencional modelo XL2500 Elipar marca 3M.



Fotos N° 6 y 7. Modelo de yeso con las respectivas cavidades y aplicación de aislante Acrifoil para la confección de las incrustaciones.



Fotos N° 8 y 9. Realización de incrustaciones de resina compuesta mediante técnica incremental.

Luego, cada una de las dos incrustaciones de los 40 dientes fue cementada con resina fluida (Wave HV, SDI, Australia, n° 0610156 V: 10/2009; color A3) utilizando un sistema autograbante en una de las caras y un sistema de grabado total en su cara opuesta. La asignación del sistema adhesivo para la cara vestibular y palatina/lingual fue aleatoria, manteniendo siempre para cada diente los dos tipos de sistemas adhesivos. En ambos casos, las técnicas siguieron el protocolo descrito por el fabricante; conformando así dos grupos.

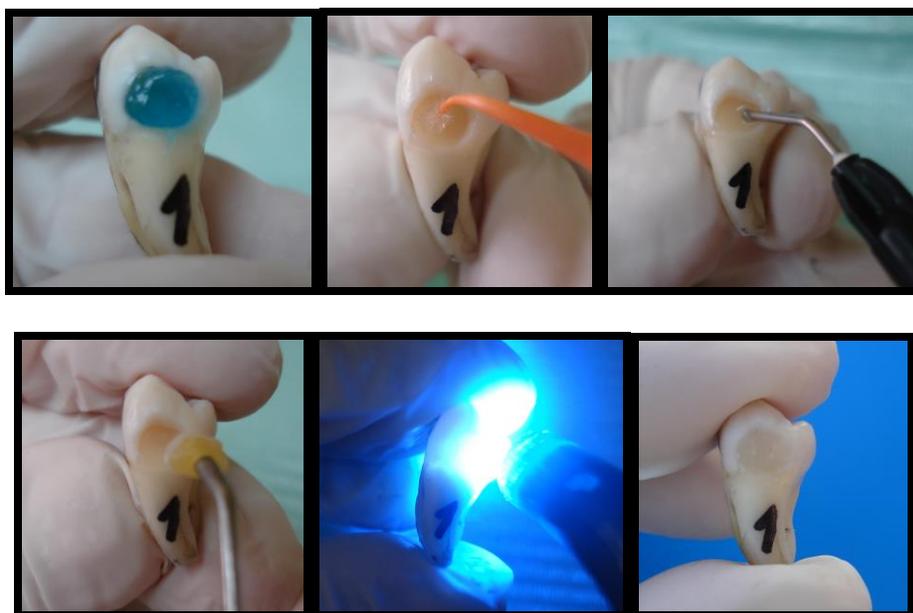


Fotos N° 10 y 11 Izquierda.- Sistema adhesivo autograbante Go!, SDI Australia.
Derecha.- Sistema Adhesivo de grabado total, Stae, SDI Australia.

Para la técnica adhesiva de grabado total se utilizó ácido ortofosfórico al 37% Super Etch SDI, se grabó el esmalte y la dentina durante 30 y 15 segundos respectivamente; luego se lavó por el doble de tiempo de grabado con agua de la jeringa triple, y cada cavidad fue secada con aire de forma indirecta con el fin de no resecar la dentina. Posteriormente se colocaron dos capas del adhesivo (Stae, SDI, Australia) con un cepillo minibrush, se aplicó aire en forma indirecta para que el adhesivo fluyera en la cavidad, se espero 2 segundos, y finalmente se polimerizó por 20 segundos.

Las restauraciones de resinas indirectas fueron cementadas con resina fluida Wave HV, SDI, para esto la superficie interna de las incrustaciones fue tratada; se sumergió en alcohol con el fin de limpiar la superficie y además se grabó con ácido ortofósforico y luego se le aplicó una capa de adhesivo la cual se polimerizó nuevamente durante 20 segundos. Posteriormente se aplicó resina fluida en la cavidad y se insertó la incrustación (mediante un gutaperchero y cera amarilla), se eliminaron los excesos de resina flow con un mini cepillo y se polimerizó por 40 segundos.

