



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

**ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE FILTRACIÓN MARGINAL
DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON EL
SISTEMA ADHESIVO ALL-BOND UNIVERSAL® UTILIZADO CON Y SIN
GRABADO ÁCIDO PREVIO DE LA SUPERFICIE**

Eduardo Andrés Sánchez Jiménez

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

Tutor principal:
Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar

Adscrito a Proyecto Pri-odo 10/002

Santiago - Chile

2015



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

**ANÁLISIS COMPARATIVO *IN VITRO* DEL GRADO DE FILTRACIÓN MARGINAL
DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA REALIZADAS CON EL
SISTEMA ADHESIVO ALL-BOND UNIVERSAL® UTILIZADO CON Y SIN
GRABADO ÁCIDO PREVIO DE LA SUPERFICIE**

Eduardo Andrés Sánchez Jiménez

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

Tutor principal:
Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar

Adscrito a Proyecto Pri-odo 10/002

Santiago - Chile

2015

*Dedicado a mis padres,
que han sido un pilar fundamental en mi vida.
Gracias por entregarse por completo y desinteresadamente
para ayudar a mi hermano y a mí en nuestros estudios.*

Agradecimientos

Quiero aprovechar esta oportunidad para agradecer a todos y cada uno de los que me ha ayudado y acompañado en este difícil pero hermoso camino para ser profesional. De todas las experiencias se aprende, de los buenos y malos momentos, ya que nada en la vida es fácil y siempre hay algo nuevo que aprender.

- A mis padres que siempre me han apoyado en todo lo que he pedido y han estado siempre presentes dando lo mejor para mi educación.
- A mi Tata y Gigia que me han acompañado y guiado desde que nací, siempre me han apoyado en todo y con la mejor disposición.
- A mi hermano que es y siempre será mi mejor amigo y compañero.
- A mi familia en general, que me apoyado de manera incondicional.
- A mis amigos de la Universidad y de la vida, muchas gracias por su confianza y compañía.
- Al Profesor Dr. Marcelo Bader por todo su apoyo en este proceso. Admiro su conocimiento, paciencia y dedicación aportados en este trabajo.
- Al Dr. Pedro Terrazas por su ayuda en la realización de esta tesis.
- Al Profesor Ismael Yévenes por su apoyo, tiempo y buena disposición a colaborar en mi trabajo.
- A mis amigas Michelle Pizarro y Mariel Correa por su ayuda en la fase experimental de este trabajo, por su amistad y compañía en todos estos años.
- A todos mis docentes en la carrera que me han guiado a ser mejor profesional.
- A los funcionarios de la Universidad por su buena disposición, apoyo y compañía que siempre alegran el día.

Índice

RESUMEN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.....	13
MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	28
SUGERENCIAS.....	29
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
ANEXOS.....	35

Resumen

Introducción: Uno de los principales problemas que tienen las resinas compuestas, es lograr una adecuada integridad marginal con las estructuras dentarias. Para ello se recurre al procedimiento de acondicionamiento de las estructuras y el uso de un adhesivo. Este acondicionamiento puede ser con la técnica de grabado ácido o con una técnica de autograbado. La técnica de grabado ácido ha sido la más utilizada por mucho tiempo, pero tiene algunas desventajas como es la complejidad de la técnica y los riesgos de dejar sensibilidad post operatoria, entre otras. En cambio la técnica de autograbado es una técnica más sencilla pero no tiene los mismos valores de adhesión que logra la anterior. En virtud de esto se desarrollaron los Adhesivos Universales. Estos adhesivos universales prometen eficacia desde el punto de vista de sellado marginal con cualquiera de ambos esquemas de adhesión. Es por este motivo que en el presente estudio se realizó un análisis mediante el cual se buscó determinar si se logra o no esta característica, es decir, el sellado marginal correcto, utilizando un adhesivo universal (All Bond Universal®) aplicado con la técnica de grabado ácido y la de autograbado.

Materiales y métodos: Se utilizaron 30 molares sanos recientemente extraídos, en los cuales se realizaron 60 cavidades clase V, de las cuales 30 fueron en la cara vestibular y las 30 restantes en la cara palatina/lingual. En las caras vestibulares se realizó la técnica de grabado ácido y en la cara palatina/lingual se realizó la técnica de autograbado. Posteriormente fueron sometidos a termociclado en presencia de azul de metileno al 1%. Luego los especímenes fueron cortados y observados en microscopio graduado para observar y poder comparar el grado de microfiltración marginal.

Resultados: El valor promedio de microfiltración marginal donde se aplicó el adhesivo con grabado ácido previo correspondió a 12,6%, mientras que el valor promedio de microfiltración marginal donde se aplicó el adhesivo sin grabado ácido previo correspondió a 38,97%. Los resultados fueron analizados y comparados estadísticamente, encontrándose diferencias significativas entre ambas técnicas.

Conclusiones: De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y bajo las condiciones en que fue realizado, es posible concluir que la técnica de grabado ácido mostró un mejor desempeño frente a la técnica de autograbado al usar All Bond Universal®, ya que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el grado de microfiltración marginal entre ambos grupos estudiados.

Marco teórico

A lo largo de los años se han desarrollado diferentes biomateriales dentales con el fin de reemplazar las estructuras dentales perdidas. Uno de ellos es la resina compuesta, definida como un material restaurador con una gran densidad de entrecruzamientos poliméricos, reforzados por una dispersión de sílice amorfo, vidrio, partículas de relleno cristalinas u orgánicas y/o pequeñas fibras que se unen a la matriz gracias a un agente de conexión. (Phillips R., 2004; Craig R., O'Brien W. y cols., 1996).

De acuerdo a lo anterior, en toda resina compuesta se puede distinguir:

a) Matriz de resina o fase orgánica: Formada por Bis-GMA, que corresponde a un comonomero integrado por una resina epóxica y una resina vinílica. También se utiliza dimetacrilato de uretano (UDMA), que es un comonomero formado por la unión de un poliol, un isocianato y un metil metacrilato (Steenbecker, 2006).

b) Relleno inorgánico o fase dispersa: Corresponde a la fase inorgánica, constituido por partículas inorgánicas de tamaño pequeño y formas variables que incluyen los llamados “vidrios blandos”, “vidrios duros” (borosilicato), cuarzo fundido, silicato de aluminio, silicato de aluminio litio, fluoruro de iterbio, bario, estroncio, circonio y vidrio de zinc. El propósito de estas partículas es reforzar la resina compuesta, otorgando beneficios como mejorar la resistencia mecánica al aumentar la resistencia a la compresión y a la tracción, aumentar el módulo de elasticidad y la resistencia a la abrasión. Reducen la contracción de polimerización. Aumentan la viscosidad, con lo que mejora el manejo del material. Aumentan la radio opacidad, útil en exámenes diagnósticos complementarios como las radiografías (Anusavice K, Shen C, Rawls H. 2013).

c) Agentes de enlace: Molécula de tipo bifuncional que permite la unión química entre los monómeros de la matriz de resina y las partículas de relleno. Son compuestos organosilánicos, que son moléculas con duplicidad reactiva, las que por una parte reaccionan con la matriz orgánica y por otra, con la sílice del relleno inorgánico. Este elemento ayuda a mejorar las propiedades físicas y mecánicas,

además de impedir la filtración de agua a través de la resina compuesta (Anusavice K, Shen C, Rawls H. 2013).

