



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ODONTOLÓGÍA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLÓGÍA RESTAURADORA

**ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN
MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS
CON DOS MÉTODOS DE GRABADO ÁCIDO DISTINTOS.**

Asunción Fe Retamal Martínez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Marcelo Bader**

**TUTOR ASOCIADO
Dra. Silvia Monsalves B**

Adscrito a Proyecto PRIODO/10/002

Santiago - Chile

2012



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA

**ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE MICROFILTRACIÓN
MARGINAL DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS
CON DOS MÉTODOS DE GRABADO ÁCIDO DISTINTOS.**

Asunción Fe Retamal Martínez

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL
Prof. Dr. Marcelo Bader**

**TUTOR ASOCIADO
Dra. Silvia Monsalves B**

Adscrito a Proyecto PRIODO/10/002

Santiago - Chile

2012

*Gracias Dios porque seis años, que
pudieron ser largos años,
transcurrieron en un parpadeo.*

*Gracias amigos, porque seis años,
que pudieron ser duros, serán el
recuerdo más valioso.*

*Gracias mamá, por hacer de estos
seis años de estudio, el deber más
dulce.*

AGRADECIMIENTOS

No puedo más que agradecer profunda y sinceramente al Profesor Marcelo Bader y a la Dra. Silvia Monsalves, sus conocimientos, correcciones, apoyo, confianza en mí y mi trabajo fueron el aporte más valioso que pudiera jamás haber pedido.

También debo agradecer a mi familia, quienes con infinito amor y rigurosidad me han formado y apoyado en cada tarea, momento y tribulación.

Gracias Matías, tu cariño, paciencia y sencillez me han hecho mejor persona.

Finalmente quiero retribuir también a todos los profesores, que marcaron cada paso de mi camino universitario.

ÍNDICE

| | |
|---------------------------------|------------|
| Resumen..... | pags 1-2 |
| Marco teórico..... | pags 3-19 |
| Hipótesis y Objetivos..... | pag. 20 |
| Materiales y Métodos..... | pags.21-29 |
| Resultados..... | pags 30-34 |
| Discusión..... | pags 35-37 |
| Conclusiones..... | pag 38 |
| Sugerencias..... | pag 38 |
| Referencias Bibliográficas..... | pags 39-41 |

RESUMEN

Actualmente las resinas compuestas son el material de mayor uso para restauraciones directas en Chile. Surgen en el año 1962 y desde entonces han evolucionado vertiginosamente (Bader, 1996). Sin embargo, al no poseer adhesión específica a las estructuras dentarias, el clínico debe recurrir a un procedimiento de acondicionamiento de las superficies para fijarlas a los tejidos dentarios (Ehaideb y Mohamed, 2001). El mayor defecto desde el punto de vista clínico de este biomaterial restaurador es que no logra una interface cero con el diente, debido a fenómenos de contracción que sufre al polimerizar, lo que en la práctica, se traduce en un sellado marginal defectuoso, que trae como consecuencia el fenómeno de la microfiltración marginal (Barrancos P, 2006).

La técnica de grabado ácido, como parte de la técnica de hibridación, ha venido a llenar una significativa necesidad en la operatoria dental, pues permite adherir el material restaurador, y así devolver al diente su integridad morfoestructural, sin la mayor destrucción de tejido que implicaría la preparación de una cavidad clásica para que el material pudiese retenerse con éxito (Abate P y Bertacchini S, 2007).

El presente estudio buscó dilucidar los posibles beneficios, puntualmente la disminución en el grado de microfiltración marginal, que pudiesen obtenerse modificando la clásica técnica de grabado ácido, por un procedimiento de grabado ácido en dos tiempos operatorios independientes y consecutivos.

Para tal efecto, se realizaron 60 cavidades de clase V en las caras palatinas/linguales y vestibulares de 30 terceros molares sanos recientemente

extraídos. Las caras vestibulares fueron obturadas con resina compuesta utilizando la técnica de hibridación convencional, mientras que las caras palatinas/linguales fueron obturadas utilizando la técnica propuesta de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

Los especímenes restaurados fueron sometidos al proceso de termociclado y posteriormente fue medido y comparado el grado de filtración marginal generado en ambas restauraciones de cada pieza dentaria.

La filtración marginal promedio obtenida en las restauraciones elaboradas con grabado ácido convencional fue de 15,38%, mientras que aquellas realizadas con grabado ácido en dos tiempos operatorio fue de 3,0%.

El presente estudio concluyó que existen diferencias estadísticamente significativas en relación al grado de microfiltración marginal en restauraciones realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

MARCO TEÓRICO

La caries dental constituye el mayor problema en salud bucal, no sólo en Chile, si no también, en el mundo (Palomer, 2006). La extensión del daño es significativa, pues afecta el ciclo vital desde la temprana infancia y persiste aquejando igualmente, a una vasta mayoría de la población adulta.

La Odontología Restauradora, disciplina responsable del tratamiento de la caries dental, debe procurar el enfoque más conservador posible en el procedimiento preventivo y de tratamiento (Gil y cols, 2002). El desafío apunta al desarrollo de métodos que garanticen que las lesiones cariosas puedan rehabilitarse con la más cuidadosa remoción de la estructura dentaria afectada, y que igualmente, se prevenga el ataque de otros puntos y fisuras, en la misma o en otra pieza dentaria.

El clínico, al enfrentar una lesión de caries en la cual la pérdida de tejido dentario es avanzado y de carácter irreversible, deberá intervenir reemplazando todo aquel tejido cariado o afectado por un biomaterial dental, el cual según el caso clínico y experiencia de caries podrá ser metálico o estético.

La técnica de operatoria directa se caracteriza por dos opciones clínicas, en lo que respecta al uso de materiales dentales. Una primera alternativa la configuran las amalgamas dentales, las cuales a pesar de su antigüedad, siguen siendo motivo de estudio. Las amalgamas actualmente en uso, poseen una serie de características deseables, tales como; longevidad, buenas propiedades

mecánicas, bajo costo, y fácil manipulación, atributos que las perfilan aún, como material de elección para restauraciones posteriores (Barrancos P, 2006).

Sin embargo, producto de la controversia asociada al mercurio como uno de los principales componentes de la amalgama, frente a la creciente demanda estética por parte de los pacientes, y por la necesidad biológica de realizar cavidades para restauración más conservadoras, es que se han desarrollado y perfeccionado materiales en base a resinas compuestas. Hoy las resinas compuestas son de amplio uso, superando incluso a las amalgamas como material de primera opción en la realización de restauraciones directas (Bader, 1996; O'Sullivan y cols, 2012).

Las resinas compuestas surgen como respuesta en la búsqueda de un material restaurador con capacidad adhesiva, que por un lado, cumpliera con los crecientes requerimientos estéticos del paciente y que al mismo tiempo resolviera ciertos inconvenientes, como la baja resistencia al desgaste, los altos cambios dimensionales térmicos y la falta de radiopacidad, que caracterizaban a las resinas acrílicas, uno de los escasos materiales estéticos disponibles hasta la década de los sesenta. De este modo, es que las resinas compuestas se introducen con fuerza al campo odontológico hacia la segunda mitad del siglo XX (Hervás-García, 2006).

En el año 1962, Bowen desarrolla el monómero bisfenol a glicidil metacrilato (Bis-GMA), buscando mejorar las propiedades físicas deficientes de las resinas acrílicas, logrando un material que en términos generales, se configura de modo similar al que conocemos hoy. A partir de este punto, el material ha experimentado

constantes transformaciones, a fin de perfeccionar sus propiedades físicas y mecánicas, haciéndose cada vez más aceptable para restauraciones dentales, incluso en el sector posterior (Chalifoux, 1996).