Para el grupo que utilizó el sistema autograbante monocomponente (Go!, SDI, Australia) el procedimiento fue el siguiente; se conservó la humedad de la cavidad, luego se aplicó con un cepillo mini brush el adhesivo hasta saturar las caras internas de la cavidad, se dejó actuar por 20 segundos, luego se secó con aire en forma indirecta por 5 segundos siempre manteniendo el brillo en la cara interna de la cavidad y finalmente se polimerizó por 10 segundos, la cara interna de la incrustación fue tratada con alcohol igual que el anterior y se le aplicó igualmente adhesivo autograbante en la cara interna. Posteriormente se aplicó resina fluida en la cavidad y se insertó la incrustación (mediante un gutaperchero y cera amarilla) se eliminaron los excesos de resina flow con un mini cepillo y se polimerizó por 40 segundos. Todas las incrustaciones se cementaron el mismo día.



Fotos N° 12 – 17. Secuencia del Proceso de cementación del sistema convencional.

Después de tener las 80 incrustaciones cementadas, se sellaron las superficies radicales y ápices con cianocrilato, esmalte para uñas (dos capas); en aquellos dientes con una apertura apical mayor de un a 1 mm se aplicó un tapón de vidrio ionómero de autocurado, luego se cubrieron las piezas dentarias conacrílico de autopolimerización, dejando expuestas sólo las restauraciones.



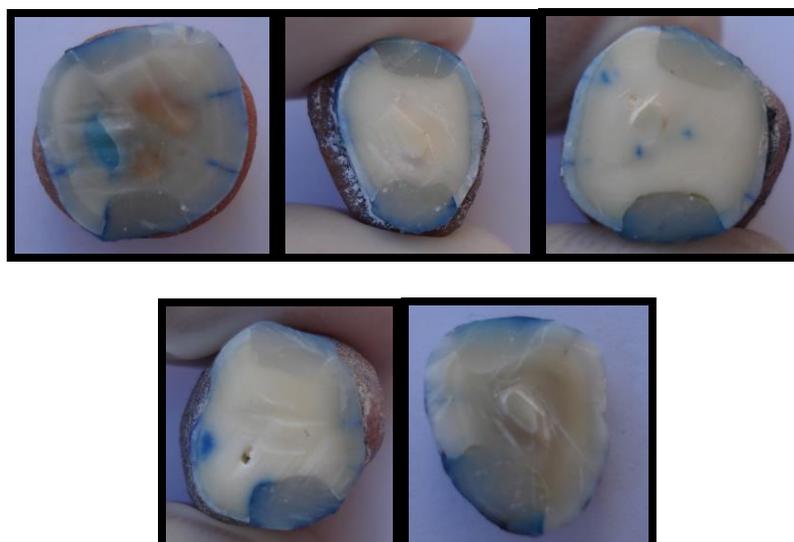
Foto N°18. Diente conacrílico de autopolimerización para evitar filtraciones anexas.

Las muestras se guardaron en un frasco en una estufa de control de humedad y temperatura ambiental marca Haraeus, con 100% de humedad ambiental y a 37°C durante 48 horas con el fin de semejar las condiciones de la cavidad bucal. Pasado este tiempo las muestras fueron sometidas a un baño de termociclado de 80 ciclos con azul de metileno como marcador. Cada ciclo consistió en mantener las muestras durante 30 segundos en un recipiente con una solución acuosa de azul de metileno al 1% a 4°C, luego se pasaron a una misma solución pero a temperatura ambiente y finalmente a una solución que se encontraba a 60°C. Cada estación duró 30 segundos y se repitió todo el

proceso 80 veces. Una vez terminado el proceso las muestras se lavaron bajo un profuso chorro de agua durante 3 minutos.

Con un micromotor y un disco de carburundum, que fue cambiado cada 2 dientes, se realizaron cortes transversales a la corona pasando por la mitad de las incrustaciones, de manera de observar la microfiltración alcanzada.

Finalmente las muestras fueron observadas en un microscopio óptico (Karl Zeiss, Alemania) por un mismo operador con un lente con graduaciones y un aumento 4X (aumento mínimo, lupa), de esta manera se determinó en porcentajes la distancia que recorre el colorante en la interfase, obtenidos los porcentajes y promedios se sometieron al t-test de student para determinar diferencias entre los grupos.



Fotos N° 19 -23. Cortes transversales a la corona del diente, se aprecia en el extremo inferior microfiltración de restauración indirecta cementada con sistema autograbante y en el superior el sistema convencional.

