

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

“ESTUDIO COMPARATIVO DEL GRADO DE SELLADO
MARGINAL DE RESTAURACIONES REALIZADAS CON SONICFILL™
(Kerr), Y UNA RESINA COMPUESTA CONVENCIONAL HERCULITE
PRECIS (Kerr), (ESTUDIO *IN VITRO*)”

MARIO FRANCISCO INOSTROSA REYES

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL
PROF. DR. MARCELO BADER M

TUTOR ASOCIADO
PROF. DR. PEDRO TERRAZAS

SANTIAGO – CHILE
2012

ÍNDICE

Resumen.....3

Introducción.....4

Marco teórico.....7

Hipótesis y Objetivos.....31

Materiales y Métodos.....32

Resultados.....39

Discusión.....42

Conclusiones.....47

Sugerencias.....48

Referencias Bibliográficas.....49

RESUMEN

La presente investigación corresponde a un estudio experimental, *in vitro*, desarrollado con la finalidad de comparar el grado de sellado marginal entre restauraciones realizadas con la resina compuesta monoincremental SonicFill™ (Kerr), y una resina compuesta convencional Herculite Precis (Kerr) utilizando la misma técnica adhesiva.

Se seleccionaron 20 terceros molares humanos erupcionados, sanos, con indicación de exodoncia, en cada uno de los cuales se tallaron 2 cavidades clase II estricta, mesial y distal respectivamente. Una vez confeccionadas las preparaciones, ambas recibieron el mismo procedimiento adhesivo, variando solamente el proceso restaurador. Las preparaciones mesiales fueron obturadas con resina SonicFill (Kerr) en un sólo incremento, mientras que las preparaciones distales fueron obturadas con resina convencional Herculite Precis (Kerr) a través de la técnica incremental.

Una vez que las piezas fueron restauradas se almacenaron en una estufa a 37°C con 100% de humedad relativa por 48 horas, para simular las condiciones del medio bucal. Cumplido el tiempo, fueron sometidas a termociclado en presencia de un agente marcador, para luego ser cortadas sagitalmente dejando en evidencia la interfase diente-restauración. Los cortes fueron observados a través de microscopio óptico con lente graduado, para determinar el porcentaje de microfiltración marginal obtenido según el grado de penetración del marcador en la interfase.

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran la aparición de microfiltración marginal para ambos sistemas restauradores, siendo menor para la resina SonicFill, comparada con la resina convencional Herculite Precis.

Las cifras alcanzadas fueron sometidas a análisis estadístico mediante el test de U de Mann-Whitney, pudiendo afirmar que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ambos materiales.

INTRODUCCIÓN

La odontología restauradora es la encargada de solucionar los inconvenientes derivados de la pérdida de estructura dentaria producida por diversos factores etiológicos, esta tarea la realiza utilizando diversos biomateriales dentales que permiten la sustitución de los tejidos alterados, logrando la recuperación morfológica de la pieza dentaria comprometida, devolviendo su función y estética, además de preservar el equilibrio del ecosistema bucal. Para esto existe una amplia variedad de materiales dentales con características propias, acorde a las situaciones clínicas a resolver. (1, 2)

En la actualidad las resinas compuestas constituyen el material restaurador más utilizado, pues son estéticamente aceptables, poseen una plasticidad adecuada que les permiten ser aplicadas directamente en la preparación biológica, y tienen la capacidad de adherirse al diente mediante mecanismos adhesivos específicos que logran preservar la estructura dentaria sana, sin necesidad de extenderse hacia un diseño cavitario retentivo, modificando los conceptos establecidos por G. V Black, y direccionando el área hacia la odontología mínimamente invasiva. (3)

Pese al buen desempeño clínico y a la superación continua de sus propiedades, aun no se han solucionado completamente los inconvenientes esenciales de las resinas compuestas; tales como, la falta de adhesión química al tejido dentario, la contracción de polimerización, el coeficiente de variación dimensional térmico diferente a la pieza dentaria, y la sensibilidad y complejidad de la técnica restauradora. (4, 5)

Este conjunto de factores son los responsables de que se pierda el sellado marginal, permitiendo la aparición de una brecha entre el tejido dentario y la restauración, y con ello el proceso de microfiltración marginal, pudiendo culminar en el fracaso de la obturación. (6, 7, 8)

Una de las herramientas con las que contamos para evitar la aparición de la brecha marginal, es el uso de sistemas adhesivos eficaces, resistentes y duraderos. (9)

Por otro lado, durante la confección de la obturación, las resinas son llevadas a la preparación cavitaria en estado plástico y son endurecidas a través de un proceso de polimerización, en el cual se reduce el volumen del material, fenómeno conocido como contracción de polimerización.

La disminución volumétrica de la restauración sumada a la incapacidad de las paredes dentarias de acompañar el movimiento contráctil del material, crea fuertes episodios de estrés en el complejo de unión restauración-adhesivo-tejido dentario. Cuando el estrés residual logra superar la resistencia adhesiva obtenida, se pierde la adhesión, dando paso a la microfiltración marginal. (10)

Para disminuir y/o contrarrestar los efectos de la contracción de polimerización se han planteado mejoras en los sistemas adhesivos, y en la composición de la matriz, o bien a través del desarrollo de nuevas técnicas de aplicación del material como, la Técnica Incremental. (6, 11)

Aunque la Técnica Incremental brinda grandes beneficios al objetivo del proceso restaurador reduciendo la tensión residual y disminuyendo la posibilidad de microfiltración marginal, adiciona complicaciones clínicas pues añade más pasos operatorios a una técnica restauradora compleja en su totalidad. (12)

Debido a lo antes mencionado y con el propósito de resolver dichas vicisitudes, la industria odontológica ha creado un nuevo biomaterial llamado SonicFill™ (Kerr).

SonicFill™ es una resina compuesta fotoactivada, diseñada para su colocación directa en la preparación cavitaria bajo la técnica monoincremental. Está indicada para toda clase de preparaciones cavitarias en dientes posteriores, principalmente cavidades clase I y II. Es un material que permite un modelado

rápido y sencillo, y puede rellenar y polimerizar cavidades de hasta 5 mm de profundidad con un solo bloque de resina, disminuyendo considerablemente los tiempos operatorios empleados en la técnica incremental. (13, 14)

Debido al poco tiempo que lleva este producto en el mercado aun no existe suficiente evidencia científica que avale su comportamiento. Por esta razón el presente estudio buscó comparar el grado de microfiltración generado en preparaciones cavitarias obturadas con una nueva resina de aplicación en mono bloque SonicFill (Kerr), y una resina compuesta convencional. Con el fin de determinar si existen diferencias estadísticamente significativas en el grado de sellado marginal obtenido con ambos procedimientos.

MARCO TEÓRICO

El deterioro de la pieza dentaria puede ser ocasionado por diversos agentes causales, cuya expresión final converge hacia la pérdida de estructura dentaria. Ante esta situación si la magnitud de la lesión ha generado un compromiso tal, que el daño es irreversible, la solución será únicamente quirúrgica. Es aquí donde la Odontología Restauradora ejerce su rol en plenitud, ya que es la encargada de rehabilitar la armonía de la estructura dentaria pérdida. (4, 15)

Para este propósito contamos con diversos materiales de restauración que han ido perfeccionando sus formulaciones en el tiempo mejorando sus propiedades integralmente, para lograr acercarse a las características ideales del material restaurador, dentro de las cuales podemos destacar: armonía óptica, adhesión química a las estructuras dentarias, biocompatibilidad, fácil manipulación, reacción de endurecimiento sin cambios dimensionales, ser insolubles en medio bucal, contar con resistencia mecánica, durabilidad, capacidad para sellar los márgenes de la restauración, y que libere agentes remineralizantes o antibacterianos. (16, 17)

Según el caso clínico, el operador podrá elegir entre diferentes opciones, por ejemplo cuando el compromiso del diente es pequeño y la estructura dentaria no se encuentra debilitada, es posible efectuar la restauración mediante una técnica directa aplicando un material plástico en la preparación cavitaria, logrando la rehabilitación en la misma sesión. En caso que la destrucción sea mayor, la pieza dentaria deberá ser reconstruida a través de técnicas indirectas. (18)

Dentro de los materiales plásticos de restauración directa podemos encontrar, metales como las Amalgamas de uso dental, cerámicas como Cementos de Ionómero Vítreo, y materiales combinados constituidos por las Resinas Compuestas. (7)

Resinas Compuestas

Las primeras resinas utilizadas no tuvieron mucho éxito hasta que en 1960, gracias a los estudios de R.L Bowen, se desarrolló un nuevo monómero conocido como bisfenol A glicil metacrilato (BisGMA), en reemplazo del metil metacrilato (MMA) de las resinas acrílicas. Conjuntamente se le adicionaron partículas de relleno inerte, las que fueron tratadas superficialmente con un agente de unión con el objetivo de lograr una adecuada conexión entre ambas partes. (19) Lo que dio origen a las resinas compuestas.

De acuerdo a lo anterior, las resinas compuestas se definen como un material de estructura heterogénea, producto de la combinación tridimensional de dos materiales químicamente diferentes unidos por una interfase. (20) Es decir, consiste en la combinación de la fase orgánica o matriz polimerizable, con la fase inorgánica, o de relleno, unidas por un agente de enlace o acoplamiento, correspondiente a una cubierta de Silano que envuelve las partículas de relleno permitiendo la unión. Posee además otros aditivos menores que se incluyen para mejorar sus propiedades, apariencia y durabilidad. (21)

Fase Orgánica o Matriz:

Está formada por moléculas monoméricas, un sistema iniciador de polimerización, y elementos estabilizadores que evitan la polimerización espontánea de los monómeros

R.L. Bowen logró modificar la composición de la matriz orgánica de la resina al reemplazar el monómero principal, metil metacrilato (MMA), por una nueva molécula sintetizada a partir de una resina epóxica (etilglicol de *bis*-fenol A) y metilmetacrilato, obteniendo finalmente bisfenol A glicil metacrilato o Bis-GMA, que actualmente es la molécula más utilizada en la fabricación de composites. (3, 22)

El bis-GMA es un oligómero de mayor peso molecular que el MMA, lo que permite reducir la contracción de polimerización presentada por las resinas acrílicas. En su estructura molecular cuenta con dos grupos –OH que forman enlaces de hidrógeno entre monómeros, generando una matriz extremadamente viscosa a temperatura ambiente, lo que dificulta su manipulación clínica. (4, 22)

Para contrarrestar la viscosidad de este monómero, y por ende, del composite resultante, es necesario agregar diluyentes o controladores de viscosidad tales como el trietilenglicol – dimetacrilato (TEGDMA) y/o dimetacrilato de uretano (UDMA), que son monómeros de menor peso molecular. La incorporación de estos elementos a la fase orgánica permite disminuir el peso molecular promedio de la matriz, esto brinda la posibilidad de agregar mayor cantidad de partículas de relleno mejorando las propiedades clínicas del material. (4, 21, 23)