Las resinas compuestas dentales poseen una serie de ventajas con respecto a otros biomateriales, las que se dan principalmente por su estética, ya que la tecnología actual permite imitar la apariencia de un diente natural al realizar restauraciones con dicho material además de permitir realizar preparaciones más conservadoras mediante el uso de la técnica adhesiva (Hervás y cols., 2006; Dennison y Sarret, 2012).

Sin embargo, las resinas compuestas poseen algunas deficiencias, entre las cuales se encuentran la falta de adhesión por sí mismas a la estructura dental y el fenómeno de contracción de polimerización. Estos fenómenos mencionados pueden generar una brecha entre el diente y la restauración, provocando deficiencias en el sellado marginal, lo que produce filtración marginal, que se define como el pasaje clínicamente indetectable de bacterias, fluidos y/o iones entre las paredes cavitarias y la restauración, llevando a la generación de caries secundaria y finalmente al fracaso de la restauración (Yazici y cols, 2002; Craig y cols., 1996; Ferracane, 2008).

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 0,4nm, 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). Este fenómeno, junto al estrés de polimerización, son la causa de los fallos cohesivos y adhesivos, que junto al grado de conversión monómero-polímero, son las causas principales del fracaso de las restauraciones con resinas compuestas (Hervás y cols., 2006).

Es por esto que se recurre al uso de adhesivos específicos y se acondicionan los tejidos dentarios, lo cual sumado a la utilización de la técnica de restauración incremental (Nikolaenko y cols 2004), permite compensar significativamente el efecto de la contracción del material, logrando por ende, reducir la filtración que se produce entre la restauración y la cavidad obturada (Ferracane, 2008).

Anusavice define la adhesión como la atracción molecular o atómica entre dos superficies de contacto fomentada por una fuerza de atracción interfásial entre dos moléculas o átomos de dos especies distintas (Phillips R., 2004).

Una definición de adhesivo dental útil para entender de qué estamos hablando sería la siguiente: "Material que colocado en capa fina sirve para adherir el material restaurador al diente, tanto a esmalte como a dentina." No obstante esta definición está obsoleta pues hoy en día es imposible pensar en una correcta adhesión utilizando un solo material, es por ello que parece más correcto hablar de Sistemas adhesivos (Hernández, 2004).

Un sistema adhesivo es el conjunto de materiales que nos permiten realizar todos los pasos de la adhesión, es decir, nos permiten preparar la superficie dental para mejorar la reactividad del sustrato para la adhesión, también nos permiten la adhesión química y micromecánica al diente y por último se unen adecuadamente al material restaurador (Hernández, 2004).

Existen muchas clasificaciones de adhesivos dentales. Una de estas es por su orden de aparición en el mercado. Así tenemos adhesivos de primera, segunda y tercera generación, sin embargo como éstos actualmente se encuentran en desuso solo se describirán las generaciones posteriores.

Adhesivos de cuarta generación: Aparecen a principios de los 90's y se utilizan en tres pasos: En primer lugar se realiza el grabado ácido con un ácido inorgánico fuerte (ác. ortofosfórico al 37%). En segundo lugar se aplica un agente imprimante que contiene resinas hidrofílicas, un solvente y un complejo fotoactivador, todo esto con el objetivo de imprimir correctamente la dentina. En tercer lugar se impregna con el adhesivo propiamente tal, que corresponde a resinas hidrofóbicas y complejos fotoactivadores.

Adhesivos de quinta generación: Se desarrollaron como una forma de simplificar el proceso anterior. Para ello, el procedimiento se redujo a dos pasos en un intento de disminuir el tiempo clínico. Así, en primer lugar se realiza el grabado ácido con el mismo ácido que la generación anterior, en segundo lugar se aplica una mezcla de agente imprimante y adhesivo, por lo tanto contiene las resinas hidrofóbicas e hidrofílicas en la misma botella (Carrillo, 2006).

Adhesivos de sexta generación: Se denominan adhesivos de autograbado y se caracterizan por no requerir grabado ácido previo al adhesivo propiamente tal. Fueron lanzados al mercado alrededor del año 2000. Contienen un monómero acondicionador que es autolimitante y los productos generados a través de su acción se incorporan permanentemente a la interfaz entre diente y restauración.

Adhesivos de séptima generación: Corresponde a un sistema simplificado de la generación anterior. Los adhesivos de sexta generación implicaban realizar dos pasos clínicos, en cambio aquí solo se requiere uno, por lo cual permite simplificar la técnica y reduce el sistema a solo un frasco.

Tanto los adhesivos de sexta como los de séptima generación ofrecen como ventaja el autograbado de la superficie a tratar con lo cual se reducen las variabilidades en la técnica y se reduce la sensibilidad post operatoria (Barrancos P, 2006).

Los adhesivos autograbantes se pueden clasificar de acuerdo a su grado de acidez (Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y y cols. 2003):

- a) *Ultra suave*: pH mayor a 2
- b) *Suave*: pH cercano a 2
- c) *Moderado*: pH entre 1 y 2
- d) *Fuerte*: pH inferior a 1. Más cercano al ácido ortofosfórico, que corresponde aproximadamente a 0,6

Otras formas de clasificar los adhesivos, pueden ser según su:

1. Tipo de acondicionamiento:

- a) Adhesivos que requieren grabado ácido y acondicionamiento previo
- b) Adhesivos que graban y acondicionan al mismo tiempo que penetra el monómero adhesivo (adhesivos autograbantes)

2. Tipo de solvente:

- a) *Solvente acuoso*: Es el mejor solvente en caso de dentina seca, ya que es capaz de hacer reflotar las fibras colágenas.
- b) *Solvente alcohólico*: Más volátiles que los acuosos, pero menos que los compuestos acetónicos.
- c) *Solvente acetónico*: Es el solvente ideal en condiciones de exceso de agua, permite que el agua restante se evapore con mayor facilidad, pero no es capaz de rehidratar las fibras colágenas.