Resultados

Los resultados de cada grupo aparecen detallados en las siguientes tablas.

Tabla I.- Porcentajes de microfiltración de los distintos sistemas adhesivos.

N° muestra	Autograbante	grabado total
1	47,5	5,7
2	50	15
3	47,7	7,5
4	85	8,5
5	63,6	7,5
6	42,8	7,5
7	60	16,2
8	49,93	12,93
9	30	5
10	47,5	12,4
11	56,8	8,5
12	46,8	33,6
13	33,6	14,2
14	50	26,5
15	64,5	12,4
16	51,4	5
17	40	10
18	37,5	15
19	33,6	27,7
20	33,6	25
21	30	8,5
22	46,8	9
23	66,6	14,2
24	40,6	5,7
25	45,4	5,7
26	42,8	25
27	42,8	7,5
28	50	2,8
29	45,4	5
30	60	7,5
31	55	37,5
32	37,5	2,8
33	49,93	12,93
34	49,93	12,93
35	75	10
36	67,5	25
37	37,5	10
38	52,6	11,4
39	60	25
40	70	2,5
Promedio	49,93	12,93
DS	12,51	8,69

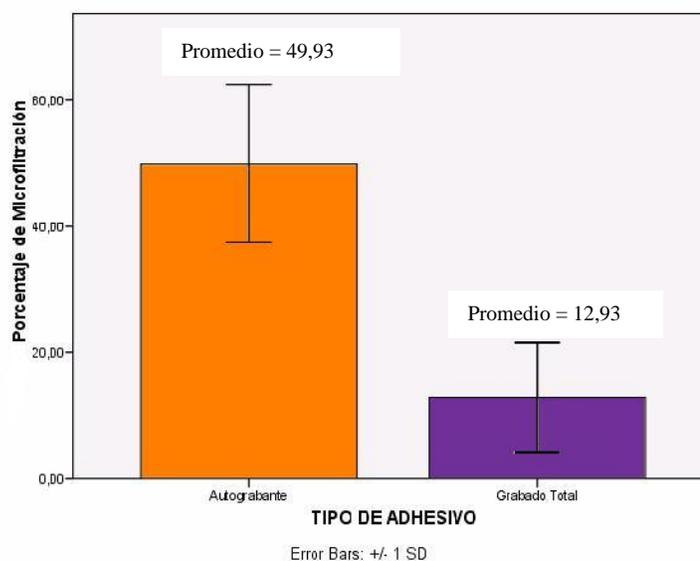
Para comparar los promedios obtenidos en cada grupo, se utilizó la prueba t de student. Los resultados determinaron que existe una diferencia significativa ($p = 0.000$) entre ambos sistemas adhesivos. La siguiente tabla muestra los resultados de la prueba descrita.

Tabla II.- Tabla comparativa de promedios y desviaciones estándar de grupos con diferentes sistemas de adhesión.

	N	Promedio	DS	SEM	t (*)
Grupo I (grabado total)	40	12,93	8,69	1,37	
Grupo II (Autograbante)	40	49,93	12,51	1,98	

(*) $p < 0.05$ indica una diferencia estadísticamente significativa para prueba t.

Gráfico N°1.- Comparación de los promedios de porcentajes de microfiltración de ambos grupos, con su respectiva desviación estándar.



Discusión

La integridad marginal y microfiltración en restauraciones de resina compuesta ha sido motivo de numerosas investigaciones científicas, ya que este correcto sellado es fundamental para lograr el éxito de la restauración. Es por esta razón que se han estudiado muchas variables en el tema; tanto el tipo de marcador para analizar la microfiltración, los distintos materiales dentales y las distintas técnicas los cuales han sido utilizado tanto *in vivo* como *in vitro*.

Son varias las técnicas que se han descrito para evaluar la penetración del marcador en la interfase diente restauración; en este estudio *in vitro* se comparó mediante porcentajes la microfiltración de restauraciones de resina compuesta indirecta (Ice, SDI) cementadas con resina fluida (Wave, SDI) utilizando en la mitad de las muestras un sistema autograbante (Go! SDI, Australia) versus un sistema de grabado convencional con ácido ortofosfórico al 37% y un adhesivo (Stae, SDI, Australia).