Teniendo en cuenta que a menor peso molecular del monómero utilizado, mayor será la contracción volumétrica de la resina, la incorporación de diluyentes debe ser limitada, ya que reducir el peso molecular promedio refleja un aumento en la magnitud de la contracción de polimerización de la matriz, condicionando la aparición de brechas en la interfase. (23, 24)

Además de los monómeros mencionados la matriz orgánica posee otros aditivos incorporados, incluyendo un sistema iniciador y acelerador de polimerización, un sistema inhibidor o estabilizador, y modificadores ópticos y pigmentos. (23)

Fase Dispersa o Relleno Inorgánico:

Consiste en partículas inorgánicas incorporadas de forma dispersa en la fase orgánica. (25) El propósito de añadir partículas de relleno al material es reforzar la matriz disminuyendo la cantidad de moléculas orgánicas presentes en su composición, lo que ha permitido una serie de mejoras tales como:

- Aumentar la dureza superficial y la resistencia al desgaste.
- Reducción de la contracción de polimerización: el relleno ocupa un espacio dentro de la matriz reduciendo la cantidad de moléculas orgánicas en el material.
- Coeficiente de variación dimensional térmico: las partículas cuentan con coeficientes de expansión térmica extremadamente bajos y muy similares a la estructura dentaria, minimizando el elevado coeficiente de variación de la matriz de resina.
- Viscosidad: controla la viscosidad del material y con ello mejora su manipulación, alcanzando una consistencia ideal para operar.
- Proporciona mayor opacidad radiográfica. (22, 24, 26)

Las partículas de relleno empleadas en las formulaciones originales provenían de la trituración del cuarzo obteniendo un tamaño fluctuante entre 0,1 y 100 micrómetros (μm). Hoy en día la mayoría de las resinas compuestas contienen una mezcla de partículas de tamaño Coloidal junto a otras de mayor tamaño, mejorando las propiedades físicas y mecánicas, y facilitando la manipulación y condensación del material en la preparación cavitaria. La cantidad de relleno que se puede agregar a la resina depende del tamaño de la partícula, presentando rangos que varían entre el 30-70% del volumen, o 50-85% del peso del material. (22)

Existe una gran variedad de partículas de relleno y cada una brinda características específicas al material. Estos elementos permiten además categorizar a las resinas compuestas según el tamaño de sus partículas de relleno.

La incorporación de relleno a la matriz mejora sustancialmente las propiedades del material, siempre que las partículas estén bien adheridas a la matriz. Si esto no ocurre, en vez de actuar como refuerzo, pasan a ser un debilitador del material. Por eso es esencial mantener una buena unión entre las dos fases mediante un agente de acoplamiento o unión. (22)

Agente de Acoplamiento:

Permite el enlace entre las dos fases del compuesto. Los agentes de acoplamiento son moléculas bifuncionales, que cubren al sustrato inorgánico generando enlaces iónicos, mientras crea enlaces covalentes con la superficie orgánica, uniendo químicamente ambas fases, otorgándole así cohesión al material. Los agentes más empleados son los silanos orgánicos. (4, 21)

El silano mejora las propiedades físicas y mecánicas del composite, ya que permite que la fase orgánica transfiera las tensiones a las partículas de relleno que brindan rigidez, evitando que el material se deforme fácilmente. (23)

Sistema Activador-Iniciador:

El proceso de polimerización de las resinas compuestas comienza cuando los monómeros reaccionan con un agente iniciador previamente activado, cuya finalidad es transformar las moléculas monoméricas pasivas en radicales libres, generando una reacción en cadena. (27)

Actualmente el sistema de activación más comúnmente empleado es el sistema de activación a través de la luz visible, esta fuente energética al ser aplicada sobre la resina activa al fotoiniciador, que corresponde a una dicetona conocida como Canforoquinona (CQ), la cual interactúa con una amina orgánica para formar los radicales libres dispuestos a comenzar la reacción en cadena. Dentro del espectro lumínico el rango de absorción óptimo que permite la activación de la dicetona, está próximo a 470 nm. (4, 22, 23)

Sistema Estabilizador o Inhibidor:

Corresponden a elementos que tienen un fuerte potencial de reacción con los radicales libres. Su finalidad es minimizar o evitar la polimerización espontánea de los monómeros. Cuando se ha formado un radical libre, el inhibidor reacciona con él impidiendo la reacción en cadena y con ello, que se produzca la polimerización. Una vez que todos los inhibidores se hayan consumido, se desencadenará la reacción, lo

que permite además el tiempo de trabajo útil del composite. (23) Un inhibidor típico es el hidroxitolueno butilado. (28)

Modificadores ópticos:

Los composites deben tener una apariencia natural similar al diente, para esto cuentan con propiedades de tonos y translucidez que puedan semejar la estructura dentaria. La tonalidad se logra incorporando diferentes pigmentos que a menudo consisten en partículas minúsculas de óxidos metálicos. La translucidez y opacidad se ajustan para emular la dentina y el esmalte (22)

Debido a la gran variedad de componentes que presentan las resinas compuestas y a las innumerables modificaciones que han presentado desde su incorporación al mercado, podemos clasificarlas en diversas categorías:

Clasificación de las Resinas Compuestas (28, 29, 30)

- 1.- Según el sistema de activación de la polimerización
- 2.- Según el tamaño de las partículas de relleno
- 3.- Según su consistencia.

1.- Clasificación de las Resinas Compuestas según el sistema de activación de polimerización:

El agente activador que desencadena el proceso de endurecimiento de la resina compuesta puede ser químico o físico, por lo que las resinas compuestas pueden ser:

- Resina compuesta de activación química: la reacción ocurre entre un peróxido orgánico iniciador y una amina terciaria aromática activadora, los cuales vienen en recipientes separados y se mezclan cuando se va a realizar la obturación.

- Resinas compuestas de activación física por luz visible: Es el mecanismo más utilizado en la actualidad. El iniciador es una alfa-dicetona, la Canforoquinona, que es activada por la luz visible. (4, 31)

- Resinas compuestas de activación física por calor: presenta el mayor grado de conversión y se utiliza para restauraciones indirectas. (13)

4.- Clasificación de las Resinas Compuestas según el tamaño de las partículas de relleno:

a.- Resinas compuestas Tradicionales o de Macrorrelleno: conocidas también como resinas compuestas de Macropartículas o Convencionales. Creadas durante los años 70, fueron la primera generación de resinas compuestas en ser desarrolladas. Están constituidas por grandes partículas de relleno inorgánico con tamaños que varían de 1 a 50 micrómetros. El relleno más utilizado fue el Sílice amorfo y el Cuarzo de morfología irregular. Con el tiempo se redujo su tamaño a valores entre 1 y 35 micrómetros, disminuyendo la formación de grietas o cortes en la superficie de la restauración, además de mejorar la unión con el agente de acoplamiento. Contaban con alto porcentaje de relleno de cuarzo entre 70 y 80% en peso. La incorporación de este relleno a la matriz permitió mejorar sustancialmente las propiedades físicas y mecánicas del nuevo material comparado con las resinas acrílicas, lo que se traduce por ejemplo, en una disminución de la contracción de polimerización y el aumento de la resistencia mecánica, siendo su uso clínico ideal para zonas de gran tensión (22).

La principal desventaja se producía como consecuencia del desgaste por abrasión de la matriz de resina, dejando al descubierto las partículas de relleno más resistentes al desgaste las que sobresalían de la superficie como tal, lo que implicaba restauraciones con superficies rugosas e irregulares que facilitaban el depósito de placa bacteriana, y la pigmentación de la superficie de la obturación.

b.- Resinas Compuestas de Micropartículas o Microrrelleno: debido a las desventajas anteriores se cambió el componente inorgánico y comenzó a utilizarse Sílice Coloidal, dando origen a partículas mucho más finas con un tamaño promedio de 0,04 micrómetros. Con estas partículas se pudo obtener excelente textura superficial, gran resistencia al desgaste, excelente pulido y terminado de superficies lisas, características adecuadas para restauraciones estéticas en el sector anterior. Sin embargo, al tener bajo contenido de relleno poseían mayor viscosidad y menores propiedades mecánicas, lo que resulta razonable al considerar que entre el 40 y el 80% del volumen del material lo constituía la matriz orgánica. (22) Estas cualidades desencadenaron la búsqueda de resultados intermedios entre la resistencia y la superficie pulida, dando paso a las resinas compuestas híbridas. (23)

c.- Resinas Compuestas Híbridas: poseían dos tipos de relleno, macropartículas que fluctúan entre 1 y 15 micrómetros (μm), y micropartículas cercanas a los 0,04 micrómetros. El objetivo de estos materiales fue aportar las mejores propiedades de las resinas compuestas de macro y microrrelleno, es decir, la resistencia mecánica mejorada de las resinas de macrorrelleno, con el mejor pulido superficial y terminación de las microrrelleno. (32) Sin embargo, no alcanzaron el objetivo propuesto, por lo que se desarrollaron nuevos tipos de materiales.

d.- Resinas Compuestas Microhíbridas: son la versión mejorada de las resinas compuestas híbridas y aunque son materiales muy similares a estas últimas, la diferencia radica en el tamaño promedio de sus partículas el cual fluctúa entre 0,4 y 0,8 μm . con esto se logró combinar las características físicas de las resinas híbridas y las características estéticas de las microrrelleno, logrando aumentar la carga de relleno, disminuir los cambios dimensionales, aumentar la resistencia mecánica y al desgaste, y mejorar el pulido. (25, 32)

e.- Resinas Compuestas de Nanorrelleno: son las más recientes del mercado. Poseen partículas esféricas de 5 a 100 nanómetros (1:1000 micrómetros), que se obtienen a partir de sílice coloidal. Este tipo de resinas presentan alto contenido de carga, disminuyendo el porcentaje de matriz orgánica, lo que reduce la contracción

de polimerización volumétrica. Son fáciles de manipular y logran un mejor pulido. (28) Las partículas de nanorrelleno son tan pequeñas que permiten que los haces de luz las atraviesen sin reflejarse, comportándose como elementos transparentes. A esto debemos agregar que su escasa dimensión, genera que se comporten como un sólido atípico, más bien parecido a un líquido. Por esta razón las resinas de nanorrelleno deben tener partículas de mayor tamaño en su composición, como son los nanocluster, correspondientes a conglomerados de nanopartículas en núcleos de mayor tamaño (0,6 μm promedio), y forma de racimo, los cuales al estar combinados con las nanopartículas, brindan las propiedades ópticas y la viscosidad adecuada para ser usadas como material restaurador. (32, 33)

f.- Resinas Compuestas Nanohíbridas: derivadas de las anteriores, corresponden a composites que combinan nanopartículas con partículas más grandes, como las micrométricas, con un tamaño promedio de 0,7 μm . Las partículas que son combinadas al nanorrelleno, actúan como soporte o andamiaje, brindan mayor consistencia, y mejoran las propiedades ópticas del material. Las diferentes formas de otorgar el soporte a las nanopartículas es lo que distingue los diversos productos en el mercado. Esta combinación de partículas nanométricas y elementos de mayor tamaño, dan origen a los composite nanohíbridos. (32) Que corresponden a la gran mayoría de los materiales utilizados en la actualidad.