Los distintos tipos de adhesivo tienen diferencias en el procedimiento clínico para su utilización. Las dos técnicas de mayor uso en la actualidad son la técnica de hibridación dentinaria y la técnica de reacción-integración (Pashley D. y Carvalho R., 1997; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003)

Técnica de hibridación dentinaria:

Se realiza un grabado ácido total de la estructura dentaria, es decir se graba esmalte y dentina con ácido ortofosfórico al 37%. La dentina se graba por 10 segundos, de esta manera se disuelve y se elimina el barro dentinario y se desmineraliza la mayoría de la hidroxiapatita superficial. Así se logra aumentar

microscópicamente la superficie dentaria capaz de unirse al producirse irregularidades en la estructura dentaria expuesta, además se libera toda la energía superficial disponible y finalmente se forman microcavidades retentivas que mejoran la adhesión. Luego se realiza un lavado del ácido con agua, teniendo cuidado de no desecar la dentina, ya que si esto ocurre las fibras colágenas sin sustento mineral podrían colapsar y el sustrato no sería el ideal (Pashley D. y Carvalho R., 1997; Ferrari M. y Tay F., 2003; Grégoire G., Guignes P. y cols., 2009). Se aplica una mezcla de monómeros de resina disuelta en un solvente y de esta manera se infiltra la dentina grabada. Debido a la fluidez de esta sustancia es que puede difundir por entre los túbulos dentinarios y penetra por capilaridad entre las fibras colágenas, de esta manera los monómeros rodean a las fibras colágenas y se forma una unidad conocida como capa híbrida o zona de interdifusión diente-resina, lo que posterior a la polimerización genera retención micromecánica por efectos geométricos y reológicos por contracción del material. Sobre esta capa se aplica la resina compuesta, resultando en una alta adhesión al ser esta unión de tipo químico (Perdigão J., 2007; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003).

Técnica de reacción-integración:

Esta técnica se desarrolló posterior a la técnica de grabado total. En esta técnica se utilizan sistemas adhesivos autograbantes, esto permite simplificar la técnica operatoria junto con reducir posibles errores o variaciones de técnica y a disminuir la sensibilidad post operatoria al usar ácidos más débiles y no remover el barro dentinario. Este material se aplica directamente sobre la cavidad limpia y seca. Los sistemas de agente imprimante de autograbado utilizan una solución de monómeros ácidos que penetran a través del agua que rodea las partículas del barro dentinario. Los componentes reactivos de los agentes imprimantes de autograbado son ésteres de alcoholes bivalentes con ácido metacrílico o fosfórico, o sus derivados. En este caso los monómeros al ser ácido funcionales, acondicionan e impriman la dentina de forma simultánea, por lo que resulta teóricamente imposible que quede alguna zona de dentina desmineralizada y no impregnada de resina (Tay F. y Pashley D., 2001), lo cual trae como consecuencia la incorporación del barro dentinario al sustrato de adhesión (Phillips R., 2004), finalmente se obtiene una capa que incorpora minerales, barro residual, matriz

dentinaria desmineralizada y adhesivo. Sobre esta capa se aplica la resina compuesta, que presenta gran adhesión por tratarse de unión química al ser ambos de naturaleza resinosa (Perdigão J., 2007; Van Meerbeek B, De Munk J. y cols., 2003).

La técnica de hibridación dentinaria posee ventajas como una mayor resistencia adhesiva y mejor sellado marginal, pero a su vez presenta mayor riesgo de sensibilidad post-operatoria, una técnica operatoria más sensible, mayor número de pasos clínicos y por lo tanto mayor probabilidad de error en la técnica, mientras que la técnica de reacción-integración tiene a su favor la baja sensibilidad a variaciones en la técnica, menor tiempo clínico, baja o nula sensibilidad post-operatoria y reducido número de acciones clínicas, sin embargo, posee una menor resistencia adhesiva en esmalte en comparación a los sistemas adhesivos convencionales, lo que constituye un riesgo para la integridad marginal de la restauración.

Para compensar esta deficiencia es que en la actualidad se han desarrollado nuevos adhesivos llamados universales. Los adhesivos universales, también llamados multipropósito o multimodo, corresponden a la última tecnología disponible actualmente en el mercado y se definen como sistemas que permiten diferentes modos de uso, entre los que se incluye la técnica de hibridación dentinaria y la técnica de reacción integración (Muñoz M, 2013). Estos sistemas intentan minimizar las desventajas manteniendo las buenas propiedades que presentan los sistemas adhesivos anteriores, además obtener altos valores de adhesión tanto a esmalte como a dentina (>25 MPa) y a materiales restauradores sean estos directos o indirectos (Behr M., Rosentritt M. y cols., 2009; Abo-Hamar S., Hiller K. y cols., 2010; Azimian F., Klosa K. y cols., 2012).

Para que el adhesivo sea realmente universal se requiere que éste contenga monómeros funcionales específicos y sinérgicos que puedan generar enlaces cruzados. Éstos deben ser capaces de reaccionar con diferentes sustratos, deben copolimerizar y ser compatibles con restauraciones y cementos en base a resina, tener un carácter levemente hidrofílicos para poder humectar adecuadamente la dentina, ya que este tejido posee un alto contenido de agua, y

posteriormente, una vez polimerizados ser altamente hidrofóbicos tanto como sea posible para que no se vean afectados por procesos de hidrólisis y absorción de agua. El grosor de capa del adhesivo polimerizado debe ser lo suficientemente delgado para no interferir con el asentamiento de restauraciones indirectas. Además debe ser idealmente ácido para grabar correctamente la superficie, pero no excesivamente ácido para no interferir con los iniciadores necesarios para la polimerización de cementos de resina de auto polimerización y de polimerización dual (Suh BI, Feng L, Pashley DH, 2003).

Los adhesivos universales además contienen agua, necesaria para la disociación de los monómeros ácidos funcionales que hace posible el autograbado. Uno de los tantos dilemas en la composición de estos adhesivos es el contenido de agua que necesitan, ya que cuando tienen demasiada agua, ésta contribuye a la excesiva separación de los monómeros, reduce la duración de éstos y hace más difícil la evaporación completa del agua (Nishiyama N, Tay FR, Fujita K, 2006). Esta agua residual incide en una polimerización incompleta del adhesivo, aumenta la hidrólisis post polimerización y compromete en general la interfaz adhesiva. Al añadir etanol o acetona a la formulación del adhesivo se mejora la humectación e infiltración de la resina en los tejidos dentarios y ayuda a la evaporación del agua (Moszner N, Salz U, Zimmermann J, 2005). Existen otras características que varían entre los diferentes tipos de adhesivos universales, como el pH, los iniciadores utilizados y tipos especiales de monómeros acondicionantes que juegan un rol vital en el funcionamiento de cada sistema y en ciertos casos otorgan ventajas a un producto por sobre otro.

La columna vertebral de la mayoría de los sistemas adhesivos universales incorpora algunos monómeros basados en ésteres de fosfato. Estos monómeros tienen muchas características positivas que incluyen unión química a metales (Kadoma Y, 2002), circonio (Chen L. Suh BI, Brown D, 2012) y a tejidos dentales mediante la formación de sales de calcio insolubles (Fukeygawa D, Hayakawa S, Yoshida Y, 2006). Además su acidez le da el potencial de grabar y desmineralizar tejidos dentales, lo que lo convierte en un buen candidato para formar parte de adhesivos que requieren autograbado, grabado selectivo y grabado total.