Los resultados mostraron, al aplicar el análisis estadístico T-Test de Student, que existe una diferencia significativa entre ambos sistemas de adhesión, ya que los porcentajes de microfiltración logrados en el caso del sistema autograbante fueron notoriamente superiores a los del sistema de grabado total. Se pudo observar también que ninguno de los dos grupos tuvo resistencia al paso del marcador (azul de metileno), cuando se realizó el baño de termociclado, ya que en ambos se apreció microfiltración.

El método del termociclado, junto con otros como la penetración en la interfase diente restauración de soluciones de nitrato de plata, tinciones de bacterias visualizadas con microscopía electrónica, y de trazadores químicos, han sido científicamente comprobados y utilizados para los estudios *in vitro* de la microfiltración marginal, ya que logran correlacionar los resultados con el desempeño clínico, aunque nunca de forma ideal ⁽¹⁷⁾.

Los resultados obtenidos en investigación concuerdan con los expuestos por los estudios realizados por Owens et al ⁽⁷⁾, Rüyay Yazici et al ⁽¹⁰⁾, Guéders et al ⁽¹³⁾, Deliperi et al ⁽¹¹⁾, Guedes et al ⁽¹⁶⁾; los cuales revelan que hay una significativa menor microfiltración con el sistema de grabado total en comparación al sistema autograbante.

Por otro lado Perdigão et al ⁽¹²⁾ establece que no existen diferencias significativas en cuanto a sensibilidad post operatoria ni infiltración marginal, y atribuye algunas diferencias principalmente a la técnica de aplicación de los distintos sistemas adhesivos, condiciones del medio y por último a la técnica de restauración, que debe ser de forma incremental, para disminuir de esta forma la contracción de polimerización ⁽¹⁹⁾.

También se ha reportado y sugerido que para mejorar significativamente este sellado marginal de los sistemas autograbables se debe tratar previamente el esmalte en forma selectiva con un grabado ácido, para así mejorar la fuerza de adhesión ⁽¹⁰⁾, o en su defecto doblar el tiempo de acondicionamiento de la superficie de este adhesivo autograbable ⁽⁵⁰⁾.

El hecho que el sistema autograbante presente mayor microfiltración que el sistema convencional, puede deberse a que el grabado de la superficie tratada producido por los monómeros acídicos, tanto en esmalte como en dentina, haya sido limitado, poco profundo o que el patrón de grabado no haya sido uniforme como para tener una buena penetración de la resina, en comparación al uso independiente del ácido ortofosfórico de la técnica convencional, lo que se traduciría en definitiva en una menor fuerza de adhesión por parte de la técnica autograbante y mayor microfiltración ^(8, 9, 43).

Otra razón al cual se puede deber este resultado, es que el sistema adhesivo autograbante no elimina el barro dentinario en comparación al sistema tradicional; por lo tanto esto también influiría en los niveles de adhesión de la superficie tanto del esmalte como de la dentina ya que, disminuiría la penetración de los primers en la dentina subyacente, presentado escasa cantidad de tags en dentina y esmalte, lo que se traduce en una formación de una pequeña capa híbrida, los cuales son los principales mecanismos de adhesión ^(8,9,19,43).

Esto último está de alguna manera sustentado por estudios micrográficos en microscopios electrónicos de barrido (SEM), los cuales muestran en el caso del sistema autograbante patrones de grabado poco nítidos, superficie dentinaria cubierta por barro dentinario, ausencia de túbulos expuestos y escaso número y longitud de tags de resina, en contraste con técnica de grabado total que se observa patrones uniforme y nítidos de grabado, túbulos dentinarios abiertos y gran distribución y cantidad de tags de resina ^(9,43).

La fuerza adhesiva es un factor importante a considerar, debido a que si ésta es menor, el paso de sustancias a través de la interfase diente-restauración es mayor frente ante cualquier tipo de fuerzas que afecte al diente o cambios térmicos. En este caso como las muestras se sometieron a cambios de temperatura (baño de termociclado de ochenta ciclos) también se pudo observar la presencia de esta fuerza de adhesión.

Se ha estimado que se requieren fuerzas adhesivas entre 17 y 20 Mpa para resistir las fuerzas de contracción capaces de producir brechas marginales ⁽⁴³⁾.