Las resinas compuestas, actualmente, a pesar de sus ventajas, presentan algunas deficiencias en cuanto a su desempeño, dentro de las cuales se encuentran: la falta de adhesión que estas poseen por sí solas a las estructuras dentarias, el fenómeno de contracción de polimerización y su coeficiente de variación dimensional térmico. Los primeros dos acontecimientos nombrados, pueden generar una brecha entre el diente y la restauración, provocando una falla en el sellado marginal, obteniéndose como consecuencia la denominada filtración marginal, definida como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas y/o iones entre las paredes cavitarias y la restauración (Yazici y cols, 2002).

Todos estos fenómenos indeseables de las resinas compuestas, han intentado ser controlados o minimizados a través de técnicas operatorias y cambios en la formulación de las resinas compuestas actuales. De este modo, la falta de adhesión se ha compensado con el acondicionamiento de la superficie dentaria y con el uso de adhesivos (Bouillaguet y cols, 2000). Por otro lado, las variaciones dimensionales por cambios térmicos pueden controlarse utilizando una correcta técnica de fotoactivación (Lösche, 1999; Carrillo y Monroy, 2009). El uso de una técnica de fotoactivación gradual tiene por finalidad darle un mayor tiempo de escurrimiento al material, y evitar así el efecto del estrés por contracción generada sobre la articulación adhesiva.

La contracción de polimerización se entiende como el fenómeno consecuente al re-ordenamiento molecular que ocurre durante la reacción de polimerización de la resina compuesta. Esta ocurre porque antes de la polimerización, la distancia entre las moléculas de los monómeros es de 0,3 a 0,4 nm, distancia determinada por fuerzas de Van der Waals. Cuando el material es activado para iniciar su polimerización, los monómeros energizados deben migrar; estos se acercan y reaccionan, estableciendo uniones covalentes, que separan a los monómeros por una distancia de 0,15 nm (Linden LA y Jakubiak J, 2001). Esta reacción genera una contracción del material durante el proceso de polimerización, capaz de hacer variar su volumen desde un 1.5% hasta un 6%. Dicha contracción se puede producir en forma libre cuando el material no está adherido a ninguna superficie, o lo está sólo a una. En estos casos, el material puede fluir fácilmente al polimerizar y la contracción genera muy bajos niveles de estrés.

Sin embargo, cuando el material se encuentra adherido a más de una superficie, no puede contraerse en forma libre y lo hace de manera restringida por la adhesión generada sobre cada una de las distintas paredes a las cuales se encuentra unido. Esto produce un aumento significativo del estrés al interior del material restaurador, el cual debe ser disipado o contrarrestado de alguna manera para así evitar que la tensión generada sea transmitida a la articulación adhesiva, con el fin de prevenir el origen de una brecha marginal y la consiguiente filtración del margen de la restauración.

Para controlar la contracción de polimerización es que se usan adhesivos específicos y se acondicionan los tejidos dentarios, lo cual sumado a la utilización

de una técnica de restauración incremental (Nikolaenko y cols 2004), permite compensar significativamente el efecto de la contracción del material, logrando por ende, reducir la microfiltración que se produce entre la restauración y la cavidad obturada (Ferracane, 2008).

La indeseada filtración marginal, sumada al factor tiempo, puede traducirse en hipersensibilidad dentaria, caries recidivante, irritación pulpar y decoloración de los márgenes de la restauración. Todo esto orienta a sostener, que para obtener una obturación de resina compuesta de adecuada calidad y longevidad, debemos procurar un sellado marginal de alto nivel, sobretodo, en relación al borde cavo superficial de la preparación, puesto que este es el portal de comunicación de la obturación con el medio externo.

Si bien se han realizado innumerables esfuerzos para introducir y desarrollar alternativas que permitan simplificar el proceso de adhesión de las resinas compuestas a la estructura dentaria, el grabado ácido del esmalte sigue siendo uno de los procedimientos más efectivos para mejorar la adhesión micromecánica de la resina compuesta al esmalte y así reducir los defectos en el sellado de la interfase diente-restauración (Norling B, 2004).

Para lograr dilucidar cómo se logra dicha unión, revisaremos primero la microestructura del esmalte dentario.

Estructura del Esmalte

El esmalte dental humano constituye un tejido fundamentalmente inorgánico, cuya composición consiste en 96% material inorgánico, 1% material orgánico y 3% de

agua. Su unidad química básica, al igual que en otros tejidos mineralizados del organismo, es la hidroxiapatita de fórmula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, la cual se estructura a través de enlaces iónicos formando subunidades trapezoidales a modo de celdillas unitarias (Nanci, 2003). Estas subunidades se ensamblan en relación a un eje central, que se visualiza como una línea central oscura, compuesta por fosfato octacálcico, conformando de este modo los cristales de hidroxiapatita (Marshall y Lawless, 1981). Los cristales se distribuyen tridimensionalmente dando origen a la unidad organizacional básica del esmalte, que es el prisma adamantino.

Los cristales según la disposición que adopten en el espacio darán origen a un esmalte de carácter prismático o bien inter-prismático. A pesar que en el pasado se describieron los prismas como una estructura hexagonal, en forma de ojo de cerradura e incluso como de paleta de ping-pong, hoy se reconoce que al corte transversal el prisma tendría una geometría más bien cilíndrica (Oyarzún, 2008). Cada prisma se extiende a lo largo de todo el grosor del esmalte, y los cristales se orientan con eje longitudinal paralelo al eje longitudinal del prisma. La longitud y dirección de los prismas varían en las distintas zonas del diente, debido a que se trata de un registro de la trayectoria seguida por los ameloblastos secretores durante la amelogénesis. Siendo más largos en la cara oclusal y más cortos en la zona cervical (Aoba, 1996). El esmalte interprismático rodea completamente al prisma, disponiéndose casi perpendicularmente a éste. Entre ambas entidades prismáticas se reconoce un espacio muy pequeño denominado vaina del prisma, compuesto principalmente por tejido orgánico.

El agua se localiza en la periferia de los cristales formando parte de la zona de hidratación, su cantidad es mínima y disminuye al avanzar la edad. Por debajo

y hacia el interior de los cristales se ubica una capa de iones y distintos compuestos absorbidos, en los que el catión Ca^{2+} puede ser substituido por Na^{2+} o Mg^{+2} y el anión OH^- por F^- o Cl^- (Marshall y Lawless, 1981), hecho que da cuenta de la gran variabilidad y dinamismo del tejido.

Adhesión a Esmalte

Buonocore en el año 1955 publicó un artículo en el Journal of dental Research, basándose en una observación de la industria de los barnices y lacas. El planteamiento que hace más de medio siglo promulgaba el investigador, alteraría por siempre la historia de nuestra profesión y establecería el punto de partida para el desarrollo de la odontología adhesiva.

Buonocore, quien había experimentado con ácido fosfórico al 85%, planteaba que la superficie del esmalte podía ser efectivamente grabada con dicho ácido, mostrando así, que la resina acrílica podía adherirse al esmalte después de recibir este tratamiento de superficie durante 60 segundos (Buonocore,1955). Más tarde se comprobaría, que cuando el esmalte es grabado con ácido, se genera un vasto número de irregularidades microscópicas en su superficie, sobre las cuales pueden penetrar materiales de resina de baja viscosidad, y una vez polimerizados allí, proveen retención micromecánica a la estructura dentaria (Buonocore y cols, 1968).