Uno de estos ésteres de fosfato corresponde al 10-MDP, monómero sintetizado en los años 1980 por Kuraray (Osaka, Japón). Una de las primeras aplicaciones fue en cementos de resina compuesta para adhesión de metales. Este monómero posee muchas características deseables para ser incorporado en sistemas adhesivos universales: es un monómero funcional anfipático con un grupo hidrofóbico metacrilato en un extremo capaz de unirse a resinas basadas en metacrilato y un grupo polar fosfato en el otro extremo capaz de unirse químicamente a los tejidos dentarios, metal y circonio. Este atributo por si solo ya es deseable para ser usado en este tipo de adhesivos, pero además la larga cadena de carbonos de este monómero es en gran parte hidrofóbica lo que lo convierte en el monómero imprimante más hidrofóbico usado en adhesivos dentales (Suh BI, 2013). Esto es importante en términos de durabilidad del producto al ser más estable en solución y también en cuanto a su absorción de agua y su resistencia a la hidrólisis de la interfaz adhesiva, la que ha sido reportada como la principal causa del fallo de la unión adhesiva (De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, 2003). Además, el 10-MDP es uno de los pocos monómeros usados en adhesivos dentales que ha demostrado presentar uniones químicas a tejido dentario vía enlaces iónicos a calcio presente en hidroxiapatita (Fukeygawa D, Hayakawa S, Yoshida Y, 2006).

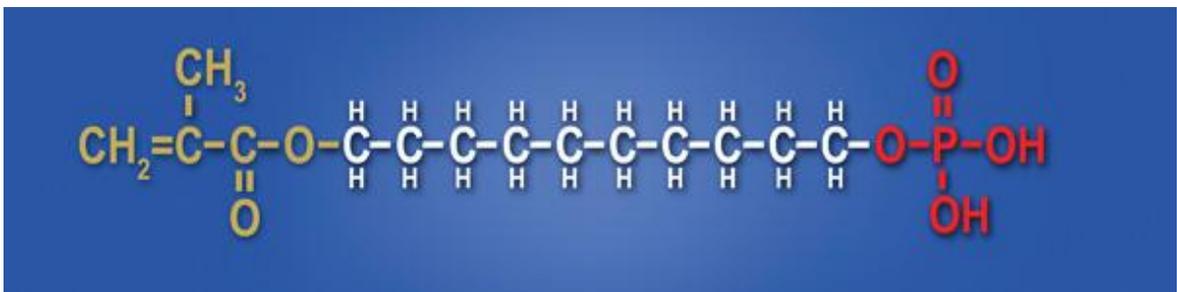


Fig. Monómero 10-MDP

Cuando la patente de Kuraray expiró (2003) otros fabricantes comenzaron a explorar las ventajas de este monómero, como por ejemplo Bisco, 3M ESPE y VOCO entre otros. En 2009, Bisco introdujo al mercado el primer imprimante para circonio (Z-Prime®) que incluyó 10-MDP en su composición. El año 2011 3M ESPE introdujo el primer adhesivo universal en la historia que contenía 10-MDP

(Scotchbond Universal®) (Alex G, 2015). Al poco tiempo Bisco lanzó un adhesivo que incorporó a este mismo monómero, el cual corresponde a All Bond Universal®.

All Bond Universal® (Bisco, USA) es un sistema adhesivo monobotella que, según su fabricante, puede usarse con técnica de grabado ácido total, grabado selectivo de esmalte y autograbado, tanto en restauraciones directas como indirectas. Además es compatible con materiales de autocurado, fotocurado y duales (www.bisco.com, consultado octubre de 2014).

Propiedades All Bond Universal®:

Composición química All Bond Universal:

- Monómero 10-MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate)
- HEMA
- BiSGMA
- Etanol
- Iniciadores de polimerización
- Agua



Fig. Presentación comercial

Clasificación según pH: Ultra suave (pH=3.1)

Debido a que la aparición de este adhesivo en el mercado es muy reciente, no posee una evidencia científica suficiente como para respaldar su uso clínico de las formas que postula el fabricante. Es por esto que el presente estudio buscó determinar si hay diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema All-Bond Universal ® al ser utilizado con y sin grabado ácido previo de la superficie dentaria.

Hipótesis

Existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo All-Bond Universal ® utilizado con y sin grabado ácido previo.

Objetivo general

Determinar si existen diferencias en el grado de sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo All-Bond Universal® utilizado con y sin grabado ácido previo.

Objetivos específicos

- Determinar el grado de filtración en restauraciones de resina compuesta realizadas con All-Bond Universal utilizado con grabado ácido previo.
- Determinar el grado de filtración en restauraciones de resina compuesta realizadas con All-Bond Universal utilizado sin grabado ácido previo.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos en ambos grupos de estudio.

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en el Laboratorio de actividades preclínicas de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

El estudio se desarrolló utilizando 30 molares humanos sanos recientemente extraídos, los cuales fueron conservados en una solución de suero fisiológico en un recipiente cerrado para mantener su correcta hidratación, mantenidos a temperatura ambiente hasta el momento de ser utilizados para la fase experimental. Dichas piezas dentarias fueron donadas por pacientes con indicación de exodoncia de molares sanos previo consentimiento informado (Anexo 1).



Fig. Molar sano



Fig. Limpieza con cureta Gracey

Las piezas dentarias fueron limpiadas antes de ser usadas con Curetas Gracey American Eagle 9/10 y 11/12, escobillas y agua, para eliminar restos orgánicos que estén adosados en su superficie.

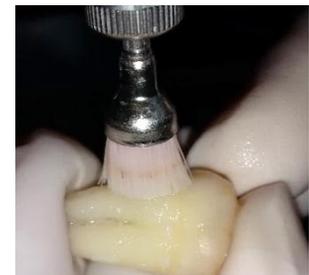


Fig. Limpieza con escobilla

El tamaño de la muestra fue determinado según el criterio de significación estadística, donde 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, 3mm de alto y 3mm de profundidad, la pared axial será siempre dejada en dentina.



Fig. Cavity clase V con las medidas indicadas

Las preparaciones fueron realizadas por el mismo operador, con equipo rotatorio de alta velocidad con la correspondiente irrigación, turbina marca NSK modelo Pana-Max Plus PAP-SU M4 serie ABC20344 (Japón), utilizando piedras diamantadas SS WHITE® (USA) cilíndricas de extremo plano ISO 806 314 109 524 014, 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.



Fig. Piedra diamantada



Fig. Turbina Pana-Max Plus

Las caras vestibulares de las raíces dentarias fueron marcadas con plumón permanente negro con la letra V para su correcta identificación.

Una vez confeccionadas las cavidades se procedió a limpiarlas con escobilla y agua para continuar con la confección de las restauraciones.