5.- Clasificación de las resinas compuestas según su consistencia:

Existen resinas compuestas Convencionales, Condensables y Fluidas.

a.- Resinas Convencionales: poseen una viscosidad intermedia dada por la cantidad de relleno presente en su estructura, que representa entre 60 y 68% del volumen, esto facilita la manipulación. Actualmente son las más empleadas. (34)

b.- Resinas Compuestas Condensables: presentan una composición similar a cualquier composite, pero la cantidad de relleno varía entre 65 y 71% de su volumen, lo que brinda gran resistencia mecánica y las hace fáciles de moldear. Sin embargo

poseen poca fluidez y por tanto mala adaptación a los márgenes cavitarios, generando brechas en la interfase. Hasta el momento no han demostrado poseer más ventajas que las resinas compuestas convencionales, salvo la técnica de aplicación. Se indican principalmente en el sector posterior. (22, 35)

c.- Resinas Compuestas Fluidas o Flow: surgieron como una modificación de las resinas de microrrelleno y las híbridas a las cuales se les redujo la cantidad de relleno incorporado a la matriz, obteniendo un material fluido, muy viscoso, capaz de escurrir y extenderse de manera uniforme, y adaptarse íntimamente a la forma cavitaria. Son utilizadas como base cavitaria o recubrimiento sobre todo en preparaciones posteriores clase II, y en aquellas situaciones de difícil acceso. Otra aplicación es la restauración de cavidades mínimas clase I. (29, 36)

Actualmente las resinas compuestas son el material restaurador más usado debido a sus numerosas ventajas, dentro de las cuales podemos mencionar, estabilidad de color, destacadas propiedades estéticas, gran resistencia a la fractura y desgaste, radiopacidad, y fácil manejo clínico, acabado y pulido de la restauración.

Sin embargo, pese a los avances que han tenido las resinas compuestas desde sus inicios, una de sus principales falencias es la incapacidad de adherirse a los tejidos dentarios por sí solas, siendo necesaria la aplicación de un sistema adhesivo que permita la creación del complejo de unión entre el diente y la restauración.

Adhesión:

La adhesión corresponde a toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto. (20) Es la interacción de las fuerzas o energías generada por la atracción entre los átomos o moléculas de una interfase, que mantiene juntas dos superficies en contacto. (37)

Los elementos que se desean unir se llaman adherentes y la sustancia que se aplica entre los adherentes para lograr la unión se denomina adhesivo. Los sistemas adhesivos se pueden clasificar en dos grandes grupos según el tipo de adhesión.

1.- Adhesión Química o Específica: Los adherentes se mantienen unidos por enlaces químicos, que pueden ser uniones químicas primarias entre átomos, conformando enlaces de tipo iónicos o covalentes, de alta energía, y uniones químicas secundarias establecidas por enlaces intermoleculares relativamente débiles, como las fuerzas de Van der Waals (7, 20)

2.- Adhesión Física o Mecánica: consiste en la unión de dos superficies a través de una trabazón entre ambas partes, y no por atracción molecular. (22)
Existen dos categorías

a.- Adhesión macromecánica: en este tipo de adhesión, los sustratos quedan retenidos en función de la morfología macroscópica de sus partes. Por ejemplo la retención de restauraciones por medio de la configuración cavitaria. (7)

b.- Adhesión Micromecánica: las partes quedan trabadas en función de la morfología microscópica de ellas. (20)

La diferencia entre ambos tipos de adhesión radica en la magnitud del patrón adhesivo, es decir, que sea o no visible al ojo humano. La retención micromecánica representa el mecanismo adhesivo entre las restauraciones de resina compuesta y los tejidos dentarios. Esto sucede cuando la resina infiltra las porosidades generadas por el grabado ácido en el esmalte y/o dentina, originando el complejo de unión a través de micro-trabazones. (21)

Ambos tipos de adhesión mecánica se pueden obtener por medio de ciertos fenómenos que ayudan a la retención.

- Efectos Geométricos: es la forma que presentan las superficies adherentes,

como poros, rugosidades, diseño cavitario, etc., para producir la trabazón necesaria que mantienen las superficies unidas.

- Efecto Reológico: son los cambios dimensionales que experimentan los materiales, ya sea expansiones o contracciones, al pasar de un estado de la materia a otro, generando tensiones que ayudarán a la adhesión. (20)

Cuando queremos unir dos superficies es necesario lograr un íntimo contacto entre las partes, lo que no siempre es posible entre dos superficies sólidas, en estos casos debemos utilizar un sistema de unión que permita armonizar las superficies y logre mantenerlas unidas. Este elemento lo constituye el adhesivo, que corresponde a un material semilíquido que se aplica a los sustratos o adherentes, y luego de ser polimerizado logrará la adhesión. (20, 22)

En el proceso de adhesión existen diversos factores que intervienen: (20, 22)

- Superficie de contacto: área o superficie de los sustratos que participaran en la adhesión.
- Adaptación: corresponde a la relación entre los dos sustratos estableciendo la menor distancia entre ambas superficies de contacto. Cuando no es posible lograr la adaptación, un elemento fluido facilitará la unión.
- Energía Superficial: es la fuerza de atracción que producen los enlaces no saturados en la superficie de los cuerpos. Mientras más energía superficial del adherente, mayor será su capacidad de adhesión. Esta se verá afectada por cualquier impureza en la superficie del material.
- Humectación: es la propiedad de un líquido de fluir y adaptarse a la superficie, creando una capa delgada y continua.
- Ángulo de Contacto: es el ángulo formado en la interfase adhesivo-adherente, construido por la tangente a la superficie de la gota del líquido y la superficie del sólido. Representa la capacidad de adaptación y humectación que posee el líquido sobre la superficie del sustrato. Mientras menor sea la magnitud del ángulo, mejor será la humectancia y por lo tanto,

la capacidad de adhesión. (22)

La técnica adhesiva utilizada en la restauración cavitaria con resina compuesta, constituye una articulación adhesiva formada por dos adherentes, que son la superficie dentaria y la restauración, más un agente intermediario correspondiente al adhesivo. Este complejo de unión presenta dos interfases, una entre el composite y el adhesivo, y la otra entre el adhesivo y las paredes dentarias. El comportamiento de la primera dependerá de la afinidad entre los componentes de la resina y el adhesivo, mientras que la segunda estará determinada por las características propias del sustrato, es decir del esmalte y la dentina, además de las propiedades del adhesivo como tal.

Esmalte

Es un tejido acelular, considerado el tejido más mineralizado del organismo, el cual está constituido en un 95% de materia inorgánica, cuya unidad básica son los cristales de hidroxiapatita, que conforman los prismas del esmalte, y un 5% correspondiente a materia orgánica, de la cual 4% es agua, y 1% son fibras colágeno. (29, 38)

Si buscamos obtener una buena adhesión en esmalte, es necesario acondicionar previamente la superficie adamantina con el fin de modificar su superficie suave y lisa, a una más reactiva y receptiva a la adhesión, para lo cual debemos recurrir a técnicas adhesivas.

Michael Buonocore en 1955 logró desarrollar una técnica que consistía en aplicar ácido sobre el esmalte, provocando la disolución irregular de la superficie adamantina. Una vez aplicado el ácido sobre la superficie, esta debía ser posteriormente lavada y secada, obteniendo un área microporosa que permitía una fuerte adhesión micromecánica entre el composite y la pieza dentaria, facilitando la adhesión entre ambos sustratos. (7)

El elemento acondicionador empleado es el Ácido Ortofosfórico en concentraciones que varían entre 35% a 40%. (20, 39) Una vez que se aplica el ácido sobre la estructura adamantina se logran diferentes patrones de grabado, debido a la diferencia de solubilidad que presentan los cristales de hidroxiapatita que forman los prismas del esmalte. (20) Silverstone y cols. en 1975 describieron tres tipos distintos de patrones de grabado ácido. (40)

- Tipo I: el ácido disuelve principalmente el centro de los prismas, quedando la periferia relativamente intacta.
- Tipo II: se disuelve la periferia del prisma, quedando el centro relativamente intacto.
- Tipo III: se obtiene un desgaste regular de la superficie y del centro del prisma. Este patrón no es el adecuado para lograr adhesión.

El resultado del grabado ácido sobre el esmalte permite que éste manifieste cabalmente toda su energía superficial, facilitando la posterior infiltración de monómeros dentro de las microporosidades generadas por la disolución parcial de la superficie adamantina. (41)

En la mayoría de las situaciones clínicas, las resinas compuestas deben unirse a esmalte y dentina. Sin embargo debido a la estructura y composición de la dentina, esta se comporta diferente al esmalte como sustrato adhesivo. (29)

Dentina

Constituye la porción de tejido más abundante de la pieza dentaria, la cual contiene 70% de materia inorgánica mineralizada, 18% de materia orgánica, dentro de la cual destacan las fibras colágeno, y 12% de agua.

A diferencia del esmalte, la dentina es un tejido celular, que cuenta con la presencia de los túbulos dentinarios inmersos en su matriz, en los cuales se alojan las prolongaciones odontoblásticas. La distribución de los túbulos es diferente según

la zona dentinaria en la que se encuentren, presentándose más separadas en las capas periféricas de la dentina y más próximas entre sí, cerca de la cámara pulpar. Esta es una característica a tener en cuenta pues modifica el grado de adhesión, según la profundidad dentinaria en la cual se encuentre el fondo cavitario. (42)

La dentina está estructurada en dos áreas diferentes:

- a.- Dentina Peritubular: es la zona que rodea el espacio canalicular que contiene la prolongación odontoblástica, constituye la pared de los túbulos dentinarios. Presenta un alto contenido mineral y escasas fibras colágeno.
- b.- Dentina Intertubular: es el área 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. (29, 42)

Cuando comienza el proceso quirúrgico de confección cavitaria por medio de la excavación mecánica, se produce una capa de residuos que se deposita sobre las paredes de la cavidad cubriendo la superficie dentinaria, esta capa recibe el nombre de Barro Dentinario.