Toda la morfoestructura anteriormente descrita, perfila al esmalte dental como una bio-cerámica de características únicas, que ante la técnica de grabado ácido

responde de modo propicio, otorgando un sustrato fértil para la adhesión, pues el procedimiento:

- provee limpieza mecánica de la superficie.
- elimina el material orgánico adherido a ella.
- provee una superficie rugosa, al descalcificar el esmalte de manera heterogénea.
- aumenta el área disponible para la adhesión al sustrato.

Y consecuentemente,

- libera la energía superficial contenida en el tejido adamantino (Machi, 1977; Norling B, 2004; Abate P y Bertacchini S, 2007).

Los patrones de grabado ácido en dientes humanos se clasificaron en una primera instancia por Poole y Johnson (1967); esta clasificación inicial, fue complementada más tarde por Silverstone (1975), reconociéndose tres patrones, a saber:

- Tipo I: Ácido disuelve el núcleo de los prismas del esmalte.
- Tipo II: Ácido disuelve la periferia de los prismas del esmalte.
- Tipo III: No es posible observar estructura prismática (Silverstone y cols, 1975).

En base a estos patrones fue que posteriormente los investigadores Galil y Wright describieron cinco patrones, los cuales se han usados con mayor frecuencia y aceptación actualmente:

- Patrón I: Centro del prisma aparece erosionado mientras la periferia insoluble.
- Patrón II: La periferia del prisma aparece erosionado y el centro insoluble.

- Patrón III: Se produce erosión generalizada y se configuran imágenes que recuerdan vagamente, la morfología prismática de escamas de pescado.
- Patrón IV: Se observa una superficie con socavados y marcas no uniformes. Se caracteriza por una zona de depresiones distribuidas aleatoriamente en la superficie del esmalte sin que exista una destrucción preferentemente de la periferia o centro de los prismas.
- Patrón V: No existe evidencia de prismas. El esmalte está caracterizado por una superficie lisa que carece de micro-irregularidades (Galil y Wright, 1979)

De manera paralela y con la finalidad de afinar la técnica propuesta por Buonocore, se comprobó que altas concentraciones del ácido grabador (ácido fosfórico al 50%) en una aplicación de 60 segundos producía precipitados de sales como fosfato monocálcico, al mismo tiempo que concentraciones menores a 27%, generaban precipitados de fosfato dicálcico que eran difíciles de remover de la superficie y que interferían con la adhesión, motivo por el cual se definió el uso rutinario de concentraciones de ácido fosfórico entre 30%-40%, pues estas proporcionaban superficies de esmalte suficientemente retentivas y con una menor cantidad de precipitado de calcio (Swift, 1995).

Del mismo modo, con los años se disminuyó el tiempo de grabado ácido recomendado para esmalte, que inicialmente era de 60 segundos, llegando a establecerse en 30 segundos, comprobándose más tarde que incluso un grabado de 15 segundos lograba la misma superficie rugosa y fuerzas de unión equivalentes e incluso mejores a las logradas con 60 segundos de acondicionamiento (Barkmeier y cols, 2009). Esto debido a que la reacción de

grabado ácido resulta ser de carácter autolimitante, por lo que el sobretiem po de exposición del tejido al ácido, al igual que una concentración elevada de ácido, produce un precipitado de fosfato de calcio, el cual oblitera los poros y disminuye la capacidad de unión.

En virtud de repetir los buenos resultados brindados por la técnica de grabado ácido del esmalte en el tejido dentinario, Fusayama planteó la técnica de grabado ácido total en el año 1980, procedimiento mediante el cual se desmineraliza esmalte en conjunto con la dentina, permitiendo eliminar la capa de barro dentinario, abrir los túbulos, y aumentar la permeabilidad dentinaria, al utilizar esta técnica de acondicionamiento en forma previa al procedimiento adhesivo fue posible mejorar los valores de resistencia adhesiva existentes hasta la época.

Lo anterior suscitó una polémica, al plantearse la posibilidad de un efecto tóxico en la dentina producto del grabado con ácido fosfórico, mencionándolo como la principal causa de inflamación pulpar al restaurar con material de resina compuesta en dentina grabada (Swift,1995).

A decir verdad, el grabado ácido no reproduce en la dentina las mismas ventajas que lo caracterizan en esmalte, básicamente porque su estructura y composición, es en esencia diferente. A nivel dentinario el componente inorgánico decrece (70%), mientras el porcentaje de agua y materia orgánica aumenta.

Tanto en esmalte y dentina la adhesión se encuentra modulada por el uso de adhesivos dentarios. En 1965, nuevamente Bowen, propone el primer adhesivo dentario comercial, con una molécula, el NPG-GMA (Nfenilglicina-glicidil-

dimetacrilato) que tenía carácter bifuncional, de forma que el extremo del metacrilato se uniría a la resina compuesta como material restaurador y el otro extremo se uniría a la estructura dentaria. A pesar de su pobre comportamiento clínico, este primer adhesivo sentó las bases para el desarrollo de adhesivos de las generaciones venideras.

Adhesivos dentarios

Los adhesivos dentarios se clasifican comúnmente según su momento de aparición y el tipo de tratamiento de la superficie que suponen para su empleo. De acuerdo a lo anterior, en el pasado se reconocían adhesivos dentarios de primera, segunda y tercera generación, más en la actualidad, por estar estos productos en desuso, se distinguen:

Sistemas adhesivos de 4^{ta} generación:

Aparecen a principio de los 90s y se utilizan normalmente en 3 pasos. En el primer acto operatorio se graba con un ácido fuerte (ortofosfórico al 37%), en la segunda acción se acondiciona la superficie con un agente imprimante compuesto de resinas hidrofílicas, un solvente y el complejo fotoactivador. La función de este es impregnar adecuadamente la dentina. En el tercer paso se impregna la superficie con el adhesivo propiamente tal, en el que tendremos las resinas hidrofóbicas y también los complejos fotoactivadores.

Sistemas adhesivos de 5^{ta} generación:

Surgen por la necesidad clínica de reducir los tiempos operatorios y así simplificar la técnica. Para ello el procedimiento se reduce a dos pasos, siendo el primero el uso de un ácido grabador y el segundo la utilización de una mezcla de agente imprimante y adhesivo de la que forman parte tanto la resina hidrofílica como la hidrofóbica (Carrillo, 2006).

Sistemas adhesivos de 6^{ta} generación:

Se denominan adhesivos autograbantes y se caracterizan por que no requieren de grabado ácido previo de la superficie. Existe un gran número de adhesivos dentales de este tipo, los que fueron presentados al mercado a partir del año 2000. Estos productos tienen un elemento acondicionador de la dentina dentro de sus componentes, con lo que el tratamiento ácido de la dentina se autolimita y los productos del proceso se incorporan permanentemente a la interface diente-restauración.

Sistemas adhesivos de 7^{ma} Generación:

Corresponde a un sistema adhesivo simplificado de sus antecesores, ya que los materiales de unión de la sexta generación eran de varios pasos clínicos en su aplicación, en cambio la séptima generación se introduce con el fin de simplificar el uso de dos componentes de los materiales de la sexta generación, reduciéndolos a un sistema de un solo frasco. Tanto los adhesivos de sexta y

séptima generación ofrecen como ventaja el autograbado de la superficie con la inherente ganancia de proveer una baja variabilidad en la técnica y poca sensibilidad post-operatoria (Barrancos P, 2006).