En la cara vestibular de las piezas dentarias se realizó la técnica de reacción-integración y luego se continuó con la cara palatina/lingual en la cual se realizó la técnica de hibridación dentinaria. Se realizó esta secuencia para evitar el contacto del ácido ortofosfórico con la cavidad vestibular. Los pasos a desarrollar fueron los establecidos en el folleto de instrucciones entregadas por el fabricante.

Protocolo cavidad vestibular:

- Se lavó la cavidad con spray agua-aire. Se removió el exceso de agua con aire suave por 10 segundos.
- Se aplicaron 2 capas sucesivas de All-Bond Universal®, frotando la preparación con una micro brocha por 15 segundos cada capa.
- Se evaporó el solvente mediante aire suave por 10 segundos.
- Se fotoactivó por 20 segundos.
- Se restauró con resina compuesta (Filtek® z350 XT Body B2, 3M/ESPE, USA) mediante 3 incrementos (2 diagonales y uno final para completar la restauración).

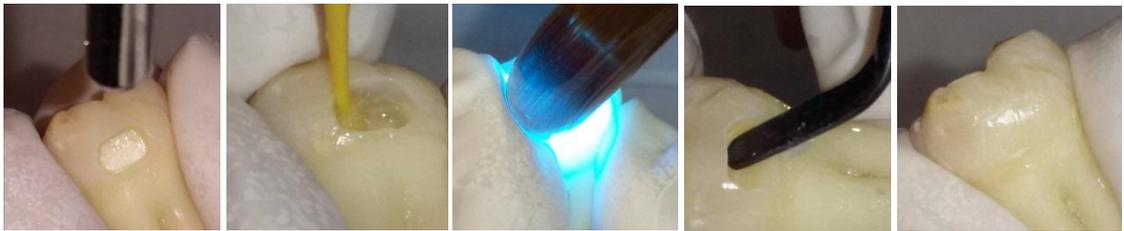


Fig. Secuencia de pasos cavidad vestibular

Protocolo cavidad palatina:

- Se lavó la cavidad con spray agua-aire. Se removió el exceso de agua con aire suave por 10 segundos.
- Se aplicó el grabado ácido de esmalte por 10 segundos, se lavó con agua por 20 segundos, luego se grabó la dentina y el esmalte por 10 segundos adicionales con ácido ortofosfórico al 35% (Coltene® Etchant gel S) aplicado con jeringa. Se lavó profusamente por 20 segundos con agua. Se removió el exceso de agua con aire suave por 10 segundos dejando la preparación visiblemente humectada.
- Se aplicaron 2 capas sucesivas de All-Bond Universal, frotando la preparación con una micro brocha por 15 segundos cada capa.
- Se evaporó el solvente mediante aire suave por 10 segundos.
- Se fotoactivó por 20 segundos

- Se restauró mediante resina compuesta de acuerdo al mismo procedimiento anterior.

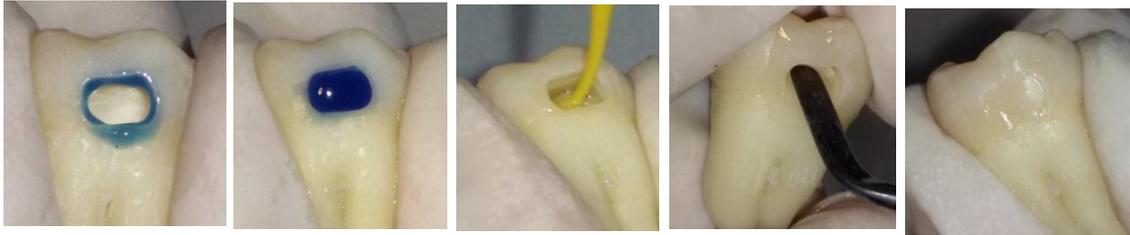


Fig. Secuencia de pasos cavidad palatina

Se utilizaron espátulas para resina compuesta Hu-Friedy® modelo Goldstein #1, con técnica incremental. Se realizaron 2 incrementos de un grosor máximo de 2 a 3 milímetros insertados en la cavidad de manera diagonal. Se fotoactivó con lámpara halógena 3M® modelo XL3000 por 10 segundos de manera diagonal y 20 segundos de manera directa a una distancia de 5mm a la superficie de la restauración. Se realizó un incremento final para sellar la restauración y se fotoactivó durante 40 segundos.

Una vez 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.



Fig. Lámpara halógena 3M XL3000

Este sellado se realizó de la siguiente manera: En primer lugar se cubrieron los ápices de los especímenes con vidrio ionómero de restauración y fraguado químico ChemFil® Superior (Dentsply®), en consistencia masilla.

Luego se cubrió la totalidad de la superficie radicular con una capa de cianocrilato, la cual, una vez seca fue cubierta con dos capas de esmalte de uñas.



Fig. Ápices cubiertos con vidrio ionómero

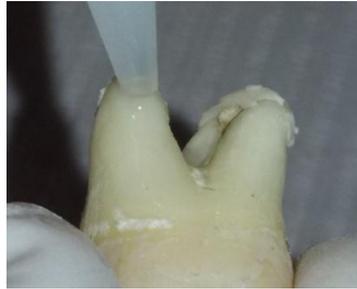


Fig. Aplicación de cianoacrilato

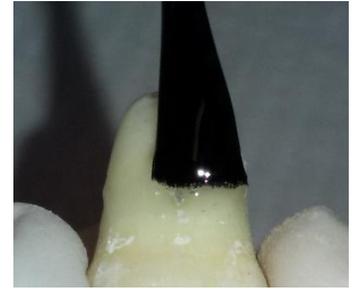


Fig. Aplicación de esmalte de uñas



Fig. Diente con raíces cubiertas de acrílico

Finalmente se cubrieron las raíces con acrílico rosado de autopolimerización, marca comercial Marché®, dejando 1mm libre bajo el límite apical de la restauración. Para tales propósitos se utilizó un molde de silicona pesada, con el que se obtuvo un patrón en forma de cilindro de 1,5cm de diámetro y 3cms de alto, el cual fue llenado de acrílico recién mezclado. Las raíces del diente fueron embutidas en la masa hasta que ésta se endureció. Cada espécimen fue rescatado del molde de silicona y debidamente rotulado para su posterior identificación, la cara vestibular fue marcada con una V. Se procedió así con las 30 muestras.

Luego se continuó con el termociclado. Se dispuso de tres recipientes con 500ml cada uno. Dos contenedores con solución de azul de metileno al 1%, realizada con receta magistral, a temperaturas de 60°C y 5°C respetivamente. Asimismo un tercer recipiente con agua destilada a temperatura ambiente. Las muestras fueron rotadas por 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 5°C a los 60°C y viceversa. Cada ciclo fue repetido 100 veces.



Fig. Diente después del termociclado

Concluido el termociclado los molares fueron cortados en su eje mayor con micromotor marca NSK modelo EX-203 (Japón) y pieza de mano recta marca NSK modelo NS EX-6B (Japón), utilizando discos diamantados 0.15mm de diámetro (SS White, USA), 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.

