

UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA RESTAURADORA  
AREA DE BIOMATERIALES DENTALES

**“ESTUDIO COMPARATIVO *IN VITRO* DEL pH DE SISTEMAS ADHESIVOS  
AUTOGRABANTES PRESENTES EN EL MERCADO NACIONAL”**

Patricio Andrés Gutiérrez Riquelme

TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE  
CIRUJANO – DENTISTA

TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo Bader M.

TUTOR ASOCIADO  
Prof. Dr. Cristián Astorga M.

Santiago - Chile  
2009

## INTRODUCCION

La caries es una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial, polimicrobiana, crónica y localizada que afecta a los tejidos duros del diente, producida por la acción de ácidos orgánicos que surgen de la fermentación microbiana de los carbohidratos de la dieta. <sup>(1, 2)</sup>

El daño sobre las piezas dentarias es progresivo, y si no es tratado oportunamente, la única posibilidad de tratamiento pasa por la remoción mecánica del tejido afectado. <sup>(1)</sup>

Ante estas circunstancias, se genera una cavidad en el diente que debe ser restaurada, para lo cual se pueden utilizar numerosos materiales, siendo las resinas compuestas, el material restaurador de mayor uso en Chile. <sup>(3)</sup>

Estos materiales cobran importancia en los últimos años gracias al mejoramiento de sus diversas propiedades, siendo la estética, una de las que más ha influido en su uso masivo por parte de los odontólogos.

Las resinas compuestas no poseen adhesión química a la pieza dentaria, lo que hace necesario trabajar en la superficie cavitaria del diente para lograr una adhesión de tipo micro mecánica entre el diente y la restauración. <sup>(4)</sup>

La adhesión de las resinas compuestas involucra la aplicación de la técnica de grabado ácido con el objetivo de transformar la superficie cavitaria en una superficie

irregular, con una alta energía superficial, sobre la cual se aplican los adhesivos a esmalte y dentina<sup>(5)</sup>. Estos son los llamados adhesivos convencionales.<sup>(6,7,8)</sup>

Esta técnica requiere de una etapa previa de aplicación de ácido y su remoción, para posteriormente aplicar un agente imprimante y un adhesivo. Son sistemas adhesivos de dos o tres etapas.<sup>(6,7,8)</sup>

Sin embargo, en los últimos años han surgido los sistemas adhesivos autograbantes, que permiten simplificar la técnica, con el fin de disminuir la posibilidad de error en su aplicación, reducir los tiempos operatorios y mejorar el confort del paciente.<sup>(9,10)</sup>

Los adhesivos autograbantes no requieren de una etapa previa de grabado ácido de las superficies dentarias. Los primeros en aparecer se presentaban en botellas separadas y combinaban los pasos de grabado e imprimación, para luego aplicar el adhesivo.<sup>(6,8)</sup>

Con el paso del tiempo, aparece una nueva generación de adhesivos autograbantes, los denominados “todo en uno”, en los que el acondicionador, el agente imprimante y el adhesivo se presentan mezclados en un mismo envase, reduciendo la metodología operatoria a un solo paso clínico.<sup>(8,11)</sup>

El concepto de adhesivos autograbantes está basado en el uso de monómeros ácidos polimerizables que simultáneamente acondicionan e imprimen la dentina y el esmalte, generando las microporosidades responsables de la adhesión.<sup>(12)</sup> Estos

monómeros son generalmente ésteres de ácido carboxílico o ácido fosfórico, con un pH más alto que los geles de ácido fosfórico usados con adhesivos convencionales.<sup>(13)</sup> La composición química particular de estos adhesivos es la causal de que ellos difieran entre sí en su capacidad de grabado. Debido a esto son clasificados en tres categorías de acuerdo a su acidez: suaves, moderados y agresivos.<sup>(14,15)</sup>

Para la odontología restauradora uno de los aspectos claves para impedir el fracaso de restauraciones de resina compuesta es evitar la microfiltración del margen de las restauraciones. En este sentido la fuerza de la adhesión a esmalte es fundamental.