Sistemas adhesivos Universales:

Surgen como una manera de unir las ventajas de ambos esquemas terapéuticos adhesivos, es decir, con y sin grabado ácido previo. Podríamos decir entonces que se trataría de una octava generación de adhesivos. Estos materiales pueden ser utilizados en técnicas de grabado ácido total, grabado selectivo de esmalte o en forma de autograbado. Se pueden presentar en una botella única, en dos botellas o en jeringas separadas. Igualmente pueden ser utilizados en todas las superficies dentales, sin la necesidad de usar un acondicionador adicional. La novedad de este material es la versatilidad de superficies y situaciones clínicas en las que puede ser usado (Knight, 2011).

La mayoría de los sistemas adhesivos actuales, presentes en el mercado dicen ser superiores a sus predecesores, sin embargo, ninguno de estos sistemas ha sido capaz de dar como resultado una restauración herméticamente sellada, configurándose esto, hasta el día de hoy, sólo como un ideal.

Un correcto sellado es la consecuencia de una serie de eventos y procedimientos que determinan finalmente, que el factor de adhesión del material restaurador sea mayor a la tensión de contracción que existe al polimerizar el material en la respectiva cavidad operatoria.

El proceso de adhesión del sustrato resinoso al tejido dentario, se trata de un procedimiento altamente sensible, denominado técnica adhesiva. Una de las técnicas adhesivas más ampliamente usada es la de hibridación convencional, la cual, según el manual del año 2010 de la asignatura de Operatoria Dental Básica, del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, debiera realizarse de la siguiente forma:

a.- Realizar acondicionamiento de las estructuras dentarias con ácido fosfórico al 37%. Se inicia con el grabado ácido en esmalte por un tiempo de 10 segundos. Posteriormente, se extiende el ácido hacia la dentina por otros 10 segundos, estableciendo así un tiempo total de grabado en esmalte de 20 segundos y de la dentina por 10 segundos.

b.- Luego se realiza lavado con agua por el doble del tiempo de grabado ácido (40 segundos), con jeringa triple.

c.- Se continúa con el secado la superficie, de manera intermitente y cuidadosa, evitando la deshidratación de la dentina, para tales propósitos, se podrá hacer uso de un papel absorbente estéril en la preparación.

d.- Acto seguido, se aplica el sistema adhesivo, compuesto por un agente imprimante y un adhesivo propiamente tal, el cual se frota por 20 segundos, se sopla con la jeringa triple suavemente, para eliminar el exceso de material y del solvente.

e.- Se aplica una nueva capa del sistema adhesivo, y se frota por la preparación durante 20 segundos, se sopla y fotopolimeriza por 20 segundos (o según indicación del fabricante).

De este modo el material, que se asienta en la cavidad, se une micromecánicamente a las microporosidades generadas en el esmalte y a las fibras colágenas de la dentina que quedan sin sustento mineral, trabándose allí y dando origen a la denominada capa híbrida.

Las tendencias actuales en odontología adhesiva apuntan a la búsqueda de la adecuada unión de los materiales restaurativos, tanto a esmalte como a dentina. Actualmente se han logrado niveles de adhesión aceptables con el uso del ácido fosfórico por un corto periodo de tiempo. Sin embargo, hasta el momento, las evidencias sobre el grabado ácido, en relación a la concentración, tiempo de aplicación y su efecto sobre la adhesión, junto a la pérdida de la estructura adamantina, calidad y profundidad del patrón de grabado generado, reportan resultados contradictorios (Flores y cols 2009).

Dichos resultados discordantes pueden encontrar interpretación en el hecho de que todos los tejidos duros del organismo presentan intercambios iónicos continuos con el medio, por lo que podemos suponer factible que el esmalte humano pueda variar su resistencia al ataque ácido, siendo más o menos refractario a éste, y pueda responder de manera distinta frente el acondicionamiento ácido (Carpena y cols 2007). Lo anterior estaría asociado a que factores como edad, dieta, saliva, y exposición de fluoruros son dispares en la población (Carpena y cols, 2007; Flores y cols, 2009). Esta observación hace necesario determinar si los cambios provocados por dichos factores en el esmalte, tienen relevancia clínica al realizar la técnica de grabado ácido. Pues de ser así,

resulta fundamental manejar e investigar la eficacia de distintos métodos de grabado ácido, de modo que respondan a las necesidades particulares de cada pieza dentaria y paciente.

Lo anteriormente expuesto, hace suponer que existirían piezas dentarias que por diversas condiciones tendrían un comportamiento más refractario a la técnica de grabado ácido convencional. Es por esto que se propone una nueva técnica de grabado ácido para esmalte, realizada en dos tiempos operatorios. De esta manera se expondría el sustrato dental a los efectos del ácido ortofosfórico en dos oportunidades, durante dos eventos independientes y consecutivos. Con esta técnica se disminuiría el riesgo de la autolimitación de la reacción química del ácido fosfórico y por lo mismo, la precipitación de fosfatos cálcicos sobre el esmalte, lo que eventualmente formaría un patrón de grabado más eficaz, y consecuentemente, un sustrato más fértil para la unión al material de restauración, consiguiendo así una adhesión a esmalte superior y por tanto, subyugando el fenómeno de la microfiltración a una menor expresión clínica.

En un estudio preliminar realizado por J. Retamal (Retamal, 2012) se analizó en forma descriptiva el efecto de la técnica de grabado ácido convencional utilizada en la actualidad sobre la microestructura del esmalte, tanto a nivel de su superficie como en la zona de la pared cavitaria entre el borde cavo superficial, y el límite amelo-dentinario, comparándola con la microestructura del esmalte obtenida al realizar el grabado ácido en dos tiempos operatorios consecutivos (técnica propuesta). Las imágenes generadas en dicho estudio, muestran cambios

morfológicos sustantivos al realizar el procedimiento de grabado propuesto, con un patrón de grabado mucho más nítido y homogéneo en todos los prismas.

En virtud de ello, el presente estudio buscó correlacionar dichos patrones de grabado obtenidos en ambas técnicas, con el grado de sellado marginal generado al realizar el procedimiento adhesivo completo y la correspondiente restauración de resina compuesta.

Para ello se sometieron las restauraciones a un proceso de termociclado, el que simula el funcionamiento de la restauración en boca, pues provoca un estrés de contracción / expansión repetitivos en la interfaz diente-material, producto del coeficiente de contracción y expansión térmico de los composites distinto al del diente. Esto puede resultar en la formación de brechas de diferentes dimensiones, que permitirían el paso de fluidos hacia y desde la interface. En este caso, el procedimiento fue realizado en presencia de un agente marcador, que permitió evaluar su grado de penetración a través de la interface diente-restauración, y así poder comparar ambos procedimientos, determinando si la nueva técnica propuesta, presentaba o no ventajas comparativas en cuanto al sellado marginal de la restauración.

HIPOTESIS

Existen diferencias en el grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuestas realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y una técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

OBJETIVO GENERAL

Establecer las diferencias en el grado de filtración marginal entre restauraciones de resina compuestas realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y una técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Determinar el grado de filtración marginal que se produce en restauraciones de resina compuesta, realizadas con la técnica de grabado ácido total convencional.