El Barro Dentinario es una película compuesta por material orgánico e inorgánico, residuos de dentina, caries, bacterias, y material de corte, que se depositan sobre las paredes cavitarias. Esta capa actúa como una barrera de difusión que disminuye la permeabilidad de la dentina, siendo para algunos un impedimento para unir la resina al diente. (43)

Es por ello que se postula que el Barro Dentinario debe ser eliminado o volverse permeable, para que los monómeros del adhesivo puedan tomar contacto directo con la dentina subyacente, de allí que las estrategias de adhesión dependen de cómo los sistemas adhesivos interactúan con el barro dentinario. Una de ellas es la técnica de grabado ácido total la cual elimina el barro dentinario de las paredes cavitarias, y la segunda estrategia está a cargo de adhesivos autograbantes, que

incorporan el barro dentinario en la adhesión. (30)

En la técnica de grabado ácido total, el fundamento de la adhesión se basa en la aplicación de ácido ortofosfórico en concentraciones entre 30 y 40% a la preparación cavitaria. En esmalte, el ácido remueve la contaminación de la superficie adamantina liberando su energía superficial, crea un frente de desmineralización que descalcifica la superficie adamantina generando zonas de microporos que mejoran la retención micromecánica. En cambio en dentina, el grabado ácido elimina el barro dentinario obteniendo túbulos dentinarios ensanchados que aumentan la permeabilidad dentinaria, a su vez, deja en evidencia las fibras colágeno debido a la remoción de los cristales de hidroxiapatita, razón por la cual la dentina después del lavado y secado, debe mantenerse húmeda evitando que la malla colágeno colapse por deshidratación. (20, 34)

Posterior al grabado, se infiltran todas las superficies de la cavidad con un agente imprimante bifuncional que penetra las microporosidades del esmalte y la dentina permitiendo una firme adhesión micromecánica. El imprimante contiene monómeros hidrofílicos que infiltran la zona de dentina desmineralizada impregnando e interdigitándose con la malla de colágeno expuesta, entregándole un nuevo soporte que evita el colapso y genera una trabazón micromecánica con ellas. (6) Por su parte el grupo hidrofóbico del agente imprimante queda libre esperando generar el enlace con la resina adhesiva. (34)

El último componente de esta técnica adhesiva lo constituye un monómero hidrofóbico proveniente del adhesivo propiamente tal, que copolimeriza con el agente imprimante, dando como resultado la formación de una capa compuesta por tejido descalcificado, la malla de colágeno entremezclada con el agente imprimante y el adhesivo, conocida como Capa Híbrida (Nakabayashi y cols 1982) o Zona de Interdifusión. (20, 30)

En la técnica de grabado ácido total, el ácido va separado del agente imprimante y del adhesivo, a su vez que estos dos últimos pueden presentarse por

separado o en un solo envase. En el primer caso se necesitan tres pasos clínicos: grabado ácido, imprimación y colocación del adhesivo. En el segundo caso se aplican en dos pasos operatorios: grabado ácido, imprimación y adhesivo en una sola aplicación, denominados “adhesivos de una sola botella” o “monobotella”, pertenecientes a la quinta generación de adhesivos. (44)

Dentro de los inconvenientes que presenta la técnica de grabado ácido total, podemos mencionar la gran cantidad de pasos operatorios requeridos durante su aplicación, a esto debemos agregar la sensibilidad de la técnica, ante lo cual debemos ser sumamente cuidadosos para evitar la contaminación de la superficie dentaria tratada, adicionando mayor dificultad a su manipulación clínica.

Una de las alternativas que propone el mercado para solucionar dichos inconvenientes son los adhesivos de sexta y séptima generación, conocidos como Adhesivos Autograbantes. Se caracterizan por combinar los procedimientos de grabado, imprimación y adhesión en un solo paso, ahorrando tiempo clínico y disminuyendo las complicaciones operatorias.

Los adhesivos autograbantes buscan la integración del barro dentinario y no requieren pasos separados para grabar y acondicionar el sustrato dentario, ya que poseen monómeros ácidos funcionales capaces de realizar ambos pasos simultáneamente, mediante la infiltración y disolución parcial del barro dentinario y la hidroxiapatita de la dentina subyacente. En este sistema el barro dentinario pasa a ser parte del sustrato adhesivo, obteniendo una zona híbrida que incorpora adhesivo, minerales, barro dentinario y matriz dentinaria desmineralizada. (30)

Aunque existe una marcada tendencia en cuanto al uso de sistemas adhesivos más simplificados, estos no garantizan que la efectividad de la adhesión final sea equivalente o superior a la obtenida con el grabado ácido total. (45)

Pese a los avances logrados con los adhesivos, aun no se ha podido desarrollar un sistema de adhesión que genere unión química entre el diente y las

resinas, ni se ha alcanzado una fuerza adhesiva tal que soporte a largo plazo las tensiones producidas en la interfase diente-restauración. (37)

Como se señaló anteriormente, los composites son aplicados en la preparación cavitaria en estado plástico y para ser endurecidos deben ser sometidos a un proceso de polimerización, el cual genera un fenómeno de contracción de la matriz con la creación de tensiones que son liberadas hacia el complejo de unión con la pieza dentaria.

Polimerización de las Resinas

El proceso de endurecimiento o polimerización de las resinas se lleva a cabo mediante reacciones químicas de adición de los monómeros que componen la matriz, hasta formar una molécula de mayor peso molecular llamada polímero. Para que la reacción se produzca, los monómeros deben ser activados a través de un agente iniciador, el cual una vez activado utiliza su energía para romper un doble enlace de carbono presente en el monómero, así pasa de ser un monómero pasivo y estable, a ser una molécula altamente reactiva con electrones libres capaces de reaccionar con otros monómeros hasta completar la polimerización. (21, 22)

La polimerización de las resinas compuestas constan de tres etapas:

1.- Etapa de Iniciación: el agente iniciador fotosensible (dicetona), se energiza y activa, transformándose en un radical libre. Este le brinda energía extra al sistema, la cual es transmitida a los monómeros permitiendo la ruptura de un doble enlace de carbono ($C=C$) presente en su estructura. Con esto el monómero se une al radical libre a través de un enlace covalente, formando una nueva molécula que constituye un nuevo radical libre, capaz de continuar la propagación de la reacción. (22, 37)

2.- Etapa de Propagación: reacción en cadena hasta que se agote el monómero.

3.- Etapa de Terminación: esta etapa ocurre cuando dos moléculas de polímero reactivos se transfieren la energía por acoplamiento directo, inactivándose mutuamente.

Producto de la polimerización la resina compuesta experimenta dos fenómenos, por un lado se genera exotermia debido a que el material sufre una transición desde un estado de mayor energía a otro de menor energía, y el segundo fenómeno corresponde a la contracción de polimerización, disminuyendo el volumen total de la masa. (37)

Previo a que ocurra la polimerización, en el estado inicial de los composites los monómeros están libres manteniendo una distancia entre sí determinada por fuerzas de Van der Waals. Una vez que sucede la polimerización las unidades de monómero ahora presentes en el polímero, se unen entre sí por medio de enlaces covalentes reduciendo las distancias entre ellos, lo que provoca una reorganización espacial que se traduce en la disminución volumétrica de la matriz, fenómeno conocido como Contracción de Polimerización. (37) Este fenómeno es inherente a los composites, y los valores de disminución volumétrica varían de 2 a 4% del volumen total. (30)

Las resinas compuestas se contraen de forma centrípeta cuando están en condiciones libres, sin superficies a las cuales adherirse. Pero cuando el material está adherido a más de una superficie dentaria, la contracción de polimerización se verá afectada producto de esta unión, por lo tanto no podrá contraerse libremente hacia su centro, generando una tensión o estrés de contracción hacia las paredes que la mantienen adherida. El material aprovecha sus superficies libres de adhesión para fluir y contraerse libremente disminuyendo las tensiones, de esta forma se evita el colapso del sistema adhesivo. (37)

Cuando la magnitud de las tensiones liberadas por la resina, superan la fuerza adhesiva del complejo diente-restauración, se produce un desajuste en la interfase que causa la aparición de la brecha marginal, dando cabida al proceso de microfiltración marginal, es decir, el pasaje clínicamente indetectable de

bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre ambas estructuras, ocasionando un sin número de complicaciones clínicas que pueden culminar en el fracaso de la restauración. (7, 30)

Si consideramos que la preparación cavitaria posee varias paredes y que la contracción de polimerización se encuentra dirigida hacia cada una de ellas, entonces surge la problemática de que cada superficie adherida tracciona la resina hacia su lado, generando un juego de tensiones donde la pared con menor valor adhesivo sufrirá el desajuste de la restauración. De ésta forma nace el concepto de Factor de Configuración Cavitaria, publicado por Feilzer en 1987. (12)

Factor C o Factor de Configuración Cavitario

Es una relación matemática simple que permite predecir la magnitud del estrés de polimerización que generará una resina compuesta en una preparación biológica específica, posterior a ser polimerizada. Es decir, estima la tensión residual de polimerización que sufrirá la restauración según su configuración cavitaria. (22)

Feilzer y cols, definieron el factor C como la relación proporcional que existe entre las superficies adheridas y las no adheridas o libres de adhesión del material restaurador a la preparación cavitaria, al confeccionar la restauración. Interpretando este coeficiente podemos decir que cuanto mayor sea el valor del Factor C para una cavidad, esta cuenta con más superficies adheridas, y por tanto la capacidad que posee la resina de fluir será menor, y será menor la capacidad de contraerse libremente, aumentando la tensión residual producto de la contracción de polimerización. Por lo tanto a mayor factor de configuración, mayor es el estrés generado. (10)

La contracción de polimerización es un fenómeno intrínseco al uso de resinas compuestas, el cual no puede ser evitado pero si disminuido y contrarrestado. Es así como se han planteado mejoras en los sistemas adhesivos,

modificaciones en la naturaleza y composición de la matriz orgánica o bien a través de la evolución de la técnica operatoria, para lo cual surgió la denominada Técnica Incremental. (6, 46)

Técnica Incremental

Consiste en la construcción progresiva de la restauración, agregando pequeñas cantidades de composite en capas sucesivas, y polimerizadas consecutivamente, con el fin de disminuir la magnitud de la contracción de polimerización y con ello atenuar la tensión residual entre la resina compuesta y la cavidad, reduciendo la posibilidad de microfiltración marginal. (21, 22)

En la Técnica incremental, el operador agregará a la preparación volúmenes de material no superiores a 2 mm de grosor, con el fin de disminuir la magnitud de la tensión residual entre la resina y la cavidad, además de reducir el número de planos adheridos en relación a las superficies libres del material durante la polimerización de cada incremento, lo que favorece la liberación de tensiones residuales. Esto se traduce en una mejor adaptación del material reduciendo la posibilidad de microfiltración y sus complicaciones subsecuentes. (12)

Lekha Santhosh (2008) analizó la microfiltración marginal obtenida comparando tres tipos de técnica incremental, y en sus resultados expone que no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los 3 grupos, concluyendo además que ninguna de las técnicas utilizadas fue capaz de eliminar la microfiltración. (47)

Entonces se podría aseverar que la técnica incremental contribuye reduciendo la magnitud de la contracción de polimerización y permite una mejor adaptación del material, sin embargo, no evita totalmente la aparición de microfiltración marginal, y suma complicaciones clínicas añadiendo más pasos operatorios a una técnica restauradora que por sí es compleja en su totalidad, incrementando el tiempo clínico que requiere el proceso. Por lo cual para muchos odontólogos resulta poco eficiente restaurar piezas dentarias posteriores utilizando

técnicas de múltiples pasos operatorios. Ante esto el concepto de obturar en “un solo paso” para reducir el tiempo invertido en adaptar múltiples capas de composites, ha sido un tema atractivo desde hace algún tiempo. (48)

En los últimos años la industria odontológica ha introducido nuevos biomateriales al mercado que han intentado reducir parte del tiempo y número de pasos empleados en la estratificación y adaptación del composite. Uno de ellos fue Quixx (Dentsply), sin embargo debido a su alta viscosidad, era necesario agregar previamente una resina de baja viscosidad para lograr una buena adaptación a la base cavitaria. (49) Otro material es Surefill SDR (Dentsply), el cual se promociona como un composite fluido que permite la colocación en un incremento base de gran tamaño, que posteriormente debe ser revestido con una resina compuesta de alta viscosidad que pueda ser modelada, reduciendo el proceso operatorio a dos capas de composite. (50)

La mayor preocupación respecto a las restauraciones de carga en un solo paso y la razón por la cual no se ha masificado su uso, es debido a la dificultad que poseen para lograr una buena adaptación a las paredes cavitarias y al posible efecto de la contracción volumétrica, factores que pueden provocar desajuste en la interfase diente-restauración generando finalmente la microfiltración marginal.