Las fuerzas de adhesión a esmalte de los sistemas adhesivos autograbantes clasificados como agresivos, es decir, los que presentan el pH más bajo, son usualmente más altas que las de otros adhesivos autograbantes. Esto puede tener relación con el relativamente bajo pH comparado con el de otros adhesivos menos ácidos.<sup>(16)</sup>

Sin embargo, los fabricantes de estos productos no informan del pH de sus adhesivos, y considerando que la acidez del sistema adhesivo puede influir significativamente en su capacidad para lograr un efectivo grabado de las superficies adamantinas, es que el presente trabajo busca determinar el pH de los distintos sistemas adhesivos autograbantes presentes en el mercado nacional.

## MARCO TEORICO

La caries se define como una enfermedad infectocontagiosa, multifactorial, de tipo crónica, que afecta a los tejidos duros del diente y que es producida por la acción de los ácidos orgánicos provenientes de la fermentación que realizan microorganismos de los carbohidratos propios de nuestra dieta. <sup>(1,2)</sup> La enfermedad provoca un daño, que de ser irreversible, solo puede ser tratado por medio de la remoción mecánica de los tejidos dañados, lo cual deja como secuela una cavidad que debe ser restaurada con el fin de devolver la anatomía, la función y la estética de la pieza dentaria dañada. <sup>(2)</sup>

Existen numerosos materiales que cumplen con los parámetros estéticos, biofuncionales y mecánicos para restaurar piezas dentales dañadas. Dentro de los materiales estéticos de restauración directa, los más utilizados en la actualidad son las resinas de dimetacrilato con refuerzos inorgánicos, más conocidas como resinas compuestas. <sup>(18)</sup>

### Resinas compuestas

Las resinas compuestas surgen como una necesidad ante el fracaso de otro material de restauración, las llamadas resinas acrílicas, convirtiéndose hoy en día en el material de restauración directa más usado en Chile. <sup>(3)</sup>

En la década de los 60s, R. L. Bowen, patentó en Estados Unidos su fórmula que consiste en una nueva molécula orgánica de alto peso molecular y con capacidad de ser polimerizada, la que denominó BIS-GMA. Esta molécula es un monómero que deriva de la combinación de una molécula epòxica como el Bisfenol con un Glicidil Dimetacrilato. Este compuesto formaba una matriz orgánica con mejores características que las resinas acrílicas sin relleno, pero aún presentaba deficiencias que debían ser superadas. Con este fin se le agregó un relleno inorgánico en forma de partículas irregulares de tamaño variable, el que se unía a esta matriz de BIS-GMA a través de un agente de acoplamiento que originalmente correspondió a un derivado del vinil-silano <sup>(3,19)</sup>. De esta forma se logró disminuir la contracción de polimerización y el alto coeficiente de variación dimensional térmica, además de aumentar la resistencia mecánica y disminuir el posible daño pulpar, todos problemas atribuibles a las resinas acrílicas. <sup>(20)</sup>

En síntesis, en una resina compuesta se presentan tres fases: una matriz orgánica, un relleno inorgánico y un agente de enlace entre ellos, además de un sistema que induce la polimerización.

Las resinas compuestas no presentan adhesión de tipo química al diente, lo que hace necesario la aplicación de procedimientos clínicos para su fijación a la estructura dentaria. Por otro lado, cabe señalar que las resinas compuestas endurecen por una reacción de polimerización. Esta polimerización conlleva como efecto colateral una contracción del material restaurador, lo que implica que además de fijar el material

restaurador al diente, el mismo sistema de adhesión debe también sellar la interfase producida entre el material restaurador y la pieza dentaria. En este sentido cobran vital importancia en el éxito de los procedimientos restauradores las técnicas adhesivas.