- Determinar el grado de filtración marginal que se produce en restauraciones de resina compuesta, realizadas con técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

-Analizar comparativamente los resultados obtenidos en ambos grupos de estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación fue llevada a cabo en laboratorio del Área de Biomateriales Dentales, del departamento de Odontología Restauradora, de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

La fase experimental se desarrolló utilizando 30 terceros molares humanos sanos, recientemente extraídos, los cuales fueron recolectadas en el pabellón quirúrgico de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, en un periodo de 2 semanas, previa autorización del personal a cargo, y mantenidos en suero fisiológico.

Una vez obtenidas, las piezas dentarias se limpiaron con curetas, escobillas de copa blanda y agua, luego fueron conservadas en suero fisiológico como medio de mantención hasta la realización de la fase experimental, el que fue renovado 1 vez por semana.

El tamaño de la muestra fue determinado según el criterio de significación estadística, dónde un tamaño de $n=30$ produce una distribución de coeficientes de correlación en la muestra prácticamente igual a lo que lo haría una distribución normal.

En los molares se realizaron dos cavidades de clase V, 1mm sobre el límite amelo-cementario, una en la cara vestibular y otra por palatino o lingual. Las preparaciones cavitarias fueron estandarizadas en 4mm de ancho (figura 1), 3mm de alto (figura 2) y 3mm de profundidad (figura 3), la pared axial fue siempre dejada en dentina.



Figura 1: cavidad tipo, ancho de 4mm.

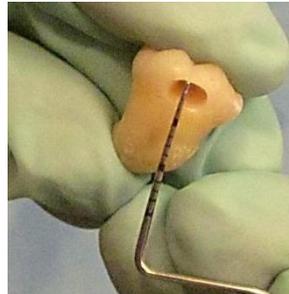


Figura 2: cavidad tipo, alto de 3mm.



Figura 3: cavidad tipo, profundidad de 3mm.

Las preparaciones fueron realizadas por el mismo operador, con equipo rotatorio de alta velocidad con la correspondiente irrigación: turbina W&H modelo alegra HS n° serie 30899, utilizando fresas de diamante SS WHITE cilíndricas de extremo redondeado, del lote 201100020380, las cuales fueron cambiadas por fresas nuevas, tras el tallado de 5 cavidades. Los especímenes cavitados se mantuvieron en suero fisiológico hasta que fueron restaurados.

Las caras vestibulares de las raíces dentarias fueron marcadas con plumón permanente negro con un número 1, mientras las caras palatina/lingual de las raíces con el número 2, para su posterior identificación.

En las caras vestibulares de los molares se realizaron obturaciones de resina compuesta utilizando técnica de grabado ácido convencional, y luego el material fue llevado a la cavidad según la técnica incremental de restauración, de acuerdo al siguiente procedimiento:

a. Con ácido ortofosfórico (coltene®) swisstec etchant gel S al 35% lote D51156, se grabó selectivamente el esmalte, situando el ácido en el borde cavo superficial de la cavidad durante 10 segundos, acto seguido, se procedió a grabar tanto dentina y esmalte conjuntamente durante 10 segundos más, distribuyendo el ácido por toda la cavidad. (Figura 4)



Figura 4: Grabado ácido de esmalte y dentina

b.- La preparación se lavó con spray de la jeringa triple durante 40 segundos.

c.- La cavidad se secó con papel absorbente y de modo intermitente con aire de la jeringa triple.

d.-Se aplicó una única capa de sistema adhesivo One Coat Bond SL (coltene®) lote C10308, el cual fue frotado durante 30 segundos sobre la cavidad, con la ayuda de un aplicador microbrocha, según indicación del fabricante (Figura 5).



Figura 5: Aplicación del adhesivo

e.-Se aplicó aire con jeringa triple por 20 segundos a 10 cm de distancia.

f. La capa de adhesivo se fotoactivó durante 30 segundos con lámpara halógena 3M™ ESPE™ Elipar™ 2500, previamente calibrada con radiómetro FWE modelo BTM 2000, con un peak de salida de 700 mW/cm².

g.- La resina compuesta utilizada, Brilliant NG (Coltene®) color dentina A3/D3 del lote: C10331, fue llevada a la cavidad con espátula de teflón Hu-friedy modelo Goldstein#1, usando técnica incremental. Cada incremento contaba con un grosor máximo de 2-3 milímetros y fue insertado en la cavidad de manera diagonal. (Figura 6).

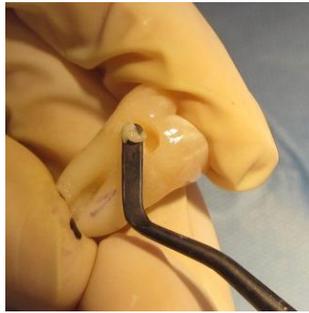


Figura 6: Obturación de cavidad con Resina Compuesta.

h.- Se foto-polimerizó cada incremento por 30 segundos a una distancia de 5mm a la superficie de la restauración. Al terminar la restauración se realizó una foto-polimerización final de 40 segundos.

En las caras palatinas o linguales se realizaron restauraciones de resina compuesta utilizando técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios:

a.-Se grabó el esmalte, en el borde cavo superficial, con ácido ortofosfórico Swisstec etchant gel S (coltene®) al 35% lote D51156, por 10 segundos.(Figura 7)



Figura 7: Grabado ácido de esmalte, primer tiempo operatorio.

b.- La preparación fue lavada con spray de la jeringa triple durante 20 segundos.

c.- Se grabó nuevamente con ácido ortofosfórico coltene® al 35% tanto esmalte y dentina por nuevos 10 segundos. (Figura 8)



Figura 8: Grabado esmalte y dentina segundo tiempo operatorio

d.- La preparación se lavó con spray de la jeringa triple durante 20 segundos.

e.- La cavidad se secó con papel absorbente y de modo intermitente con aire de la jeringa triple.

A partir de este punto se procedió a la aplicación del sistema adhesivo y a la obturación de las cavidades siguiendo el mismo protocolo y materiales utilizados en las caras vestibulares de los molares.

Una vez que fueron realizadas las 60 obturaciones, las muestras fueron mantenidas en una estufa Heraeus a 37°C y a 100% de humedad relativa, durante 48 horas.

Posteriormente, los molares fueron preparados para realizar el termociclado en presencia de un agente marcador. Para ello, las raíces fueron selladas de manera de evitar la filtración de colorante por otra vía que no fuese el margen de la restauración.

Este sellado se realizó de la siguiente manera:

Primeramente se cubrieron los ápices de los especímenes con vidrio ionómero de restauración y fraguado químico marca GC fuji II, lote 1106151, en consistencia masilla (figura 9)



Figura 9: espécimen con ápice sellado con vidrio ionómero

Luego se cubrió la totalidad de la superficie radicular con una capa de cianocrilato, la cual, una vez seca fue cubierta con una segunda capa de barniz de uñas (figura 10)

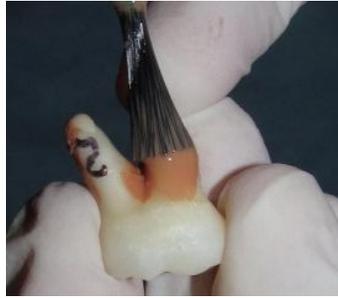


Figura 10: Espécimen siendo cubierto con esmalte de uñas

Finalmente se cubrieron las raíces con acrílico rosado de autopolimerización, marca comercial marché, dejando 1 mm libre, bajo el límite apical de la restauración. Para tales propósitos se utilizó un molde de silicona pesada, con el que se obtenía un patrón en forma de paralelepípedo de 1cm ancho, 1cm largo y 3 cms. de alto (Figura 11), el cual fue llenado de acrílico recién mezclado, las raíces del diente fueron embutidas en la masa hasta que esta endurecía. Cada espécimen fue rescatado del molde de silicona y debidamente rotulado para su posterior identificación (figura 12 y 13) luego, la cara vestibular fue marcada con el número 1 y la cara palatina/lingual con el número 2. Se procedió así con las 30 muestras.