Con el propósito de solucionar dichas vicisitudes, apareció un nuevo biomaterial llamado SonicFill™ (Kerr).

SonicFill™ es un composite de alta viscosidad, baja contracción, y gran profundidad de polimerización, permitiendo fotoactivar incrementos de hasta 5mm. Está diseñado para ser aplicado directamente en la cavidad, logrando la restauración con un único incremento. (14, 51).

SonicFill es un producto innovador que mezcla material y tecnología en un mismo proceso. Está constituido por una resina compuesta con alta carga de relleno y modificadores especiales que reaccionan con energía sónica, aplicada a

través de una pieza de mano (KaVo) creada específicamente para SonicFill.



Figura N°2: Pieza de Mano de activación sónica, específica para SonicFill. Cuatro puntas removibles que contienen la resina compuesta SonicFill en su interior.

Al aplicar dicha energía a través de una pieza de mano específica KaVo, los modificadores provocan la licuefacción de la resina, disminuyendo drásticamente la viscosidad de la masa en un 87%, incrementando la fluidez del material, lo que permite una rápida inserción y óptima adaptación a las paredes de la cavidad. Cuando la energía sónica cesa, el composite recupera gradualmente su consistencia inicial, lo que agregado a su naturaleza no adherente y firme, permite un modelado rápido y sencillo. Los altos niveles de foto-iniciadores del material permiten alcanzar una polimerización completa a 5mm de profundidad. (13, 14)

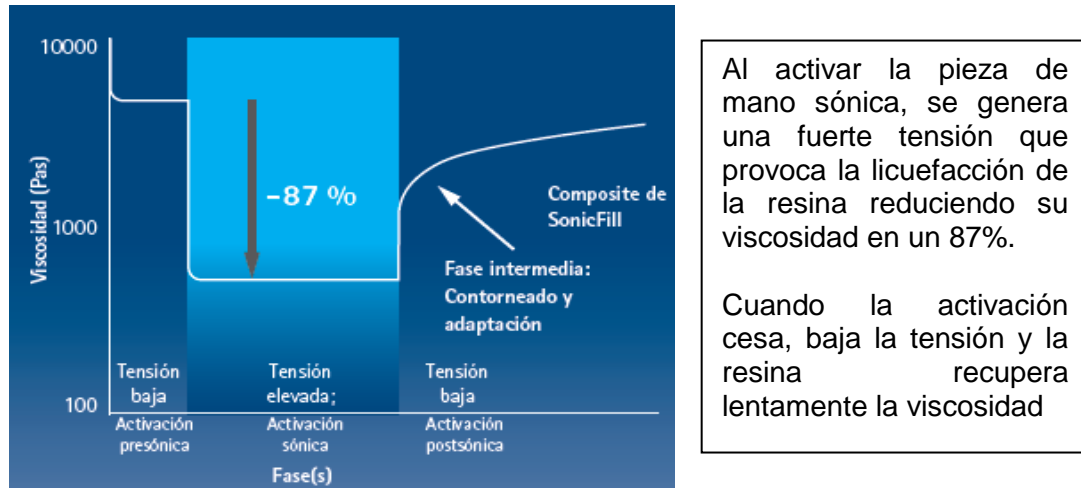


Figura N°1: Viscosidad de SonicFill™ (Kerr) según el estado de activación sónica.

SonicFill está indicado para restaurar toda clase de preparaciones cavitarias en dientes posteriores con dimensiones menores o iguales a 5 mm de profundidad, disminuyendo los tiempos y simplificando el proceso operatorio, sin comprometer la calidad. (13, 14)

Debido al poco tiempo que lleva este producto en el mercado, aun no existe suficiente evidencia científica que avalen los resultados clínicos referidos. Por esta razón, el presente estudio buscó determinar el grado de sellado marginal obtenido entre restauraciones de resina compuesta realizadas con una técnica monoincremental a través de SonicFill (Kerr), en comparación con una técnica incremental utilizando una resina compuesta convencional, Herculite Precis (Kerr), para establecer si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

HIPÓTESIS

“Existen diferencias en el grado de sellado marginal *in vitro* generado entre restauraciones realizadas con resina compuesta Sonic Fill™ (Kerr) y una resina compuesta convencional Herculite Precis (Kerr)”

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal *in vitro* generado entre restauraciones realizadas con resina compuesta Sonic Fill™ (Kerr) y una resina compuesta convencional Herculite Precis (Kerr)

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a.- Determinar el grado de sellado marginal *in vitro* generado, en restauraciones realizadas con resina compuesta Sonic Fill™ (Kerr).

b.- Determinar el grado de sellado marginal *in vitro* generado, en restauraciones realizadas con la resina compuesta convencional Herculite Precis (Kerr).

c.- Analizar comparativamente el grado de sellado marginal *in vitro* generado por ambos sistemas restauradores

MATERIALES Y MÉTODO

La presente investigación, es un estudio de tipo experimental, *in vitro*, el cual se llevó a cabo en las dependencias del Laboratorio de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se trabajó con 20 terceros molares humanos, sanos, con indicación de extracción, los cuales permanecieron sumergidos en suero fisiológico (Cloruro de Sodio 0,9%), en un recipiente cerrado hasta su manipulación y cavitación.

Antes de realizar las preparaciones biológicas los dientes fueron sometidos a limpieza, para la remoción y eliminación de restos de tejido periodontal, y tejidos blandos adheridos.

En cada uno de los molares se tallaron 2 preparaciones cavitarias proximales clase II, según la clasificación de Black, comprometiendo las superficies ocluso-mesial y ocluso-distal respectivamente. Las preparaciones fueron estandarizadas de forma tal que ambas cavidades quedaran simétricas. Las dimensiones de la configuración cavitaria fueron las siguientes: se talló la pared proximal desde oclusal hacia cervical, hasta alcanzar una extensión de 4 mm, dejando la pared cervical como mínimo a 1 mm por sobre el Límite Amelo-Cementario (LAC), el ancho vestíbulo-palatino fue de 4 mm, y la profundidad axial de 3 mm, quedando todo el borde cavo superficial en esmalte y la pared axial en dentina.

Luego de hacer las preparaciones cavitarias, los molares fueron tratados conforme al siguiente procedimiento; Todas las preparaciones mesiales, se obturaron con resina compuesta SonicFill™ (Kerr), bajo el protocolo descrito a continuación:

Primeramente se realizó una aplicación de ácido ortofosfórico al 37% Gelacid (AZD Systems) en gel, a nivel de Esmalte, en el borde cavo superficial durante 10

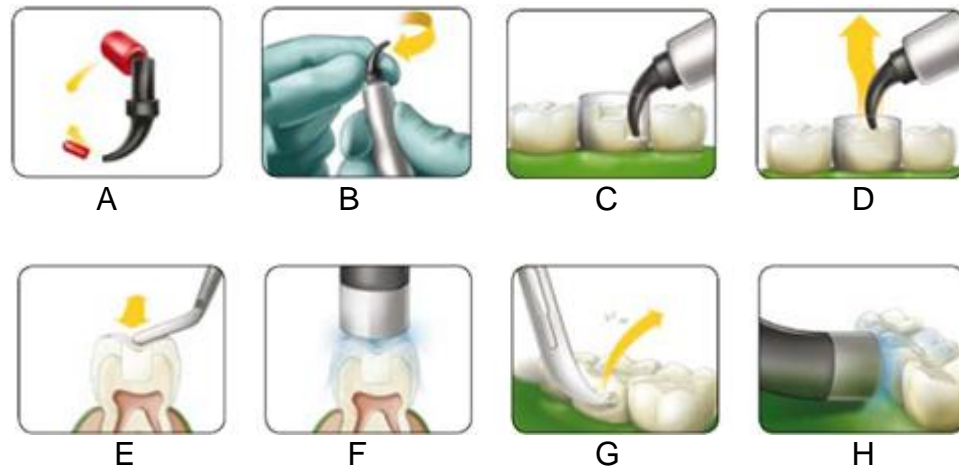
segundos. A continuación se efectuó el lavado de la superficie con abundante agua, seguido del secado del agua remanente con aire proyectado por medio de la jeringa triple. Posteriormente se grabó Esmalte y Dentina por 10 segundos, aplicando la cantidad suficiente de ácido ortofosfórico 37% dentro de la preparación hasta lograr rebasar los bordes cavitarios y alcanzar la superficie adamantina. Luego se empleó abundante agua para eliminar completamente el ácido utilizado, y se procedió a secar el esmalte a través de la jeringa triple y la superficie dentinaria con motas de papel absorbente, obteniendo un grabado diferencial de 20 segundos para el esmalte y 10 segundos para la dentina.

Aplicación del Adhesivo, Optibond all-in-one (kerr):

Posterior al grabado se aplicó una primera capa de adhesivo mediante una microbrocha, frotando y esparciendo el material durante 20 segundos, procurando abarcar toda la preparación, seguido de un soplado suave que permitió homogenizar y escurrir el material por toda la cavidad. Luego se aplicó una segunda capa de adhesivo frotándolo a la preparación durante 20 segundos más, para finalmente y por medio de una lámpara halógena (3M ESPE), fotoactivar el adhesivo por 20 segundos. Esta lámpara fue calibrada con un radiómetro (FVE, BTM-2000), registrando una intensidad de salida de luz de 700 mW/cm^2 , con la cual se trabajó sobre ambas preparaciones durante todo el procedimiento adhesivo y restaurador.

Previo a la obturación, el molar fue envuelto con una banda metálica ajustándola a la superficie dentaria por medio de un portamatriz, verificando que se lograra un buen sellado cervical, luego se rellenó la cavidad con un solo bloque de SonicFill (Kerr).

Figura N° 3: esquema de aplicación del SonicFill™ (Kerr)



A: Se elige la punta en cuyo interior está el material, de acuerdo al color de la pieza dentaria. B: Ajuste de la punta removible a la pieza de mano sónica. C: Se envuelve la pieza dentaria con una banda matriz que permite el ajuste cervical, y luego se activa la pieza de mano y se agrega el material a la cavidad como resina fluida. D: Cesa la actividad de la pieza de mano y se detiene el suministro de SonicFill, con lo cual se retira la pieza de mano, sin modificar lo agregado. E: Mientras la resina recupera paulatinamente su viscosidad, puede ser condensada con una espátula de resina. F: Polimerizar 20 segundos por oclusal, con lámpara halógena. G: Eliminar los excesos de resina y adhesivo. H: Polimerizar por vestibular y lingual/palatino por 10 segundos respectivamente.