Así entonces, para comprender cabalmente los procesos de adhesión de las resinas compuestas a la estructura dentaria, es fundamental conocer la estructura e histología del esmalte, ya que sólo con un adecuado nivel de adhesión al esmalte se pueden evitar problemas relacionados con el sellado marginal de las restauraciones. (17,60)

### **Adhesión a tejidos dentarios**

Los tejidos dentarios presentan diferente estructura y composición, lo que produce como consecuencia que se dificulte, o bien, se facilite la adhesión. Por esto, es distinto trabajar únicamente en esmalte o en dentina que trabajar en esmalte y dentina en su conjunto.

### **Esmalte**

Es el tejido con mayor grado de mineralización del cuerpo humano, lo que lo convierte en el más duro, pero también en el más frágil.

El esmalte es un tejido que contiene un 97% de mineral, un 3% de materia orgánica y un porcentaje traza de agua. (21,22) La matriz orgánica del esmalte está constituida mayoritariamente por un componente proteico en base a un sistema de

multiagregados polipéptidos que no han sido determinados aún de forma definitiva. Dentro de esta matriz se han identificado una gran cantidad de proteínas. <sup>(24)</sup> Por su parte, la matriz inorgánica del esmalte está constituida por sales minerales de carbonato y fosfato, formada mayoritariamente por cristales de hidroxiapatita que corresponden a la fórmula  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . Además podemos encontrar minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, así como también algunos oligoelementos como Potasio, Magnesio, Hierro, Flúor, etc. <sup>(23,24)</sup>

El agua se localiza en la periferia de los cristales de hidroxiapatita formando parte de la zona de hidratación o capa de agua absorbida, cuya cantidad es mínima y disminuye a medida que avanzamos en edad.

Al estar compuesta de iones fosfato y calcio junto con grupos hidroxilos, los cristales de hidroxiapatita son de naturaleza iónica. Las uniones iónicas permiten conformar un sólido con alta energía superficial, lo que se considera una situación favorable para la adhesión. <sup>(25)</sup> Esta alta energía superficial solo se manifiesta cuando el esmalte está totalmente limpio, algo que en condiciones normales no ocurre, debido a que en el medio bucal el esmalte se contamina con algunos iones que provienen del medio bucal, además de estar recubierto por una capa orgánica que al ser eliminada, rápidamente vuelve a depositarse en la superficie del esmalte. Al tener esto presente, se deduce que al usar un adhesivo de resina directamente sobre la superficie del esmalte no se produciría una adhesión adecuada. Por lo anterior, el esmalte debe ser trabajado con

alguna técnica que permita limpiar su superficie y prepararlo para recibir una resina compuesta.<sup>(25)</sup>

El esmalte presenta una estructura básica correspondiente al cristal y una secundaria que son los prismas.<sup>(21,24)</sup>

Los cristales deben unirse entre sí para formar los prismas, esto da origen a un esmalte prismático, que es la mayor parte de la estructura adamantina. Por otra parte, existe un esmalte en donde los cristales no se organizan en prismas, formando así el esmalte aprismático, el que se ubica preferentemente en la periferia de la pieza dentaria.

El esmalte prismático es la capa subsuperficial del esmalte. Los prismas son estructuras que se dirigen en longitud desde el límite amelodentinario a la superficie, se organizan y se disponen en hileras en planos circunferenciales alrededor del eje mayor del diente. Su diámetro va desde los 4 a los 10  $\mu\text{m}$ , haciéndose más gruesos hacia la superficie. Su disposición varía según el corte realizado y su número varía en relación al tamaño de la corona y va de los 5 a los 10 millones.

El esmalte aprismático corresponde a la capa más superficial del esmalte y no presenta prismas, los cristales se ubican de forma perpendicular a la superficie del diente. Este tipo de esmalte se localiza en la zona más externa de la superficie, ubicándose en las zonas cervicales y en relación a las fosas y fisuras, pero no se encuentra en cúspides. Estas zonas de esmalte aprismático no son favorables para realizar la técnica de grabado ácido.