Figura 11: Molde de silicona pesada, del cual se obtuvieron las muestras.

Figura 12: Espécimen tipo en vista vestibular, por lo tanto enumerada n°1, tras ser obtenido del molde.

Figura 13: Espécimen tipo en vista palatina, por lo tanto enumerada n°2, tras ser obtenido del molde.

Luego se continuó con el termociclado. Se dispuso de tres recipientes con 400ml cada uno. Dos contenedores con solución de azul de metileno al 1%, realizada con receta magistral, en temperaturas de 60°C y 4°C respectivamente. Asimismo un tercer recipiente con agua destilada a temperatura ambiente. Las muestras fueron rotadas de los contenedores permaneciendo durante 30 segundos en cada solución de azul de metileno, para luego atemperarse por 15 segundos en agua destilada entre cada paso desde los 4°C a los 60°C y viceversa. Cada ciclo fue repetido 100 veces.

Concluido el termociclado los molares fueron cortados transversalmente con micromotor y pieza de mano marca W&H modelo alegra HE-43, utilizando discos diamantados 0.2mm de diámetro, cambiándolos cada 10 cortes. El corte se realizó pasando por el centro de ambas restauraciones de la pieza dentaria, de modo de exponer la interfase diente-restauración (figura14).



Figura 14: muestra 24, en vista lingual, después del termociclado. Línea punteada marca forma del corte.

La microfiltración fue medida al observar los especímenes con microscopía óptica, utilizando una lente lupa (10x) con un objetivo graduado, determinando así, el porcentaje de infiltración del colorante, versus la longitud total de la cavidad hasta la pared axial, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Penetración del colorante en la interfase(mm)} \times 100}{\text{Profundidad total de la cavidad(mm)}}$$

Los resultados fueron tabulados y sometidos a análisis estadístico, para lo cual los datos fueron primeramente analizados mediante el test de Shapiro–Wilk, para determinar si la muestra poseía una distribución normal. De acuerdo a ello, se aplicó el test de U de Mann-Whitney para definir la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas.

RESULTADOS

El grado de infiltración marginal para ambas técnicas realizadas, fueron expresadas en porcentaje, y los datos se tabularon según se observa en la tabla 1.

Porcentaje Infiltración Marginal

| | Grabado Ácido convencional | Grabado Ácido en Dos tiempos |
|---------|----------------------------|------------------------------|
| Muestra | % de infiltración | % de infiltración |
| N° 1 | 22,22 | 0 |
| N°2 | 22,22 | 0 |
| N°3 | 18,18 | 13,79 |
| N°4 | 25 | 10 |
| N°5 | 11,11 | 6,25 |
| N°6 | 22,22 | 0 |
| N°7 | 10,86 | 4 |
| N°8 | 20 | 0 |
| N°9 | 11,11 | 0 |
| N°10 | 10 | 8 |
| N°11 | 17,02 | 10 |
| N°12 | 11,36 | 11,11 |
| N°13 | 10 | 8,88 |
| N°14 | 16,66 | 0 |
| N°15 | 20,83 | 0 |
| N°16 | 7,5 | 0 |
| N°17 | 16 | 8 |
| N°18 | 11,11 | 0 |
| N°19 | 17,77 | 0 |
| N°20 | 16 | 0 |
| N°21 | 16 | 0 |
| n°22 | 20 | 0 |
| N°23 | 10 | 0 |
| N°24 | 0 | 0 |
| N°25 | 22,22 | 0 |
| N°26 | 17,02 | 0 |
| N°27 | 12,5 | 10 |
| N°28 | 12,5 | 0 |

| | | |
|------|-------|---|
| N°29 | 12 | 0 |
| N°30 | 22,22 | 0 |

Tabla 1: Porcentaje de infiltración marginal según técnica adhesiva llevada a cabo.

Los promedios aritméticos de los porcentajes de infiltración de ambas técnicas, se representan en el diagrama n°1

% Promedio De Infiltración Marginal En Ambas Técnicas

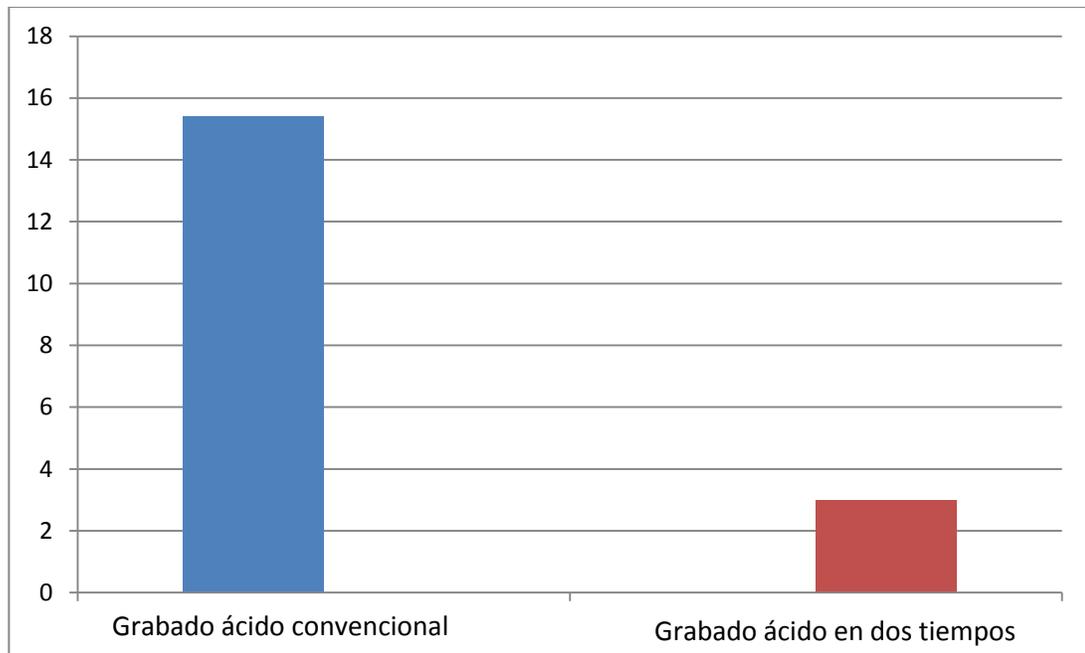


Diagrama n°1: porcentajes promedios de infiltración marginal

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos de ambos grupos se sometieron primeramente a estudios de distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk. 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 | | | | |
|---|------------------------------|--------------|----|-------|
| | grabado ácido | Shapiro-Wilk | | |
| | | Estadístico | gl | Sig. |
| porcentaje infiltración marginal | grabado ácido convencional | 0,944 | 30 | 0,119 |
| | grabado ácido en dos tiempos | 0,676 | 30 | 0,000 |

Tabla 2: Estimación de distribución normal

En la Tabla 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 ($p < 0,005$) para uno de los grupos en estudio (grupo de grabado ácido en dos tiempos operatorios), lo cual indica que este grupo no tiene distribución normal (0,00).