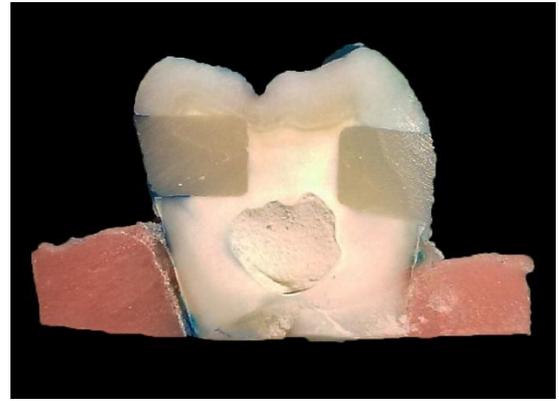


Fig. Corte para exponer interfase diente-restauración

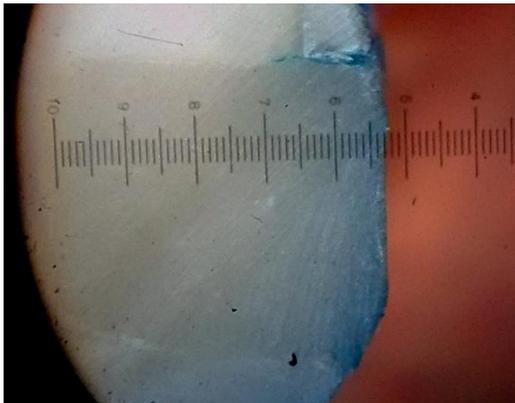


Fig. Muestra observada en microscopio con objetivo graduado

La filtración 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 posee o no una distribución normal. De acuerdo a ello, se utilizó el test de U de Mann-Whitney para definir la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas.

Resultados

Los valores de infiltración marginal de las muestras observados en microscopio fueron expresados en porcentaje como se puede observar en la tabla n° 1.

Tabla n°1: Porcentaje de infiltración marginal usando el sistema adhesivo All Bond Universal® con y sin grabado ácido previo

N° de muestra	Con grabado ácido previo (%)	Sin grabado ácido previo (%)
1	20,00	45,00
2	24,00	55,56
3	0,00	27,27
4	37,50	48,08
5	0,00	65,22
6	0,00	31,58
7	16,67	25,53
8	15,09	48,08
9	0,00	27,66
10	33,33	58,33
11	0,00	12,77
12	6,00	56,00
13	36,00	41,67
14	0,00	12,24
15	0,00	25,00
16	62,50	20,00
17	0,00	8,51
18	10,00	57,69
19	0,00	25,00
20	11,11	22,22
21	20,83	13,33
22	8,33	63,64
23	0,00	56,52
24	20,00	40,00
25	0,00	53,19
26	0,00	60,00
27	18,75	52,00
<i>Promedio</i>	<i>12,60</i>	<i>38,97</i>

Nota: De los 30 molares se consideraron 27, ya que 3 de ellos fueron eliminados por presentar infiltración por otras vías diferentes a las restauraciones de resina compuesta.

Análisis de resultados

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:

Tabla n°2: Análisis estadístico mediante prueba de Shapiro-Wilk

Pruebas de normalidad				
Grabado		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Infiltración marginal	All Bond con grabado	,800	27	,000
	All Bond sin grabado	,921	27	,042

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 significativa ($p<0,05$), lo cual indica que ambos grupos de datos no tienen distribución normal.

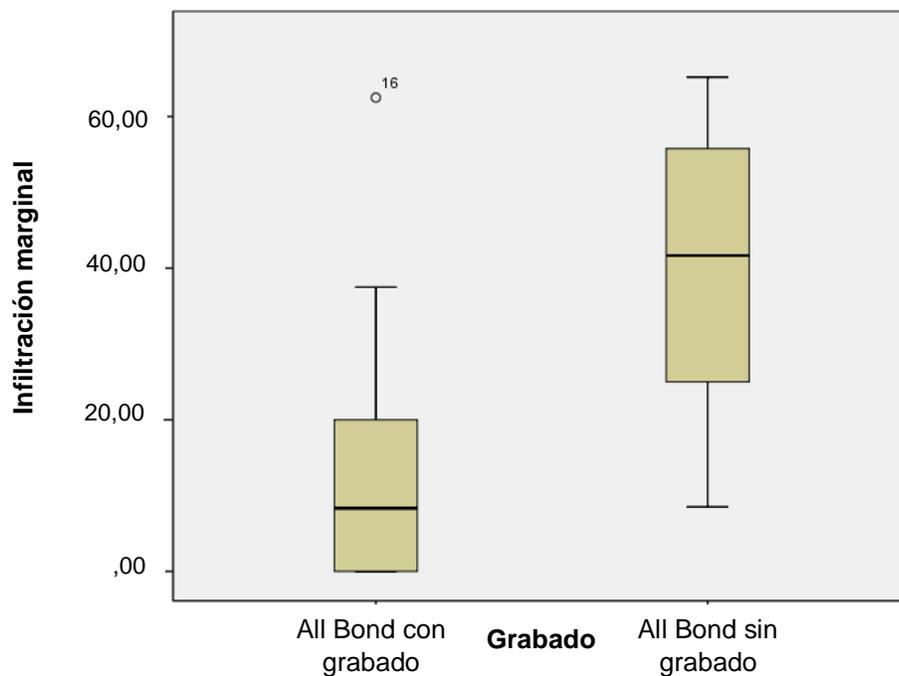
Resultados Estadísticos descriptivos

Tabla n°3: Resultados estadísticos descriptivos

Descriptivos			
Grabado			Estadístico
Infiltración marginal	All Bond con grabado ácido	Media	12,5967
		Mediana	8,3300
		Varianza	247,346
		Desviación típica	15,72725
		Mínimo	,00
		Máximo	62,50
	All Bond sin grabado ácido	Media	38,9663
		Mediana	41,6700
		Varianza	324,541
		Desviación típica	18,01502
		Mínimo	8,51
		Máximo	62,2

La media y la mediana es superior en el grupo “All Bond sin grabado ácido”, lo que indica que la filtración aparentemente es mayor con esta técnica en relación con la comparada. Situación representada en el gráfico n°1.

Gráfico n° 1



Resultados de la comparación entre los dos tratamientos estudiados:

Tabla n°4: Sistemas estadísticos de contraste

Contraste	
	Infiltración marginal
U de Mann-Whitney	95,000
W de Wilcoxon	473,000
Z	-4,689
Significación asintótica (bilateral)	,000

En la Tabla n°4 se muestran los resultados de la comparación entre ambos tratamientos. El nivel de significancia en la prueba empleada fue de 0,000, lo cual indica que fue significativo ($p < 0,05$), por lo que concluimos, que ambos tratamientos tienen diferente nivel de filtración marginal.

Discusión

En la actualidad existe gran variedad de sistemas adhesivos en el mercado, incluyendo la aparición de nuevos productos y estrategias para lograr mejoras en la calidad de la adhesión al sustrato dentario.