## **Dentina**

La dentina constituye la mayor parte de la pieza dentaria y rodea la cámara pulpar. Es un tejido similar al hueso en su composición química, aunque se le atribuye mayor dureza. La dentina está compuesta por un 18% de material orgánico, 70% de material inorgánico y un 12% de agua. De la parte orgánica, el 92% corresponde a colágeno, encontrándose además cantidades mínimas de polisacáridos, lípidos y proteínas. La parte inorgánica está constituida principalmente por cristales de hidroxiapatita de 60 nm. de longitud promedio. <sup>(61)</sup>

La dentina es un tejido altamente calcificado, surcado por numerosos conductillos que alojan en su interior una sustancia protoplasmática, cuya célula madre se encuentra en la pulpa del diente, que recubre la pared interna de la dentina y que se denomina odontoblasto.

Se pueden identificar distintos tipos de dentina dependiendo de su ubicación: dentina periférica, que se encuentra inmediatamente por debajo del esmalte, es la primera en formarse y posee fibras colágenas más gruesas, la dentina peritubular, que recubre el túbulo dentinario como una vaina y muestra un alto grado de mineralización; la dentina intertubular, que separa un túbulo de sus vecinos y presenta un grado menor de mineralización, a la vez que contiene una mayor cantidad de componente orgánico, especialmente fibras colágenas que se disponen formando una red alrededor de los túbulos dentinarios; la dentina circunpulpal y la predentina. <sup>(25)</sup>

Sumado a la compleja histología de la dentina existe otra dificultad para obtener una buena adhesión a esta: se trata del denominado barro dentinario.

El barro dentinario se produce al realizar la preparación cavitaria y está constituido por una mezcla de fibras colágenas, cristales de hidroxiapatita dañados y bacterias, además de detritus orgánico e inorgánico. Este barro dentinario ocluye los túbulos dentinarios actuando como una “barrera de difusión”.<sup>(3,61)</sup>

### **Técnicas adhesivas**

Las técnicas adhesivas más usadas en odontología en la actualidad en odontología restauradora son dos: la técnica de grabado ácido total o “grabado y lavado” y la técnica de autograbado.

#### Técnica de grabado ácido total o “grabado y lavado”

Esta técnica adhesiva es la más ocupada en la actualidad en nuestro medio y persigue la eliminación total del sustrato dentario libre (barro dentinario). La técnica consiste en la aplicación primero de un ácido sobre la superficie dentaria (dentina y esmalte) por 15 a 20 segundos, con lo que se logra eliminar el barro dentinario.<sup>(55)</sup> Además remueve el contenido mineral del esmalte, eliminando la capa de esmalte aprismático y logrando una profundidad mayor a todos los otros sistemas adhesivos, dejando los prismas expuestos y grabados.<sup>(26)</sup> Después de aplicar el ácido se debe lavar por aproximadamente 30 segundos, secar, dejando la dentina húmeda y aplicar el agente

imprimante que deberá penetrar en los espacios producidos. Luego se aplica el adhesivo resinoso de características hidrofóbicas que se ubica donde pudo infiltrarse el agente imprimante anterior gracias al HEMA contenido en él. La aplicación del agente imprimante y el adhesivo puede ser en dos o en un solo paso clínico dependiendo del producto utilizado. Una vez que el agente imprimante y el adhesivo han infiltrado el esmalte y la dentina desmineralizados, se polimeriza por acción lumínica y se forma la denominada “capa híbrida”.<sup>(27)</sup> Luego se aplica el material restaurador para confeccionar la restauración de resina compuesta terapéutica.<sup>(28)</sup>

#### Técnica de autograbado

La técnica de autograbado se diferencia de la anterior porque en esta se usa el sustrato producido por la desmineralización para la adhesión. Los sistemas autograbantes son aplicados en la superficie dentaria por un tiempo determinado, para desmineralizar o grabar la superficie por el pH ácido del material, y a medida que ello ocurre, el agente imprimante contenido en el mismo líquido va infiltrándose simultáneamente en la zona acondicionada. Finalmente, una capa de adhesivo de resina que puede también estar contenida en el mismo líquido se autoaplica a la superficie tratada. Así, todo el proceso de adhesión ocurre en un solo paso. El objetivo principal de estos sistemas es incorporar el sustrato dentario libre a la capa híbrida y simplificar la ejecución de la técnica.<sup>(27)</sup> Por este motivo, es que en el caso de los adhesivos

autograbantes se habla más de una “capa de integración” que de una “capa híbrida”, ya que integra el sustrato libre a la unión de la resina.