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

| RANGOS | | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|----|----------------|----------------|
| | grabado ácido | N | Rango promedio | Suma de rangos |
| Porcentaje de infiltración marginal | grabado ácido convencional | 30 | 43,87 | 1316,00 |
| | grabado ácido en dos tiempos | 30 | 17,13 | 514,00 |
| | Total | 60 | | |

Tabla 3: Estimación rangos promedio y suma de rangos

Se muestran los rangos promedios y la suma de rangos observados en cada tratamiento. Se observa que ambos indicadores aparentemente son mayores en la

restauración “con grabado ácido convencional”, lo que indica que la microfiltración aparentemente es mayor en estas piezas dentarias en relación con la comparada.

Diagrama de cajas en ambos tipos de restauración de resinas compuestas estudiados.

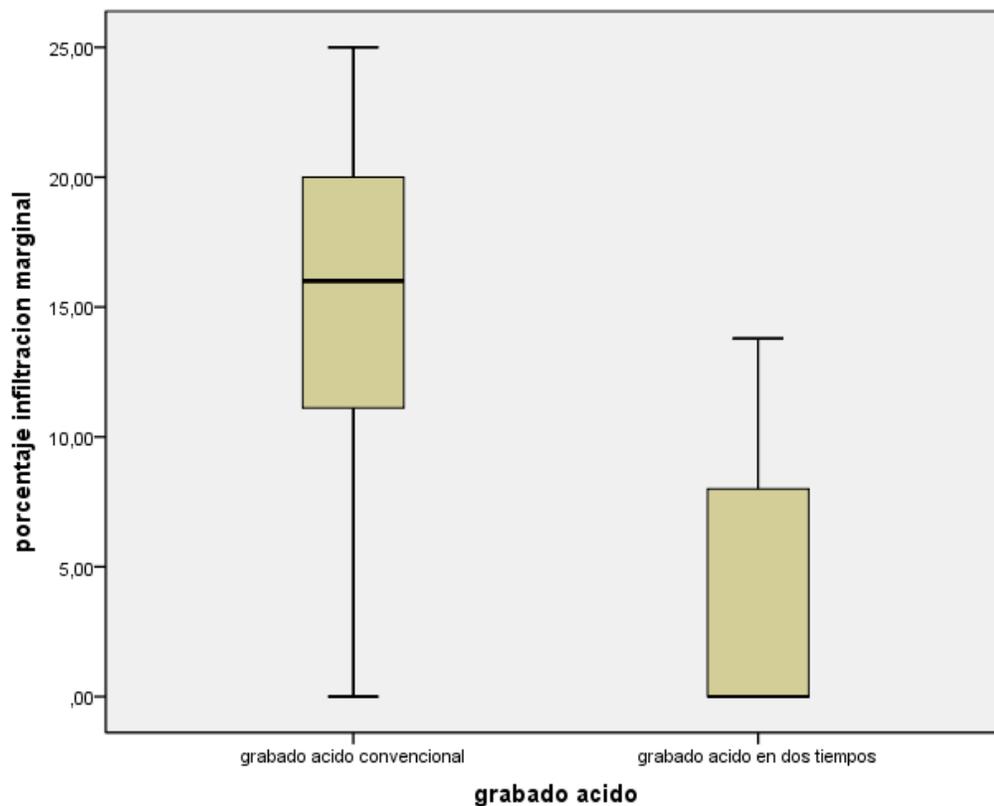


Diagrama 2 :Diagrama de cajas comparativo entre ambas técnicas adhesivas

Este Gráfico Indica que ambos tratamientos tienen diferencias en el nivel de microfiltración.

Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados:

| Estadísticos de contraste ^a | |
|--|----------------------------------|
| | Porcentaje infiltración marginal |
| U de Mann-Whitney | 49,000 |
| W de Wilcoxon | 514,000 |
| Z | -6,066 |

| | |
|---------------------------|------|
| Sig. asintót. (bilateral) | ,000 |
|---------------------------|------|

a. Variable de agrupación: grabado ácido

Tabla 4: Estadísticos de contraste

En la tabla 4 se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El estadígrafo asociado a la prueba empleada en el presente trabajo fue menor a 0,05 (0,00), lo que indica que ambos tratamientos tienen diferente nivel de significación, es decir hay diferencias significativas entre ambos grupos en estudio.

DISCUSIÓN

Uno de los factores que presentan gran influencia en el desempeño clínico de las restauraciones dentales, es su resistencia a la degradación, puntualmente a los cambios morfológicos dados tras el paso de tiempo, en la interface diente-restauración.

A pesar de que el desempeño In Vivo resulta ser la prueba mas trascendental al momento de determinar el adecuado comportamiento de un material dental en boca, los modelos In vitro, pueden predecir importantes propiedades en lo que respecta el desempeño clínico de las restauraciones (Amaral y cols, 2007).

El termociclado es el método comúnmente utilizado para evaluar la fatiga térmica y longevidad de la unión restaurativa, simula cambios térmicos que se producen en la cavidad oral tras comer, beber y respirar.

Los regímenes de termociclado usados en los distintos estudios reportados difieren enormemente con respecto al número de ciclos, temperaturas usadas, e incluso tiempo de inmersión de las muestras (Amaral y cols, 2007; Ernst y cols, 2004; Gale M y Darvell B, 1999). Este hecho limita la posibilidad de comparar y extrapolar resultados de un estudio a otro.

Sin embargo, a pesar de las diferencias, distintos meta-análisis sugieren que el termociclado llevado a cabo en la presente investigación resulta ser un método in vitro válido para acelerar el envejecimiento de los materiales de restauración, al

proveer un número de ciclos (100) suficiente para generar desgaste en la unión adhesiva, además de temperaturas extremas (4°C-60°C) muy similares a aquellas toleradas en boca (Gale M y Darvell B, 1999; Amaral y cols, 2007), configurando finalmente un procedimiento que permite establecer el nivel de microfiltración marginal expresado en ambas técnicas de adhesión estudiadas.

De acuerdo a la metodología utilizada y según los resultados obtenidos en este estudio podemos afirmar que se aprueba la hipótesis planteada, pues existen diferencias significativas en el grado de filtración marginal entre restauraciones de resina compuestas realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios. Dicha diferencia estadísticamente significativa es consecuencia a un menor grado de filtración marginal observado en las restauraciones elaboradas con la técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios.

Los resultados obtenidos en esta investigación, se correlacionan con los hallazgos de dos estudios previos, el primero realizado por Karen Ávila (Ávila, 2011), y el segundo llevado a cabo por Retamal y colaboradores (Retamal, 2012), ambos estudios basados en el uso de microscopia electrónica sirvieron de fundamento para la realización de la presente investigación, pues proponían la misma técnica de grabado ácido aquí expuesta. En base a las imágenes obtenidas como hallazgos de aquellos estudios, es que se puede establecer una relación directa entre el adecuado patrón de grabado ácido generado por la técnica

propuesta, y una mejor resistencia a la microfiltración marginal, comprobada en esta investigación.

Estudios anteriores, que han planteado el re-grabado ácido del esmalte, lo han descrito como una manera de combatir la contaminación del sustrato por saliva, sangre o fluido gingival; obteniendo resultados que demuestran que tras re-grabar el esmalte dental por un periodo corto de tiempo (2-5 segundos) se obtienen valores adhesivos iguales que el grupo control sin contaminar (Correr y cols, 2004). Posiblemente los valores obtenidos en dicho estudio, para ambos grupos resultaron equivalentes, porque el tiempo de re-grabado usado en esmalte era breve, encontrándose muy por debajo del tiempo propuesto en esta investigación.