La última tecnología en lo referido a la adhesión corresponde a los adhesivos universales, éstos basan su estrategia adhesiva en la unión en la mínima cantidad de pasos a diferentes sustratos, tanto dentarios como no dentarios (Gaete M, Cabrera L, 2014). Como su nombre lo dice, Universales, están diseñados para ser utilizados de diferentes modos, de esta manera queda a criterio del tratante elegir la técnica de aplicación que puede ser grabado ácido selectivo, grabado total convencional o autograbado (Hanabusa M, 2012). Estos adhesivos prometen además unir diferentes naturalezas de sustratos como esmalte, dentina, circonio, metales, entre otros.

Actualmente son varias las marcas comerciales que desarrollan este tipo de adhesivos, sin embargo, la literatura científica que avala su comportamiento en cuanto a propiedades físicas y mecánicas tanto *in vivo* como *in vitro* es escasa. Es por este motivo que se desarrolló el presente estudio para comparar la microfiltración de resinas compuestas utilizando dos técnicas de aplicación del nuevo adhesivo universal All Bond Universal®.

La filtración marginal es un parámetro importante a medir, ya que cuando esto ocurre se produce la entrada de fluidos y bacterias en la interfase con la consecuente caries secundaria, principal fenómeno asociado al fracaso de las restauraciones (Yazici y cols, 2002; Craig y cols., 1996; Ferracane, 2008).

El método más común para medir la filtración marginal es el termociclado (Aguilar LT, 2002). Este método pretende simular los cambios térmicos que se producen en la cavidad oral al comer, beber y respirar (Gale MS, 1999), de esta

manera se somete a cambios de temperatura para evaluar la fatiga térmica y la longevidad de la restauración.

El mecanismo de acción consiste en estresar la unión entre sustrato dentario y restauración al producir la contracción y expansión del material en reiteradas oportunidades (De Munk J, 2005). Este estrés constante podría generar cracks que al propagarse en la interfaz adhesiva podrían llevar a la consecuente formación de espacios de diferentes tamaños que permiten el paso de fluidos desde y hacia esta interfaz (Gale MS, 1999).

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 MS, 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 (5°C-60°C) muy similares a aquellas toleradas en boca (Gale MS, 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 los resultados obtenidos podemos decir que con ambas técnicas hubo filtración marginal, sin embargo fue significativamente mayor en el grupo en donde no se realizó grabado ácido previo de la superficie. De esta manera se aprueba la hipótesis planteada que dice que si existen diferencias en el grado de microfiltración marginal de restauraciones de resina compuesta al usar o no usar grabado ácido previo a la aplicación del adhesivo.

Esta diferencia puede ser explicada por el pH que presenta el adhesivo All Bond Universal®, que corresponde a pH=3.1, se considera un ácido ultra suave, por lo tanto puede no acondicionar e imprimir correctamente la superficie adamantina (Rosa WL, Piva E, Silva AF, 2015).

Esta acidez se fundamenta en el hecho que al ser menos ácido que la mayoría de los adhesivos universales (pH 2.0-3.0) no requiere ningún activador por separado para ser usado con cementos de resina de auto polimerización y de polimerización dual (Alex G, 2015).

Un estudio reciente donde se realizó termociclado, en el cual se realizaron 1000 ciclos a diferencia del presente estudio que solo contó con 100, indica que existe diferencia en la microfiltración marginal al usar el adhesivo con grabado ácido y sin grabado ácido previo con ácido ortofosfórico, siendo mayores los valores para la modalidad de autograbado. Sin embargo en este estudio la diferencia no alcanza a ser significativa estadísticamente (Siso S.H y cols., 2013).

Esto último también es respaldado por un meta-análisis del presente año (2015) donde se analizó la resistencia a la tensión y nanofiltración marginal de distintos adhesivos. Al evaluar nanofiltración se concluyó que existe una mejora en la unión adhesiva a dentina al usar la técnica de grabado ácido con ácido ortofosfórico en vez de autograbado con el adhesivo All Bond Universal®, pero nuevamente la diferencia no es significativa estadísticamente. En cuanto a resistencia a tensión se observó una diferencia estadísticamente significativa en dentina, siendo esta superior al realizar grabado ácido previo a la aplicación de All Bond Universal®, no así con el resto de los adhesivos universales utilizados, donde la diferencia no fue significativa (Muñoz MA, 2013). Para esmalte el resultado fue siempre estadísticamente significativo a favor del grabado ácido (Rosa WL, Piva E, Silva AF, 2015).

En el presente estudio se evidenció diferencia en la microfiltración siendo esta mayor en el grupo de autograbado, con un promedio mayor en el porcentaje de infiltración, media y mediana superiores. Del análisis estadístico comparativo se concluye que la diferencia de infiltración fue significativa ($p < 0,05$), a diferencia de la literatura citada anteriormente.

El resultado de este estudio sugiere realizar grabado ácido de la superficie dentaria previo al uso del sistema adhesivo All Bond Universal® para conseguir mejor adhesión al sustrato dentario basado en los niveles de microfiltración observados.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio y bajo las condiciones en que fue realizado, es posible concluir que:

- El valor promedio de microfiltración marginal donde se aplicó el adhesivo con grabado ácido previo correspondió a 12,6%
- El valor promedio de microfiltración marginal donde se aplicó el adhesivo sin grabado ácido previo correspondió a 38,97%
- En este estudio al usar All Bond Universal®, la técnica de grabado ácido mostró un mejor desempeño frente a la técnica de autograbado, ya que presentó menores valores de microfiltración.
- Existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el grado de microfiltración de resinas compuestas realizadas con y sin grabado ácido previo usando el sistema adhesivo All Bond Universal® por lo tanto se acepta la hipótesis planteada en este estudio.

Sugerencias

Para complementar el estudio se sugiere:

- Probar otras variables que pueden influir en la longevidad de la unión adhesiva como los cambios de pH.
- Realizar estudios *in vitro* para probar la resistencia adhesiva de este adhesivo universal con sus dos protocolos de adhesión.
- Realizar estudios de resistencia adhesiva y microfiltración con otros materiales que son adheridos al diente en la práctica profesional, como es el metal, porcelana y circonio.

Referencias bibliográficas

- Abo-Hamar S., Hiller K., Jung H., Federlin M., Friedl K., Schmalz G. “Bond Strength of a new universal self-adhesive resin luting cement to dentin and enamel”. Clin. Oral Investig. 2010; 9: p 161-7.

- Aguilar LT, Rezende NPM, Reis A, et al. Tensile bond strength of adhesive systems—effects of primer and thermocycling. Pesqui Odontol Bras 2002; 16:37–42.

- 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.

- Anusavice K, Shen C, Rawls H (2013). Phillips' Science of Dental Materials. 12^o Edition. Elsevier Saunders, pp.257-306.