### **Sistemas adhesivos.**

Con el objetivo de que las resinas compuestas se unan de manera eficaz y duradera a la estructura dentaria, es fundamental el uso de una resina de baja viscosidad, también llamada adhesivo, que pueda penetrar en las microporosidades originadas por el grabado ácido y luego polimerizar. Estos sistemas adhesivos poseen varias clasificaciones, dentro de las cuales podemos mencionar <sup>(29)</sup>:

1) Según número de componentes: <sup>(29)</sup>

-Adhesivos de tres etapas: en los cuales las etapas de grabado, acondicionamiento (agente imprimante) y de adhesión se encuentran separadas.

-Adhesivos en dos etapas con grabado ácido previo: donde el agente imprimante y el adhesivo están juntos.

-Adhesivos en dos etapas con auto grabado: en estos un agente imprimante ácido produce el grabado y la penetración de este en un solo paso, y por separado se encuentra el adhesivo.

-Adhesivos en un solo paso con autograbado: donde el agente imprimante, el adhesivo y la parte ácida que produce el grabado están juntos.

2) Según el tipo de acondicionamiento ácido: <sup>(29)</sup>

-Los que requieren grabado y acondicionamiento previo.

-Los que graban y acondicionan la superficie dentaria al mismo tiempo que penetra el monómero adhesivo.

3) Según el grado de acidez del sistema que graba la superficie: <sup>(29)</sup>

- Adhesivos autograbantes suaves: son aquellos con un pH mayor a 1.5. Se especula que son los que poseen menor capacidad de grabado.

- Adhesivos autograbantes moderados: con un pH aún lejano del ácido fosfórico. Son levemente más ácidos, que los adhesivos suaves.

- Adhesivos autograbantes agresivos: son los adhesivos de última generación con pH cercano al del ácido fosfórico (pH de 0.6 aproximadamente).

4) Según el tipo de solvente del sistema adhesivo: <sup>(29)</sup>

-Adhesivos con solvente acuoso: al ser agua lo mismo que encontramos sobre la superficie dentinaria, funciona mal en situaciones de exceso de agua, pero es el mejor solvente en casos de dentina seca, ya que es el único que ha demostrado ser capaz de refluotar las fibras colágenas <sup>(30)</sup>, y por lo tanto, es el más conveniente en dentina seca <sup>(31)</sup>

-Adhesivos con solvente alcohólico: se trata del etanol, un alcohol bastante volátil pero no tanto como la acetona, su comportamiento es intermediario entre los adhesivos con solvente acuoso y los con solvente acetónico.<sup>(31)</sup>

-Adhesivos con solvente acetónico: la acetona es un solvente que se evapora con mucha facilidad y consigue eliminar por evaporación el exceso de agua si este no es muy importante, es el solvente ideal en condiciones de exceso de agua. Sin embargo es incapaz de reflatar las fibras colágenas colapsadas cuando el sustrato está más seco. Es el peor solvente en situaciones de dentina seca.<sup>(31)</sup>

5) Según el método de activación:<sup>(29)</sup>

-Adhesivos fotoactivados: corresponden a aquel tipo de adhesivos en los cuales los responsables de iniciar la reacción de polimerización son los denominados fotoactivadores. Entre ellos están la camforoquinona o la fenilpropanodiona.<sup>(31)</sup>

-Adhesivos de activación química: también conocidos como auto o quimiopolimerizables, estos adhesivos se caracterizan por presentar compuestos como el grupo aminoperóxido encargados de desencadenar la reacción de polimerización.<sup>(31)</sup>

-Adhesivos duales: en este tipo de adhesivos se asocian los dos tipos anteriores de activadores.