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con otras investigaciones realizadas con el fin de analizar la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta con un sistema autograbante versus uno de grabado total; y éstos sugieren que los valores de resistencia del sistema adhesivo convencional sobrepasan significativamente los del autograbable ^(4, 28, 29, 30, 51).

También es posible que los altos valores de microfiltración obtenidos por parte del sistema autograbable sea por la falta de evaporación del solvente ya que, como se ha descrito en la literatura ⁽⁹⁾, un déficit en este proceso, puede derivar en una disminución de la resistencia adhesiva en esmalte y dentina, debido al efecto adverso de éstos sobre la polimerización del agente de enlace aplicado luego de la preparación ácida de la superficie dentaria.

Lo anteriormente mencionado sugiere una menor fuerza de adhesión de la restauración a la estructura dentaria, menor capacidad de sellado y por lo tanto mayor

microfiltración en las restauraciones de resina compuesta que utilizan sistema de autograbado.

Esta investigación busca aclarar el comportamiento de los adhesivos y entregar un sustento razonable para predecir el comportamiento clínico. Si bien este es un estudio realizado *in vitro*, que no considera los movimientos del fluido dentinario, presión y vitalidad pulpar, y condiciones de la dentina afectada, los resultados podrían extrapolarse a la actividad clínica, ya que las condiciones orales presentan cambios térmicos similares a los expuestos en este trabajo, y nos daría una idea del comportamiento que tendrá el material restaurador en boca.

Cabe destacar entonces, que si bien los sistemas adhesivos actuales de última generación han sido simplificados con el fin de facilitar el desempeño laboral del clínico y de disminuir al mínimo los errores que se podrían producir en cada etapa, su uso requiere de un cuidadoso manejo, y se debe considerar en la elección de éstos el hecho de que los sistemas autograbantes presenten en numerosas investigaciones mayor tendencia a la microfiltración, ya que ésta afectará la vida media de la restauración.

Conclusiones

De un total de 80 incrustaciones de resina compuesta cementadas con resina fluida divididas en dos grupos; uno utilizando un sistema adhesivo autograbante Go! SDI, Australia y el segundo grupo utilizando el sistema adhesivo convencional Stae SDI, Australia, que fueron sometidas a un baño de termociclado con una solución de azul de metileno al 1%, según los resultados obtenidos, se llegan a las siguientes conclusiones:

- Los dos grupos de sistemas adhesivos, al ser cortados transversalmente y observados bajo un microscopio estereoscópico óptico, exhibieron microfiltración.
- Al analizar comparativamente ambos grupos se pudo demostrar, al ser sometidos al t-test de student, que existe una diferencia significativa entre los dos grupos siendo $p= 0.000$, exponiendo mayor microfiltración el grupo que utiliza el sistema autograbante.
- En conclusión se aprueba la hipótesis de trabajo la cual señalaba que existían diferencias significativas en cuanto a la microfiltración de incrustaciones de resina compuesta cementadas con resina fluida entre ambos grupos de estudio.

Sugerencias

- Realizar estudios bajo microscopio electrónico para observar el tipo de microfiltración alcanzada más detalladamente.
- Realizar este mismo estudio con piezas dentarias cariadas, realizando la remoción de ésta, ya que el odontólogo realiza restauraciones en este sustrato.
- Realizar el mismo estudio con otras marcas de sistemas adhesivos autograbantes de última generación.
- Realizar estudios clínicos para evaluar la efectividad en condiciones reales de la microfiltración de las incrustaciones de resina compuestas cementadas utilizando un sistema autograbable.

Resumen

Se midió experimentalmente *in vitro* la microfiltración alcanzada en 80 incrustaciones de resina compuesta cementadas con resina fluida utilizando un sistema autograbante (Go!, SDI, Australia) versus un sistema de grabado total (Stae, SDI, Australia) realizando un baño de termociclado de 80 ciclos con una solución de azul de metileno al 1%. Las muestras fueron selladas previamente y fueron puestas en una estufa conservando el 100% de humedad con el fin de simular las condiciones de la cavidad bucal.

Posteriormente las muestras fueron cortadas en sentido vestíbulo lingual o palatino, para ser observadas bajo un microscopio óptico, obtener porcentajes y luego promedios de microfiltración para ambos grupos. Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante el t-test de Student obteniéndose diferencias significativas entre los grupos de estudios.