- Alex G. “Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry?” Compendium of Continuing Education in Dentistry. January 2015; p15-26

- Azimian F., Klosa K., Kern M. “Evaluation of a new universal primer for ceramics and alloys”. The Journal of Adhesive Dentistry. 2012; 14 (3): p 275-82.

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

- Behr M., Rosentritt M., Regnet T., Lang R., Handel G. “Marginal adaptation in dentin of a self-adhesive universal resin cement compared with welltried systems”. Dent. Mater. 2009; 20: p 191-7.

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

- Chen L, Suh BI, Brown D, Chen X. Bonding of primed zirconia ceramics: evidence of chemical bonding and improved bond strengths. Am J Dent. 2012; 25(2):103-108.

- Craig R, O'Brien W, Powers J. "Materiales Dentales". Sexta Edicion. Editorial Mosby. 1996.

- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res 2005; 84:118–32.

- De Munck J, Van Meerbeek B, Yoshida Y, et al. Four-year water degradation of total-etch adhesives bonded to dentin. J Dent Res. 2003; 82(2):136-140.

- Dennison JB, Sarrett DC. (2012). Prediction and diagnosis of clinical outcomes affecting restoration margins. J Oral Rehabil. Apr; 39(4):301-18.

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

- Ferrari M., Tay F.R. "Technique sensitivity in bonding to vital, acid-etched dentin." Oper. Dent. 2003. 28(1): p 3-8.

- Fukegawa D, Hayakawa S, Yoshida Y, et al. Chemical interaction of phosphoric acid ester with hydroxyapatite. J Dent Res. 2006; 85(10):941-944.

- Gaete M, Cabrera L. "Los adhesivos universales". Dental tribune Hispanic & Latin America, 2014, p 11-14

- Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental materials restorations. J Dent 1999; 27:89–99.

- Grégoire G., Guignes P. Nasr K. “Effects of dentine moisture on the permeability of total-etch and one-step self-etch adhesives.” J. Dent. 2009. 37(9): p 691-99.

- Hanabusa M, Kuboki T, Momoi Y, Ende A, Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. Journal of Dentistry; 2014; 40(6):475-84.

- Hernández, Martín. “Aspectos prácticos de la adhesión a dentina”. Av Odontoestomatol v.20 n.1 Madrid ene.-feb. 2004

- Hervás A, Martínez MA, Cabanes J, Barjau A, Fos P. (2006). Composite resins. A review of the materials and clinical indications. Med Oral Patol Oral Cir Bucal; 11:E215-20. © Medicina Oral S. L. C.I.F. B 96689336 - ISSN 1698-6946.

- Kadoma Y. Surface treatment agent for dental metals using a thiirane monomer and a phosphoric acid monomer. Dent Mater J. 2002; 21(2):156-159.

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

- Moszner N, Salz U, Zimmermann J. Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: a systematic review. Dent Mater. 2005; 21(10):895-910.

- Muñoz MA, Luque I, Hass V, Reiss A, Dourado A, Campanha N “Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine”. Journal of dentistry 41 (2013) 404 – 411.

- Nishiyama N, Tay FR, Fujita K, et al. Hydrolysis of functional monomers in single-bottle self-etching primer-correlation of ¹³C NMR and TEM findings. J Dent Res. 2006; 85(5):422-426.

- 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

- Phillips R.W. “La ciencia de los Materiales Dentales”. Décima Edición. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. 2004.

- Pashley D.H., Carvalho R.M. “Dentine permeability and dentine adhesion.” J. Dent. 1997. 25(5): p 355-72.

- Perdigão J., “New developments in dental adhesion”. Dent. Clin. North. Am. 2007. 51(2): p 333-57

- Siso S.H., Bayrak I, Donmez N. (2013), Bond Strengths and Microleakage of Composites Bonded with Novel Adhesives. Bezmialem Vakif University Faculty of Dentistry, Turkey.

- Suh BI. Principles of Adhesive Dentistry: A Theoretical and Clinical Guide for Dentists. Newtown, PA: Aegis Publications LLC; 2013.

- Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part III. Effect of acidic resin monomers. J Adhes Dent. 2003; 5(4):267-282.

- Rosa WL, Piva E, Silva AF “Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis”. J Dent. 2015 Jul; 43(7):765-776

- Tay FR, Pashley DH. "Aggressiveness of contemporary self-etching systems. I: Depth of penetration beyond dentin smear layers." *Dent. Mater.* 2001. 17(4): p 296-308

- Van Meerbeek B, De Munk J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas., Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. "Buonocore Memorial Lecture: Adhesion to enamel and dentin: Current status and future challenges." *Oper. Dent.* 2003. 28(3): p 215-35.

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

Anexos

ANEXO 1 FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO TOMA DE MUESTRAS DENTARIAS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.

Título del trabajo de Investigación: “Análisis comparativo *in vitro* del grado de filtración marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con el sistema adhesivo All-Bond Universal® utilizado con y sin grabado ácido previo de la superficie”

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no, en una Investigación Odontológica.

El Alumno Eduardo Andrés Sánchez Jiménez, que realiza su Tesis Grado en el Área de Biomateriales Dentales del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, bajo la Tutoría del Prof. Dr. Marcelo Bader Mattar, está realizando un estudio cuyo objetivo es evaluar el comportamiento de un nuevo sistema de adhesión para Resinas Compuestas al ser utilizado bajo diferentes protocolos de aplicación.

Para llevar adelante esta Investigación se requiere utilizar piezas dentarias sanas, recientemente extraídas. Usted ha concurrido a este servicio Odontológico con una indicación de extracción solicitada por su Odontólogo, motivo por el cual se le solicita que nos done y autorice el uso de estas piezas dentarias para esta Investigación.

Su participación en esta Investigación es absolutamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención odontológica que le preste esta Institución. Usted no se beneficiará económicamente por participar en esta Investigación, del mismo modo que este estudio no tendrá costos adicionales para Usted.

Todos los datos relacionados con su persona serán guardados de forma confidencial. Las muestras serán almacenadas indefinidamente con un Código, hasta su utilización en el Laboratorio para el fin antes explicado y se utilizarán única y exclusivamente para esta Investigación.

Es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean presentados para su publicación en alguna revista científica o presentados en algún Congreso o en Conferencias sobre el tema, sin embargo, su Identidad e Información personal no será divulgada.

Si usted desea conocer los resultados de la Investigación, o si tiene cualquier otra duda, puede contactar al Dr. Marcelo Bader Mattar, al teléfono: 9- 29840724.

He leído lo anteriormente descrito, se me ha explicado el propósito de esta Investigación y mis dudas han sido aclaradas. Con mi firma voluntaria de este documento consiento en donar las piezas dentarias que requiero extraerme para ser utilizadas en este estudio. Se me entregará una copia firmada de este documento y si solicito información, ella me será entregada por los Investigadores.

Nombre del Donante

Fecha

Firma del donante

Nombre de la Persona que obtiene el Consentimiento

Firma