Todas las preparaciones distales, fueron restauradas utilizando resina compuesta convencional Herculite Precís (Kerr), por medio de la técnica incremental bajo el siguiente protocolo:

Previo a iniciar la obturación, las cavidades distales de los molares fueron sometidas a los mismos procedimientos adhesivos y preoperatorios, descritos anteriormente para las cavidades mesiales.

En el proceso de obturación realizado con la técnica incremental se comenzó agregando una pequeña cantidad de resina compuesta en el fondo cavitario, para luego condensarla hacia una de las paredes vestibular, lingual o palatina, y en

seguida fotopolimerizar el material por 30 segundos, inmediatamente se añadió un segundo incremento de resina el cual fue condensado hacia el fondo cavitario y luego hacia la pared contralateral, para fotopolimerizar nuevamente por 30 segundos. Posteriormente se agregaron dos incrementos adicionales aplicándolos del mismo modo recién descrito. Finalmente se agregó un quinto incremento de resina para sellar la cavidad completamente y fotopolimerizar la obturación obtenida durante 40 segundos.

Una vez que las 20 piezas dentarias fueron obturadas, se sellaron los ápices mediante un tapón de vidrio ionómero de restauración, de fraguado químico (Securafil^R), agregando el material dentro del foramen apical y extendiendo levemente la aplicación hacia la raíz para obtener un buen sellado. Luego se aislaron las superficies radiculares añadiendo una capa de cianocrilato y dos capas de esmalte de uña por toda la superficie hasta el límite amelocementario. Realizado este procedimiento, las piezas dentarias fueron sumergidas por su porción radicular en acrílico de auto polimerización, dejando expuesta la corona (y las restauraciones) al medio ambiente.

Finalizados los pasos anteriores las piezas dentarias fueron almacenadas en una estufa (Heraeus) a 37° Centígrados, con humedad relativa de 100% por un periodo de 48 horas para simular las condiciones de la cavidad bucal.

Cumplido dicho periodo los molares fueron sometidos a un baño de termo ciclado de 100 ciclos, cumpliendo un meticuloso protocolo de tres pasos, el primer ciclo de 30 segundos entre 4 y 6° celcius, el segundo ciclo de 10 segundos a temperatura ambiente, y el tercer ciclo de 30 segundos a 60° grados celcius, para luego volver a temperatura ambiente por 10 segundos más. Cada uno de los baños a las diferentes temperaturas estaban constituidos por una solución acuosa de azul de metileno al 1% como marcador de la interfase diente-restauración.

Terminado el termociclado, los molares fueron cortados sagitalmente utilizando un micromotor (W&H) y un disco diamantado dividiendo el diente en dos

porciones aproximadamente iguales, dejando expuestos en ambos cortes las restauraciones mesiales y distales. Los cortes fueron labrados sin refrigeración, con pausas intermitentes para evitar el aumento excesivo de calor.

Las porciones obtenidas fueron observadas y medidas bajo microscopio óptico graduado (Carl Zeiss), así se evaluó la filtración marginal existente, la cual se midió por la distancia que recorrió el colorante en la interfase diente-restauración. Con esa distancia se calculó el porcentaje de infiltración en relación a la longitud total de la profundidad de la cavidad.

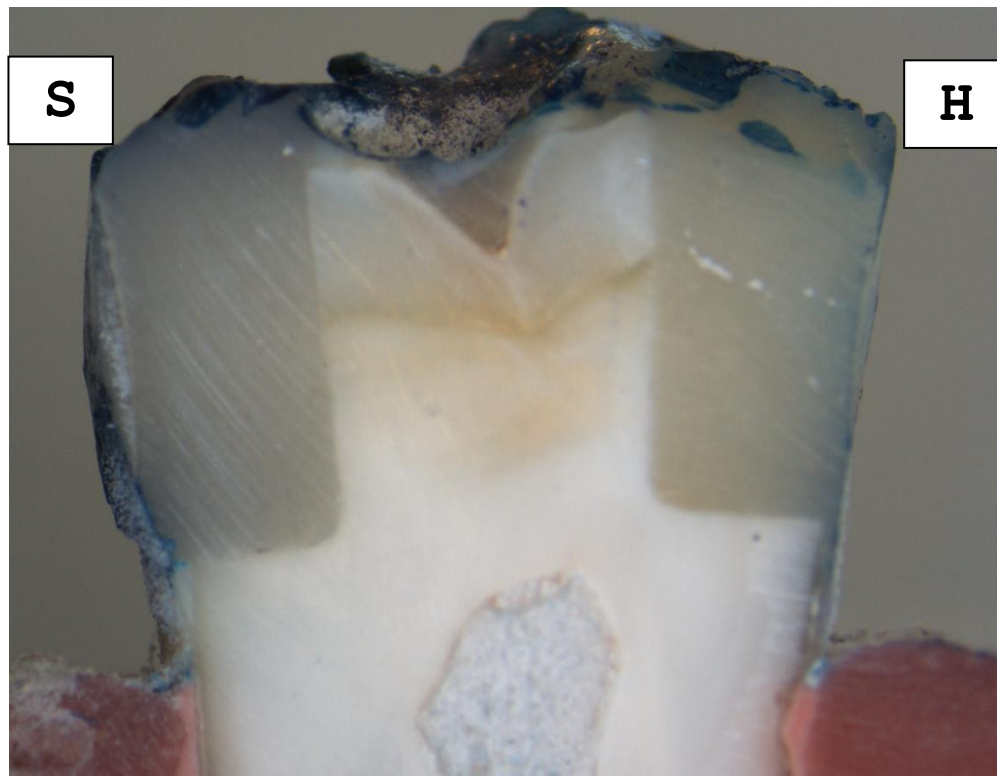


Figura N°4: Molar cortado sagitalmente para observar el grado de filtración marginal. La letra S, representa la restauración realizada con SonicFill. Con letra H la obturación efectuada con Herculite Precis.

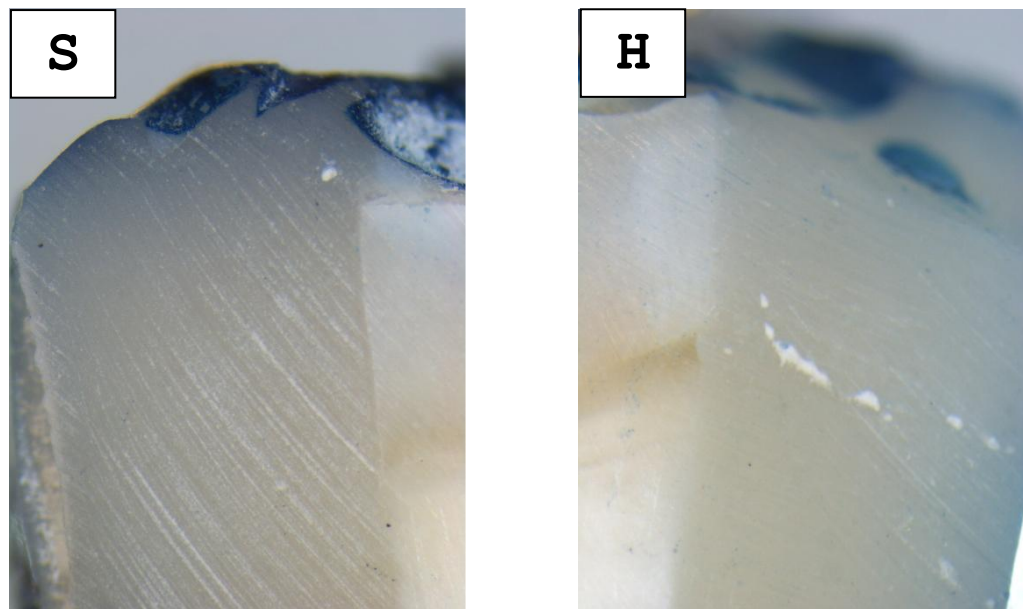


Figura N°5: Imagen ajustada a la parte superior del molar, donde se ve la mitad oclusal de la restauración. La letra S, corresponde a SonicFill. La letra H, corresponde a Herculite Precis.

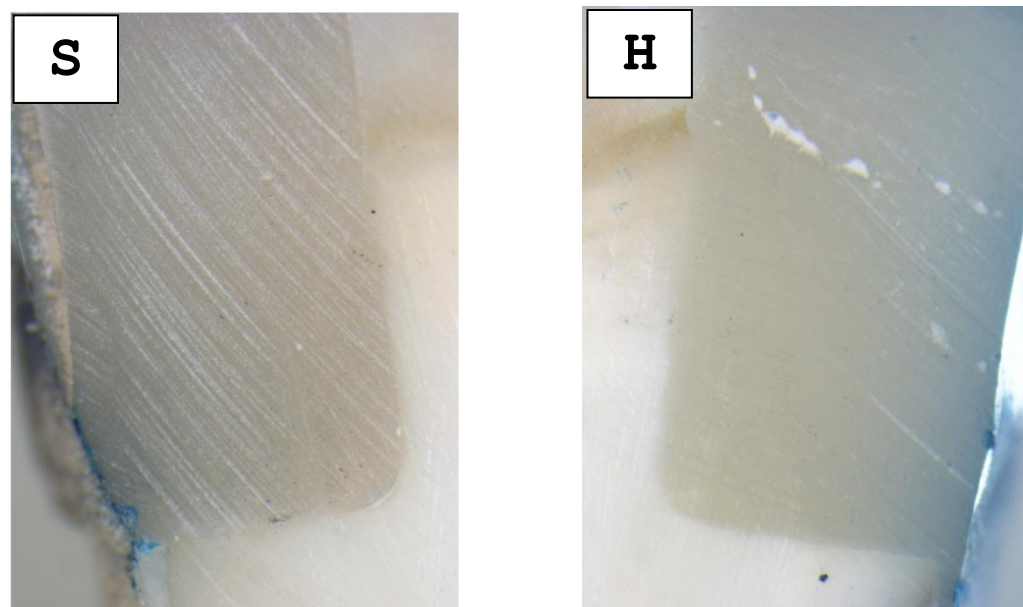


Figura N°6: Imagen ajustada a la parte cervical del molar, donde se ve la pared cervical y axial de la restauración. La letra S, corresponde a SonicFill. La letra H, corresponde a Herculite Precis.

Los resultados obtenidos de la observación fueron tabulados y analizados estadísticamente según el Test de Shapiro-Willk, para determinar si la distribución que presentaba la muestra era normal. Finalmente los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. Para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas variables. El nivel de significación utilizado fue de $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS

Los resultados alcanzados en cada grupo fueron tabulados y graficados como se expone a continuación.

Diente	Porcentaje de Filtración	
	Herculite Precis	SonicFill
1	0,0%	0,0%
2	17,8%	0,0%
3	11,1%	0,0%
4	0,0%	0,0%
5	0,0%	0,0%
6	5,0%	8,0%
7	6,0%	0,0%
8	0,0%	0,0%
9	0,0%	0,0%
10	0,0%	0,0%
11	0,0%	0,0%
12	0,0%	0,0%
13	25,7%	0,0%
14	0,0%	0,0%
15	0,0%	0,0%
16	7,5%	0,0%
17	0,0%	5,7%
18	10,0%	18,0%
19	11,1%	0,0%
Media	4,96%	1,67%

Tabla N°1: Valores de porcentaje de infiltración marginal obtenidos con ambas técnicas y medias para cada una respectivamente.