En virtud de las condiciones en las que se desarrolló la presente investigación, los resultados analizados y apoyados en estudios previos, es que se plantea que la técnica de grabado ácido propuesta logra un grado de adhesión superior a la estructura dentaria.

CONCLUSIÓN

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

-La técnica de grabado ácido en dos tiempos operatorios reportó un mejor desempeño, al obtenerse porcentajes de infiltración marginal menores en la interface diente-restauración.

-Existen diferencias significativas en el grado de microfiltración marginal entre restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica de grabado ácido convencional y aquellas realizadas con grabado ácido en dos tiempos operatorios.

SUGERENCIAS

Resulta relevante, al momento de afirmar real utilidad y contingencia de la técnica estudiada, que esta sea sometida a pruebas de laboratorio que pudiesen simular otras condiciones en boca (cargas mecánicas, pH), y que incluso pudiesen combinar estas variables para acercar la prueba máximamente al ambiente oral.

Igualmente se sugiere realizar un estudio de resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con ambas técnicas de grabado ácido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abate P, Bertacchini S (2007). Composites y Adhesión a tejidos dentarios en Materiales Dentales cuarta edición, Machi R, editorial medica panamericana, Buenos Aires , Argentina pp 157-170, pp187-198.

Amaral F, Colucci, V, Palma-dibb R, Corona S (2007). Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a critical review .J esthet restor dent 19:340–354.

Aoba T (1996). Recent Observations on enamel cristal formation during mammalian amelogenesis. Anat Rec;245:208-18.

Ávila K (2011). Análisis descriptivo morfo-estructural mediante microscopia electrónica de barrido del efecto sobre el esmalte del grabado ácido convencional versus grabado ácido en dos tiempos operatorios” Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista Facultad de Odontología, Universidad Finis Terrae.

Bader M (1996). Adhesión en Biomateriales Dentales Propiedades Generales. Tomo I. Primera edición. Bader M, Astorga C, Santiago, U. de Chile pp 49-62

Barkmeier W, Erickson R, Kimmes N, Latta M, Wilwerding T (2009). Effect of Enamel Etching Time on Roughness and Bond Strength. Oper Dent 34; 217-22.

Barrancos P (2006). Manipulacion y comportamiento de los composites “Operatoria dental”. Cuarta Edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires, pp 777-814

Bouillaguet S, Duroux B, Ciucchi B, Sano H (2000). Ability of adhesive systems to seal dentin surfaces: an in vitro study. J Adhes Dent. 2:201-208.

Buonocore MG (1955). A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces..J. Dent. Res: 34; 849-53.

Buonocore M, Matsui A, Gwinnett A (1968). Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. Arch. Oral Biol.13:61–70

Carpene-Lopes G, Greenhalgh D, Klauss P, Mussi G, Widmer N (2007). Enamel Acid Etching: A Review. Compe contin educ 28:662-669.

Carrillo C (2006). Dentina y adhesivos dentinarios. Conceptos actuales. Rev. ADM 63:45-51.

Carrillo C, Monroy M (2009). Métodos de activación de la fotopolimerización Parte II. Rev. ADM 65:18-28.

Chalifoux PR. (1996). Aesthetic guidelines for posterior composite restorations. Pract Periodontics Aesthet Dent 8: 39-48.

Correr G, Caldo-Teixeira A, Bruschi R, Puppini-Rontani R, Coelho M, Correr-Sobrinho L (2004). Effect Of Saliva Contamination And Re-Etching time On The Shear Bond Strength Of A Pit And Fissure Sealant. J Appl Oral Sci 12: 200-204.

Ehaideb AL; Mohamed H (2001). Microleakage of one bottle dentin adhesives. Journal of Oper Dent 26: 172-175.

Ernst C, Canbek K, Euler T, Willershausen B (2004). In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. Clin Oral Invest 8:130–138.

Ferracane JL (2008). Buonocore Lecture Placing dental composites-a stressful experience. Oper Dent. 33: 247-257.

Flores-Yáñez C, Martínez-Juárez J, Palma-Guzmán M, Yáñez J (2009). Análisis del Grabado Dental Utilizando el Microscopio Metalográfico y el Software AnalySIS. Inf tecno 20: 13-18.

Gale M, Davell B (1999). Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J dent 27: 89-99.

Galil K, Wright G (1979). Acid etching patterns on buccal surfaces of permanent teeth. Pediatr. Dent 1:230–234.

Gil M, Sáenz M, Hernández D, González E (2002). Los sellantes de fosas y fisuras: una alternativa de tratamiento "preventivo o terapéutico" revisión de la literatura. Acta Odon. Ven 40: 193-202.

Hervás-García A, Martínez-Lozano MA, Cabanes-Vila J, Barjau-Escribano A, Fos-Galvez P (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 11: 215-220

Knight R (2012). A new category of adhesive *Dental Products Report* ©Advanstar Communications, URL con acceso en <http://www.dentalproductsreport.com/dental/article/new-category-adhesive> en Noviembre 11. 2012

Linden LA, Jakubiak J (2001). Contraction (shrinkage) in polymerization, part II. Dental resin composites. Polimery 46: 590-595.

Lösche GM (1999). Marginal adaptation of class II composite fillings: guided polymerization vs reduced light intensity. *J Adhesive Dent* 1: 31-39.

Machi R (1977). Odontología adhesiva y grabado ácido. Actas de prisadega, primer simposio argentino de grabado ácido, 27 mayo 1977, Buenos Aires, Argentina. IL sociedad argentina de biomateriales dentales. Pp 14-22

Marshall AF, Lawless KR (1981). TEM study of the central dark line in enamel crystallites. *J dent Res* 60:1773-1782

Nanci A (2003). Enamel: Composition, formation, and structure .En Ten's cate Oral Histology. Development, Structure, and fuction. Nanci A. St. Louis, Mosby Elsevier pp.141-190.

Nikolaenko SA, Lohbauer U, Roggendorf M, Petschelt A, Dasch W, Frankenberger R (2004). Influence of C-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin *Dental Mats* 20: 579-585.

Norling B (2004). Adhesion en Phillips ciencia de los materiales dentales Anusavice KJ 11° edición, Madrid: elsevier science pp 381- 396
pata

O'Sullivan CO, McKenna GJ, Burke FM (2012). Trends in material choice for direct restorations by final year students from University College Cork 2004-2009. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 20:31-34.

Oyarzún A (2008). Histología de la caries del esmalte. En *Cariología Clínica bases Preventivas y restauradoras.* Moncada G, Urzua I. Santiago, Chile pp 107-109.

Palomer R (2006). Caries dental en el niño: Una enfermedad contagiosa. *Rev. chil. pediatr.* 77: 56-60.

Retamal J (2012). "Análisis descriptivo morfo-estructural mediante microscopia electrónica de barrido del efecto sobre el esmalte del grabado ácido convencional versus grabado ácido en dos tiempos operatorios". Trabajo de investigación para optar al título de cirujano dentista Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Santiago, Chile (En prensa).

Silverstone LM, Saxton CA, Dogon IL, Fejerskov O (1975). Variation in the pattern of acid etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res* 9: 373-387.

Swift E, Perdigao J, Heymann H (1995). Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int* 26: 95-110.

Yazici A, Baseren M, Dayangac B (2002). The effect of current-generation bonding systems on microleakage of resin composite restorations. *Quintessence Int* 33:763-769.