6) Según orden de aparición o generación:

-Adhesivos de 1ª generación: Al principio de la década de los sesenta Bowen propone el uso de un comonomero, que teóricamente podía unirse al calcio de la dentina. Sin embargo al contacto con el agua esta adhesión disminuía considerablemente, lo que producía resultados clínicos muy pobres. <sup>(32)</sup>

-Adhesivos de 2ª generación: fueron desarrollados al principio de la década de los ochenta. La mayoría de estos adhesivos eran ésteres halofosfóricos de resinas sin relleno como el bisfenol A-glicidylmetacrilato (BISGMA) o el hidroxietil metacrilato (HEMA). Su mecanismo de unión a la dentina se basaba en la unión al calcio presente en el barro dentinario, mediante la acción de los grupos fosfatos del adhesivo. Por lo tanto, estos adhesivos modifican el barro dentinario. No obstante, este sistema adhesivo presentaba una fuerza de adhesión bastante débil, que no contrarrestaba la fuerza producida por la contracción de polimerización, produciéndose la filtración marginal de las restauraciones. <sup>(32)</sup>

-Adhesivos de 3ª generación: este nuevo sistema adhesivo fue introducido en los Estados Unidos a finales de la década de los ochenta. Se basaba principalmente en la remoción parcial o la modificación del barro dentinario, lo que permitía la penetración de la resina adhesiva a la dentina subyacente. A pesar de que la retención y la integridad marginal mejoraron, en comparación con los anteriores, sus resultados clínicos aún no fueron los óptimos, ya que la filtración marginal fue mejorada, pero no eliminada. <sup>(29,32)</sup>

-Adhesivos de 4ª generación: este sistema adhesivo aparece a comienzos de la década de los noventa. También son llamados de tres-pasos o sistemas adhesivos con grabado ácido total. Su mecanismo de acción consta de tres etapas: acondicionamiento ácido previo, aplicación de un agente imprimante y finalmente el adhesivo. El acondicionamiento de la dentina está basado en la técnica de grabado ácido total propuesto por Fusayama en 1979, que consiste en el grabado ácido simultáneo de la dentina y el esmalte, desmineralizando el componente inorgánico, exponiendo así las fibras de colágeno de la dentina. La malla de colágeno desmineralizada será tratada con un agente imprimante, que consiste en una resina hidrofílica, la que actúa como un agente de enlace entre la resina adhesiva, que es hidrofóbica, y la dentina húmeda, que es hidrofílica, para así constituir una vez polimerizada, la denominada “capa híbrida”, ya que está constituida por colágeno infiltrado con resina. El agente imprimante es capaz de penetrar la dentina húmeda, para después unirse por medio de enlaces químicos a la resina adhesiva. Finalizada la aplicación del adhesivo, este es polimerizado, para terminar con la colocación de la resina compuesta restauradora. <sup>(32,33)</sup>

-Adhesivos de 5ª generación: esta nueva generación fue desarrollada para simplificar los tres pasos del sistema adhesivo anterior. Para ello se combinó el agente imprimante y la resina adhesiva en una sola botella, razón por la cual fueron llamados “monobotella”, que también corresponden a sistemas adhesivos con grabado ácido total. El uso de estos adhesivos se basa en el mismo procedimiento que la generación anterior, pero

ahorrándose un paso operatorio. Se realiza el grabado ácido total y luego la aplicación del adhesivo que en su interior contiene el agente imprimante. Posteriormente se polimeriza y se aplica la resina de restauración. Este sistema junto al anterior han mostrado un buen comportamiento clínico en cuanto a fuerza adhesiva y sellado marginal. Al igual que con el sistema de cuarta generación, se han reportado reacciones de sensibilidad postoperatoria asociadas al grabado ácido, que remueve el barro dentinario y aumenta la permeabilidad de los túbulos. Actualmente son los sistemas más utilizados. <sup>(32,34)</sup>