Nota: de los 20 molares seleccionados, hubo un molar que debió ser descartado del estudio, pues sufrió filtración del agente marcador por otras vías tiñendo toda la dentina, este suceso no permitió evaluar la microfiltración marginal de dicho molar, por lo que se redujo el tamaño de la muestra a 19 piezas dentarias.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk (1965). Posteriormente se estimaron estadígrafos descriptivos que permitieran tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados.

Los tratamientos fueron comparados mediante la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha = 0,05$.

Resultados de la estimación de la normalidad en los datos de ambos tratamientos estimados

Pruebas de normalidad del estudio		
	Tipo de Composite	Shapiro-Wilk
		Sig
Porcentaje de Filtración Marginal	Herculite	,000
	Sonic Fill	,000

Tabla N° 2: Análisis estadístico mediante test Shapiro-Wilk

En la Tabla N° 2, se muestran los resultados de la estimación de distribución normal de los datos en los tratamientos estudiados. Se encontró que la prueba fue altamente significativa ($p < 0,05$), lo cual indica que ambos grupos de datos no tienen distribución normal.

Resultados de la estimación del rango promedio y suma de rangos en los datos de los tratamientos estudiados.

	Tipo de Composite	N° de Dientes	Rango promedio
Porcentaje de Filtración Marginal	Herculite	19	22,05
	Sonic Fill	19	16,95
	Total	38	

Tabla N° 3: rangos promedios y suma de rangos para ambas Resinas compuestas

Se muestran los rangos promedios observados en cada tratamiento. Se observa que este indicador es aparentemente mayor en el grupo Herculite, lo que indica que la filtración marginal debiera ser mayor en este tipo de restauración en relación con la comparada.

Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados

	Filtración Marginal
U de Mann-Whitney	132,000
W de Wilcoxon	322,000
Z	-1,768
Sig. asintót. (bilateral)	,077

Tabla N° 4: Sistemas Estadísticos de contraste

En la Tabla N° 4, se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El estadígrafo asociado a la prueba empleada en el presente trabajo no fue significativo 0,07, lo cual indica que ambos tratamientos no tienen diferente nivel de filtración desde el punto de vista estadístico.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demuestran, aunque en muy bajo porcentaje, la aparición de microfiltración marginal para ambos sistemas de resina a nivel cervical, expresando además que hay diferencias en el porcentaje de microfiltración entre ambas resinas, siendo menor para SonicFill, en comparación con la resina compuesta convencional Herculite Precis, siguiendo el mismo patrón de grabado y acondicionamiento para ambos sistemas.

Alb C y cols el 2010, testearon la microfiltración marginal bajo microscopía electrónica de barrido para un estudio que comparó tres resinas compuestas, con sus sistemas adhesivos, obteniendo también presencia de microfiltración. (53)

En un estudio realizado por Majeed A (2009), se comparó la microfiltración en esmalte y dentina para cuatro sistemas de resina compuesta en cavidad clases II, y en cuyos resultados ninguno de los materiales aplicados fue capaz de eliminar completamente la microfiltración marginal. (54)

Tomando como ejemplos sólo algunos de los estudios efectuados con resinas compuestas, por diferentes investigadores y bajo distintas técnicas, todos concuerdan que independiente de la técnica obturadora aplicada, del tipo y consistencia de resina compuesta utilizada, del tipo y mecanismo de adhesión, así como la técnica de polimerización, todos los resultados presentaron microfiltración marginal en algún porcentaje, algunos con y otros sin, diferencia estadísticamente significativa.

A su vez, en el estudio desarrollado por Radhika M y cols. (2010), se evaluó la microfiltración marginal en cavidades clase II utilizando 6 técnicas restauradoras diferentes, todas las cuales presentaron microfiltración marginal, concluyendo que la resina fluida aplicada como primera capa reconstructiva, logró una mejor adaptación a la cavidad y por lo tanto, consiguió una menor microfiltración marginal, versus cuando se obturó la cavidad solamente con resina convencional. (55)

Volviendo al presente estudio, los resultados también se correlacionan con los trabajos realizados por Alvarez, R. y Diaz, I. efectuados el 2012, quienes analizaron mediante M.E.B. el grado de adaptación y sellado marginal obtenido entre SonicFill (Kerr) y las paredes dentarias, en comparación con Herculite Precis (kerr), observando que la resina SonicFill (Kerr) presenta mejor adaptación al diente, en especial en los bordes cavo superficiales, en comparación con la resina convencional Herculite Precis (kerr). Ambos trabajos se efectuaron con similar metodología, pero se desarrollaron en forma independiente y en diferentes instituciones, obteniendo los mismos resultados, permitiendo así validar las cifras alcanzadas en la presente investigación.

Pese a que los resultados obtenidos en el presente estudio han demostrado la presencia de microfiltración marginal, los valores promedios alcanzados para ambos sistemas restauradores fueron notoriamente bajos, en comparación con las cifras logradas en otras investigaciones desarrolladas, siendo el porcentaje de infiltración promedio para la resina convencional Herculite Precis equivalente a 4,96%, y el porcentaje promedio correspondiente a la resina mono bloque SonicFill, fue de 1,67%, el cual es casi nulo.

Es relevante destacar la magnitud de los valores identificados en esta investigación, ante lo cual, una razón que podría explicar este fenómeno para ambos sistemas restauradores, corresponden a la técnica de grabado ácido utilizada.

Algo similar a lo recién planteado se observó en la investigación desarrollada por Retamal A. 2012, en la cual se realizó un análisis comparativo *in vitro* del grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta efectuadas con dos métodos de grabado ácido diferentes, y se demostró que existen diferencias estadísticamente significativas al comprar la técnica de grabado ácido convencional, versus la técnica de grabado ácido en dos tiempos. Obteniendo un promedio de infiltración de 15,3 % para la técnica de gravado ácido convencional, y un promedio de infiltración marginal de 3,0 % para la técnica de grabado en dos tiempos.

Lo anterior se ve reforzado en el estudio desarrollado por Retamal J. 2012, quien realizó un análisis descriptivo morfoestructural mediante microscopía electrónica de barrido, del efecto que tenía sobre esmalte el grabado ácido convencional, versus el grabado ácido en dos tiempos operatorios, encontrando que la técnica de grabado ácido en dos tiempos, muestra la imagen de un patrón de grabado ácido notoriamente más definido e irregular, lo que beneficiaría el proceso de adhesión.

A partir de los estudios anteriores podríamos confirmar que al utilizar la técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios, que fue la misma técnica empleada en el presente estudio, se logra un mejor patrón de grabado permitiendo que la estructura adamantina esponja más sitios de adhesión, lo que genera una mejor y mayor microretención, favoreciendo una mejor adhesión y obteniendo como consecuencia, un menor grado de microfiltración en la interfase diente restauración. Por lo tanto es necesario destacar la técnica de grabado ácido en dos tiempos, como uno de los factores preponderantes al momento de justificar las bajas cifras de microfiltración marginal obtenidas.

Por otro lado, el estudio realizado por Owens BM (2003), demostró diferencia significativa en el grado de filtración para la misma técnica y material restaurador, cuando la dentina es secada con un aplicador absorbente, que cuando la dentina es secada con aire mediante la jeringa triple.

Aunque el estudio de Owens utiliza otro diseño cavitario y diferentes materiales, podría coincidir con el presente trabajo, en que al secar la dentina con motas absorbentes en vez de aire, se logran mejores valores de sellado, esto debido a que la mantención de humedad en la superficie dentinaria evita que la malla colágeno expuesta colapse, alcanzando una mejor adhesión entre la resina y la pieza dentaria, disminuyendo la aparición de microfiltración marginal.

A pesar de que en la investigación actual los valores alcanzados experimentalmente denotan diferencias en el porcentaje de microfiltración marginal

para ambas resinas compuestas, estas no fueron estadísticamente significativas. Esta conclusión se logró gracias al análisis estadístico de los resultados mediante la aplicación del test de U de Mann-Whitney, los que arrojaron que para ambas técnicas utilizadas, no existen diferencias estadísticamente significativas en sus valores de infiltración.

Es necesario mencionar, que no existe evidencia científica sobre estudios experimentales similares al desarrollado, en el cual se evalúe el porcentaje de microfiltración marginal entre SonicFill (Kerr) y otras resinas compuestas existentes, con los cuales se puedan establecer comparaciones directas. Sin embargo, la evidencia encontrada cuenta con una serie de investigaciones realizadas entre la firma comercial Kerr y algunas universidades, otorgando ciertas experiencias que exponen resultados similares a los alcanzados en este trabajo.

Es así como en las investigaciones efectuadas por Blunck U, se evaluó la adaptación marginal de SonicFill comparado con otros composites, utilizando diferentes adhesivos, encontrando que SonicFill presenta una excelente adaptación marginal, incluso superior a sistemas restauradores convencionales. Aunque dicho estudio no cuenta con análisis estadístico de la muestra, las conclusiones alcanzadas son similares a las desarrolladas en la presente investigación. (13)

La investigación realizada por Muñoz C, evaluó la microfiltración marginal en preparaciones Clase II restauradas con el sistema SonicFill, por medio de SEM. Los resultados demostraron menor microfiltración para SonicFill, en comparación con las otras resinas utilizadas, pero las cifras obtenidas no reportaron diferencias estadísticamente significativas entre los materiales. (14)

La similitud de ambas investigaciones con el presente estudio es clara, considerando además que en los procedimientos experimentales respectivos, sus autores restauraron cavidades clases II, y posteriormente sometieron las piezas dentarias a termociclado, presentando una metodología semejante a la desarrollada en la presente investigación. De lo cual debemos destacar, que los resultados

alcanzados en ambos estudios fueron similares al presente, al exponer que pese a que si existió diferencia en la microfiltración marginal entre los sistemas comparados, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal entre SonicFill y los otros materiales utilizados. (14)

Adicionalmente, el trabajo efectuado por Muñoz C. agregó a lo anterior, que SonicFill fue el único de los materiales probados completamente libre de burbujas. Esto es similar a lo observado en este estudio a través del microscopio óptico, quedando en evidencia en las figuras N° 4, 5, y 6, en las cuales podemos apreciar gran cantidad de burbujas en la matriz de la restauración de resina compuesta convencional Herculite Precis, comparada con la mayor homogeneidad que presenta la obturación de SonicFill.

De acuerdo a los resultados de esta y otras investigaciones desarrolladas, y considerando que todas concuerdan en que SonicFill (kerr) posee mejores valores en el sellado marginal, no habrían diferencias estadísticamente significativas con las restauraciones realizadas con resinas compuestas convencionales. Por lo mismo y de acuerdo a lo anterior, sería razonable decir que SonicFill podría elegirse como alternativa al obturar restauraciones compuestas posteriores, por la ventaja en la sencillez de la técnica restauradora, y los bajos valores obtenidos en la magnitud de sellado marginal, comparado con resinas compuestas convencionales.