Se concluye que ningún grupo presentó resistencia a la penetración del marcador de microfiltración, sin embargo el grupo que utilizó un sistema adhesivo autograbante demostró tener valores significativamente mayores de microfiltración que el grupo que utilizó el sistema convencional.

Bibliografía

- (1) Mariné A., Stanke F., Urzúa I. “Tratamiento De Una Enfermedad Infectocontagiosa”. 1ª edición. Facultad de Odontología Universidad de Chile. 1997.
- (2) Mariño RJ, Onetto JE Caries experience in urban and rural chilean 3- year –olds Community Dent Oral Epidemiol 23: 60-1,1995
- (3) Urzúa Iván, Nuevas Estrategias en Cariología 1999 1-125 (10-17)
- (4) Alfaro C.; Estudio Comparativo *in vitro* de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación. Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2005.
- (5) Bader y cols, Biomateriales dentales Tomo I: Propiedades Generales, Primera edición, 1996.
- (6) Craig Robert G., Materiales Dentales Restauradores. Séptima edición, Editorial Mundi S.A.C.I. y F., Buenos Aires, 1988. Capítulo 10, páginas 237-266.
- (7) Owens B, Johnson W, Harris E.; Marginal Permeability of Self-etch and Total-etch Adhesive Systems. Operative Dentistry 31-1,60-67. 2006.
- (8) Swift Edward J.; Dentin/Enamel adhesives: review of the literature. Pediatr Dent 24: 456-461.2002.
- (9) Aguilera A. et al.; Sistemas Adhesivos de Autograbado. Revista Dental de Chile. 92 (2):23-28.2001.

- (10) Rüya Yazici A, Meserret Basaren, Berrin Dayangac.; The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 33:763-769.2002.
- (11) Deliperi S, Bardwell DN, Wegley C.; Restoration Interface Microleakage Using One total-etch and Three Self-etch Adhesives. *Operative Dentistry*, 32-2,179-184. 2007.
- (12) Perdigão J, et al.; Total-etch versus self-etch adhesive : Effect on postoperative sensitivity. *JADA* 134, 1621-1629. Dec,2003.
- (13)Guéders AM, et al.; Microleakage After Thermocycling of 4 Etch and Rinse and 3 Self-etch Adhesives With and Without a Flowable Composite lining. *Operative Dentistry* 31-4,450-455.2006.
- (14)Toledano M, et al.; Effect of Cyclic Loading On the Microtensile Bond Strengths of total-etch and self-etch adhesives. *Operative Dentistry*, 31-1,25-32. 2006.
- (15) Rüya Yazici A, et al.; The effect of Saliva Contamination on Microleakage of Etch-and-rinse and a Self-etching Adhesive. *J Adhes Dent* 9: 305-309. 2007.
- (16) Guedes Pontes D, et al.; Microleakage of new all-in-one adhesive systems on dentinal and enamel margins. *Quintessence Int* 33:136-139. 2002.
- (17) Alani A H, Toh C G.; Detection of Microleakage around Dental Restorations: a Review. *Operative Dentistry* 22, 173-185.1997.

- (18) Phillips, Ralph W. Science of dental materials, novena edición, editorial W.B. Saunders Company, USA, 1991, Capítulo 12, págs, 215-248.
- (19) Ehrmantraut M., Bader M., Polimerización de Resinas Compuestas a Través de Estructuras Dentarias, Rev. Fac. Odont. Univ. De Chile / Vol. 12 N°2, 1994.
- (20) Barrancos Moony. Operatoria Dental, tercera edición, editorial panamericana 1999. págs 567-662.
- (21) Albers Harry, Odontología Estética. 1° Edición, Editorial Labor. 1988. Cap. 2 págs 18-77 y Cap 3 pág 77-107.
- (22) Abate P. “Alternativas en materiales plásticos estéticos para el sector posterior”. Rev. A.O.A.. Vol. 86; 390 – 395. 1998
- (23) Ferracane JL. "Nuevos Polímeros para Restauraciones Dentales". Management Alternatives for the Carious Lesion. Proceedings from the International Symposium. Charleston. EE UU. Operative Dentistry; 6 (4): 199 -209. 2001.
- (24) Moon PC, Tabassian MS, Culbreath TE; Flow characteristics and film thickness of flowable resin composites. Operative Dentistry 27: 248-253. 2002.
- (25) Behle C., Flowable composites: properties and applications. Pract Periodontics Aesthet Dent; 10: 347,350-1., 1998.
- (26) Baratieri L. et al; Operatoria Dental. Procedimientos Preventivos y Restauradores. Quintessence Editora Ltda. 1993.