El uso de los diversos sistemas adhesivos mencionados anteriormente implica un efecto irreversible sobre la estructura tanto adamantina como dentinaria. En este contexto, surge la necesidad de buscar que los nuevos sistemas adhesivos sean lo menos agresivos posible, solucionando problemas como la sensibilidad post-operatoria que se le atribuyen a los sistemas adhesivos con grabado ácido total. Además, el desarrollo de las técnicas adhesivas busca permanentemente la simplificación del proceso, reduciendo así el número de pasos operatorios y facilitando el accionar del clínico. Una técnica que requiere menos pasos se asocia a una disminución de la probabilidad de cometer errores que afecten finalmente la calidad de las restauraciones. Fue así como aparecieron los sistemas adhesivos autograbantes, que no requieren de un grabado ácido previo a su aplicación.

Los sistemas adhesivos autograbantes corresponden a los adhesivos de 6ª generación. Entre ellos encontramos los agentes imprimantes autograbantes (dos pasos) y los adhesivos autograbantes (un solo paso).<sup>(32,35)</sup>

Los agentes imprimantes autograbantes consisten en dos botellas. La primera de ellas combina el acondicionamiento ácido y la aplicación del agente imprimante, mientras que la segunda botella contiene el adhesivo de resina. Este sistema adhesivo puede grabar e imprimir el esmalte y la dentina simultáneamente, o sea, desmineraliza el componente inorgánico de la dentina con el agente imprimante e infiltra las fibras de colágeno expuestas con un segundo paso operatorio que corresponde a la aplicación del adhesivo.<sup>(36-39)</sup>

Los llamados sistemas adhesivos autograbantes, al igual que los agentes imprimantes autograbantes corresponden a dos botellas, en donde la primera botella corresponde al acondicionador y al agente imprimante y la segunda botella contiene el adhesivo. La diferencia radica en que en este tipo de adhesivos se mezclan ambos componentes, para ser aplicados en el diente en un solo paso clínico. Los adhesivos autograbantes, en teoría, desmineralizan el componente inorgánico del esmalte y la dentina, promoviendo la difusión de monómeros de resina adhesiva dentro de la malla de colágeno desmineralizada. En esta categoría de adhesivos encontramos a Xeno III y Adper Promt, entre otros.<sup>(37,38)</sup>

Con el paso del tiempo, y en busca de una aplicación clínica aún más simple y más rápida, surgen sistemas adhesivos autograbantes que presentan todos sus componentes en un solo frasco y cuya aplicación requiere un único paso. Se trata de los adhesivos de 7<sup>a</sup> generación.<sup>(13)</sup> Estos adhesivos, también conocidos como adhesivos “todo en uno”, poseen la particularidad de contener, en una misma solución, el agente acondicionante, el agente imprimante y el adhesivo propiamente tal, lo que simplifica al máximo la técnica adhesiva.<sup>(13)</sup> Un ejemplo de ellos es Go (SDI).

El primer ácido, tanto de los adhesivos de 6<sup>a</sup> como de 7<sup>a</sup> generación está compuesto de mezclas acuosas de monómeros ácidos funcionales, generalmente ésteres de ácido fosfórico o ésteres de ácidos carboxílicos, con un pH más alto que el de los geles de ácido fosfórico.<sup>(14)</sup> El agua es un componente esencial de los adhesivos autograbantes ya que participa en la ionización del componente ácido.

Ante todo este avance en relación al desarrollo de nuevos sistemas adhesivos, que permiten disminuir los tiempos operatorios y reducir los tiempos clínicos, surgen varias interrogantes que deben ser resueltas para así poder tomar la mejor decisión de elección de un determinado tipo de adhesivo a emplear por el odontólogo. En este sentido surge la duda más importante en torno al uso de estos sistemas adhesivos:

¿logran estos nuevos adhesivos autograbantes la misma acción que los anteriores sobre los tejidos dentarios, reteniendo las restauraciones de resina compuesta y sellando la

interfase diente-restauración, de modo de evitar la microfiltración marginal y el consecuente fracaso de las restauraciones?