Sin embargo la carencia de evidencia científica respecto al uso de SonicFill, sugiere la necesidad de continuar esta línea de investigación, realizando pruebas tanto *in vitro* como *in vivo*, para determinar si ésta técnica es una herramienta efectiva en la reducción de la microfiltración marginal, comparada con las resinas convencionales.

CONCLUSIONES

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

- Los valores promedio del porcentaje de infiltración de la resina SonicFill fueron menores que los valores promedio del porcentaje de infiltración logrados por la resina convencional Herculite Precis, sin embargo, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas.
- Pese a la baja magnitud de los valores obtenidos, ninguna de las dos resinas utilizadas eliminaron completamente la microfiltración marginal en resinas compuestas clase II.
- Finalmente podemos concluir que no se valida la hipótesis planteada al inicio del estudio, pues no existen diferencias estadísticamente significativas en el sellado marginal de restauraciones clase II, una tratada con resina Herculite Precis y la otra tratada con Sonic Fill.

SUGERENCIAS

1. Debido al escaso tiempo que posee este material en el mercado odontológico, es preciso desarrollar más investigaciones que permitan medir las propiedades mecánicas, tales como la resistencia mecánica, dureza superficial y resistencia a la abrasión que posee la resina compuesta SonicFill™ (Kerr).
2. Del mismo modo, es necesario desarrollar estudios adicionales que permitan determinar el grado de polimerización alcanzado por el material, comparando el grado de polimerización por capas, a nivel superior y en el nivel más profundo de la restauración.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Torres D. "Análisis comparativo in vitro de la microfiltración de restauraciones realizadas con resina de Single Bond con y sin fotopolimerizar el adhesivo". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2003.
2. Beros, I., Ehrmantraut, M., Astorga, C., "Estudio comparativo *in vitro* de la tracción diametral y dureza superficial, entre una resina compuesta fluida y dos cementos de resina de curado dual". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano Dentista. Universidad de Chile. 2006.
3. Ehrmantraut, M. Bader, M. "Polimerización de Resinas Compuestas a través de estructuras dentarias" Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1994 12(2): 22-27.
4. Craig, R., O'Brien, W., Powers J. "Materiales Dentales" Sexta Edición. Editorial Mosby. 1996.
5. Swift, E. Jr. Et al. "Denton/Enamel adhesives: review of the literature". Pediatric Dentistry. 24(5): 451-456. 2002.
6. Barrancos, J. Barrancos, P. "Operatoria Dental. Integración Clínica". Cuarta Edición. Editorial Médica panamericana. 2006.
7. Barrancos J. "Operatoria Dental". Tercedra Edición. Editorial Panamericana. 1998.
8. Mondaca, J. "Estudio comparativo de la Eficacia de Adhesivos autograbantes, ante la filtración marginal" Tesis Doctoral. Departamento de Estomatología; Facultad de Odontología, Universidad de Granada. España. 2005.
9. Buergersa, R, et all. "Streptococcal adhesión to novel low-shrink silorane restorative". Dental Materials 2009.
10. Rojas, V., et all. "Análisis Comparativo del Sellado Marginal de Restauraciones de Resina Compuesta Realizadas con y sin Base de Ionómero Vítreo (Estudio in Vitro)". Revista Dental de Chile 2011; 102 (1) 18-26.
11. De la Macorra, J. " polymerization contraction of composite resin restorative materials". Odont. Conserv. 2003.
12. Cuevas, C. "Resina polimerizada por apertura de anillos, nueva posibilidad de

- material compuesto en odontología”. Trabajo para obtener el título de Cirujano Dentista. Instituto de ciencias de la salud, área Académica de Odontología. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Mayo, 2010.
13. Sonic Fill™. Portfolio of Scientific Research. Kerr Corporation. Kerr Sybron Dental Specialties.
 14. Kerr [Internet] Estados Unidos. [consulta el 28 marzo 2012]. Disponible a: <http://www.kerrdental.com/index/kerrdental-composites-sonicfill-3rdparty-2>.
 15. Bader, M., Astorga, C., y col. “Biomateriales Dentales” Propiedades Generales. Tomo I. Primera Edición. Universidad de Chile. 1996. 73 p. Cap. I,IV,VI.
 16. Ehrmantraut, M. Bader, M. “Unidad de resinas compuestas”. 2002. Texto de la Asignatura de Biomateriales odontológicos, Facultad de odontología. Universidad de Chile.
 17. Carrillo, C. “En la búsqueda del material restaurador inteligente”. Artículo de revisión. Revista ADM 2010 vol. LXVII. Número 3. pp. 114-20. Toluca, México.
 18. Macchi. Materiales Dentales. Tercera Edición: E.M. panamericana. 2000.
 19. Leinfelder, K., “New developments in resin restorative systems”. JADA. 128: 573-81. 1997.
 20. Bader, M., “Texto de Biomateriales odontológicos: Fenómenos de Superficie y Adhesión en odontología” Tomo I. Primera Edición. U. de Chile. 2004. Cap 6. p. 67-88.
 21. Peutzfeldt, A., “Resin composite in dentistry: the monomer systems”. Eur J Oral Sci 105: 97-116. 1997.
 22. Phillips, RW. “La Ciencia de los Materiales Dentales”. Undécima Edición. Elsevier España S.A. Madrid. 2004.
 23. Anusavice Kenneth J. “La ciencia de los materiales Dentales, de Phillips”. Editorial Mc Graw Hill Interamericana, Mexico. 1998. Cap 1. p 1-8, Cap 3. p.34, Cap. 12. p. 283-309.
 24. Aaron, D., James, G., Chatterjee, P., Jefferson, G., “Direct Composite Restorative Materials”. Dent Clin N Am. 2007; 51: 659-75.
 25. Bader, M., Ehrmantraut. M., Ortega, R. “Resistencia al desgaste de resinas compuestas de nanorrelleno”. Rev. Fac. Odont. Universidad de Chile. 2005; 23(1): 17-28.

26. Hervás, A., Martínez, M., Cabanes, J., Barjau, A., Fos, P., “Resinas compuestas. Revisión de los materiales e indicaciones clínicas”. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2006; 11: E215-20.
27. Ciani, K., “Comparación microscópica de la microfiltración en dos tipos diferentes de compositas utilizadas en preparaciones clases II en primeras premolares extraídas, utilizando un solución básica de fucsina.” Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad Francisco Marroquín. Guatemala. 2002.
28. Phillips, R., “La ciencia de los materiales dentales” Séptima Edición. Ed. Interamericana S.A. Mexico 1976.
29. Fleet. C., “Análisis comparative *in vitro* de la microfiltración marginal de una Resina Compuesta Microhíbrida convencional y tres de nanorelleno”. Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2004.
30. Arcos, A., “Análisi al microscópio electrónico de barrido de la magnitud de interface diente-restauración en resinas compuestas en base a dimetacrilatos y a siloranos utilizando diferentes tipos de adhesivos (Estudio *in vitro*)”. Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2011.
31. 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 obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2007.
32. Ortega, R., “Estudio comparativo *in vitro* de la resistencia al desgaste de tres Resinas compuestas de nanotecnología y tres resinas compuestas convencionales”. Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2005.
33. Sumita b. “An Application of Nanotechnology in Advanced Dental Materials”. Advances in dental Products. American Dental Association. JADA, Vol. 134, October 2003. 1382-391.
34. Cabezas, J., “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de

- restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo XP BOND™ utilizado con y sin grabado ácido total”. Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.
35. Abate, P., “Alternativas en materiales plásticos estéticos para el sector posterior”. Rev. A.O.A. Vol 86; p 390-95. 1998.
 36. Pamir, T., Turkun, M., “Factor affecting microleakage of a packable resin composite: an *in vitro* study” Oper, Dent. 2005 May-Jun; 30(3):338-45.
 37. Briceño, C., “Análisis Comparativo *in vitro* del grado de sellado marginal cervical en restauraciones de Resina Compuesta Clase II con dos técnicas restauradoras diferentes”. Trabajo de investigación para obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2012.
 38. Van Meerbeek, B., Perdigao, J., et al. “The Clinical performance of adhesives”. J. Dental. 26 (1): 1-20. 1998.
 39. Macchi. R. L. Materiales Dentales. Tercera Edición, Buenos Aires, Ed. Médica Panamericana 2000; Cap 9: 122.
 40. Silverstone L.M, Saxton C.A., Dogon I.L., Fejeskov O. Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. Caries Res. 1975; 9: 373-87.
 41. Van Meerbeek, B., et al. “Buonocore memorial lectura: adhesión to enamel and dentin: Current status and future challenges.” 2003 Oper Dent 28(3) 215-235.
 42. Montenegro, M.A., Mery, C., Aguirre, A., “Histología y embriología del sistema estomatológico”. Facultad de odontología. Universidad de Chile. 45Cap. 5 y 6.
 43. Swift, E. Jr., et al. “Denton/Enamel adhesives: Review of the literature”. Pediatric Dentistry. 24(5): 451-6. 2002.
 44. 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 obtener el título de Cirujano Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 2005.
 45. Berasategi, A. “Sistemas Adhesivos Autograbantes” Clínica Dental Donnay. 2011.

46. De la Macorra J. “ polymerization contraction of composite resin restorative materials”. *Odont. Conserv.* 2003.
47. Lekha Santhosh, Kusum Bshetty, Gururaj Nadig The influence of different composite placement techniques on microleakage in preparations with high C-factor: An *in vitro* study. *J Conserv Dent.* 2008 Jul-Sep; 11(3): 112–116.
48. Jackson, R. “Colocación de composite en posteriores: una nueva técnica, eficiente y práctica” artículo. Publicado en *Dentistry Today*. Abril 2011.
49. Manhart, J., Chen, H., Hickel, R., Clinical Evaluation of the posterior composite Quixfil in class I and II Cavities: 4-year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *J Adhes Dent* 2010. 12: 237-243.
50. Dentsply Caulk. Surefil SDR Flow Technical Product Profile. Clinician Information. October. 2010.
51. Ronald D. Jackson. Colocación de composite en posteriores, Una nueva técnica, eficiente y práctica. Artículo. *Dentistry Today*. Abril 2011
52. Cao, L., Dreschsler, U., Kerr Dental Materials Center, Orange, CA 92867. Cambio de Viscosidad de SonicFill cuando se somete a vibración sónica.
53. Alb, C., y cols. In vitro testing of an experimental dental composite resin and adhesive system. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi.* 2010 Jan-Mar;114(1):227-32.
54. Majeed A, Osman YI, Al-Omari T. Microleakage of four composite resin systems in class II restorations. *SADJ.* 2009 Nov;64(10):484-8.
55. Radhika, M., Girija S Sajjan, Kumaraswamy B N, and Neetu Mittal. Effect of different placement techniques on marginal microleakage of deep class-II cavities restored with two composite resin formulations. *J Conserv Dent.* 2010 Jan-Mar; 13(1):9-15.