- (27) Anusavice K. Ciencia de los Materiales Dentales, de Phillips. McGraw-Hill Interamericana. 746 pp. Cap.2-12-13-17. Décima edición. 1998.
- (28) Cordero V.; Estudio comparativo *in vitro* de la resistencia adhesiva de restauraciones en resina compuesta realizadas con técnica adhesiva con grabado ácido total versus un sistema adhesivo autograbante. Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología Universidad de Chile. 2004.
- (29) Guerrero V.; Análisis comparativo *in vitro* del comportamiento físico-mecánico de las restauraciones de resina compuesta realizadas con el adhesivo Single Bond ® versus el adhesivo Adper Prompt ®. Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2007.
- (30) Boggioni C.; 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 el título de cirujano dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2007.
- (31) Korkmaz Yonca, Ozel Emre, Attar Nuray; Effect of Flotable Composite Lining on Microleakage and Internal Voids in Class II Composite Restorations; J Adhes Dent; 9: 189-194. 2007.

- (32) Unterbrink GL, Liebenberg WH. Flowable resin composite as “filled adhesives”: literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int*; 30:249-57,1999.
- (33) Pág Web: <http://encolombia.com/scodb2-estetica16.htm>
- (34) Pág Web: <http://www.operatoriaymateriales.com/boletines/1/index.html>
- (35) Kanca J. 3rd. “Conservative resin restoration of endodontically treated teeth”, *Quintess Int*, 19(1):25-8. Jan, 1988.
- (36) Leinfelder K.F; Breadreau R.W; Mazer R.B. “An in vitro device for predicting clinical wear”. *Quintess Int* 20 (10), 755-761. Oct, 1989.
- (37) Bonilla Esteban D., et al Fracture toughness of nine Flowable resin Composites., *J Prosthet Dent* 89: 261-7, 2003.
- (38) Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ et al; A characterization of first flowable composites. *J Am Dent Assoc* 129:567-77., 1998.
- (39) Kemp-Sholte CM, Davidson CL. Marginal sealing of curing contraction gaps in Class V composite restorations. *J Dent Res* ;67: 841-5,1988.
- (40) Kemp-Sholte CM, Davidson CL. Complete marginal seal of Class V Resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res*, 69: 1240-3,1990.
- (41) Macchi Ricardo Luis, *Materiales Dentales : Fundmentos para su estudio*, Editorial Panamericana, Capítulo 3 págs 50-53. 2^a edición, 1988.

- (42) Baier, R ; Principles of adhesion , Operative Dentistry Supplement 5, págs 1-9, 1992.
- (43) Swift Edward J. Jr, Perdigao Jorge, Heymann Harald O.; Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art, 1995. Quintessence International 26:95-110,1995.
- (44) Swift Edward J. Jr; Bonding Systems for restorative materials- a comprehensive review; Pediatric Dentistry-20:2. págs 80-84,1998.
- (45) Van Meerbeek B, Perdigao J & Vanherle G. The clinical performance of adhesives. Journal of Dentistry. 1998; 26 (1): 1 – 20.
- (46) Van Meerbeek B, Yoshida Y & Vanherle G. Mechanisms of bonding of a resin modified glass ionomer adhesive to dentin. Journal of Dental Research. 1998; 77: 911. Abstract 2236.
- (47) Gordon J. Christensen, Self-Etching primers are here; JADA 132: 1041-1043; 2001.
- (48) <http://www.infomed.es/sdi/go/>
- (49) Echeverría S.; Estudio Comparativo *in vitro* de la microfiltración marginal de restauraciones indirectas de Resina Compuesta cementadas con cemento de polimerización dual y con resina fluida. Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2006.

(50)Perdigão J., et al ., Influence of Conditioning Time on Enamel Adhesion.,
Quintessence Int; 37: 35-41, 2006.

(51) Brackett et al; The microtensile Bond Strenght of self-etching adhesives to
ground enamel. Operative Dentistry; 31-3, 332-337; 2006.