Los estudios en relación al tema son recientes, y en general hay discrepancia entre los autores respecto a la capacidad de adhesión al esmalte que presentan los adhesivos autograbantes. Mientras algunos autores han señalado la falta de eficiencia de los adhesivos autograbantes sobre el esmalte no tratado, su uso en esmalte preparado conduce a resultados divergentes. <sup>(38,40,41)</sup> Algunos autores consideran que los sistemas autograbantes podrían otorgar una alternativa satisfactoria a la técnica convencional de grabado. <sup>(42,43,44)</sup> Otros estudios han encontrado que cualquier adhesivo autograbante (de 6<sup>a</sup> o 7<sup>a</sup> generación) tiene valores más débiles de adhesión al esmalte que los sistemas que emplean el grabado ácido total. <sup>(45,46,47)</sup> Además, los resultados de otras investigaciones entregan evidencia que un patrón de grabado del esmalte mejorado aumenta la efectividad de la adhesión de los adhesivos autograbantes sobre el esmalte. <sup>(48)</sup> Muchos autores manifiestan, a pesar de la falta de correlación entre el patrón de grabado del esmalte y los valores de fuerza adhesiva <sup>(45)</sup>, que la agresividad del grabado juega un importante rol en la adhesión al esmalte. Diversas investigaciones al microscopio sobre los primers de los adhesivos autograbantes han mostrado que su capacidad de grabar el esmalte depende de su pH. <sup>(27,38,49)</sup> En este sentido se especula que el pH del sistema adhesivo autograbante es directamente proporcional al grabado de las superficies dentarias.

**Características sistema adhesivo Go (SDI).<sup>(50)</sup>**

Corresponde a un sistema adhesivo autograbante de 7ª generación que se presenta como una sola botella con 5 ml. de producto o bien como minibotellas de 0,1 ml. para aplicación única. Se caracteriza por su alta liberación de flúor y no contiene HEMA. Al momento de su aplicación presenta un color amarillo, que una vez fotopolimerizado se torna transparente.

**Indicaciones:**

- Adhesión de restauraciones basadas en resinas compuestas de restauración directas.
- Adhesión de restauraciones indirectas con el cemento de resina indicado.
- Brackets ortodóncicos, previo grabado ácido.
- Tratamiento de hipersensibilidad dentinaria.
- Insensibilización de áreas cervicales.

**Modo de aplicación:**

1. Limpiar y aislar el diente.
2. Eliminar el exceso de agua. Preferiblemente, se debe mantener el área húmeda, pero está bien si la superficie está seca.
3. Aplicar Go para saturar todas las superficies internas y dejar en el área afectada por 20 segundos.

4. Aplicar una fuerte ráfaga de aire seco y sin aceite por 5 segundos. Dejar la superficie brillante.
5. Fotocurar durante 10 segundos.
6. Aplicar un composite o un compómero, en conformidad con las instrucciones del propio fabricante.

### **Características sistema adhesivo Futurabond NR (VOCO).<sup>(50)</sup>**

Futurabond es un sistema adhesivo autograbante de 6ª generación, que se presenta en dos botellas de 4 ml. Este adhesivo debe ser mezclado en cantidades iguales previo a su aplicación, formando una capa única previo a su fotocurado.

#### **Composición:**

- Líquido A: agua, etanol y dióxido de silicio.
- Líquido B: metacrilato modificado con ácido, HEMA y canforquinona.

#### **Indicaciones:**

- Restauraciones directas con todos los materiales de obturación fotopolimerizables, para todas las clases de obturación.

#### **Contraindicaciones:**

- Antecedentes de alergia a alguno de los componentes de Futurabond NR.

#### **Modo de aplicación:**

1. Lavar y secar la cavidad

2. Mezclar una gota del líquido A más una gota del líquido B y revolver por 5 segundos con el aplicador desechable.
3. Aplicar en la cavidad, frotando durante 20 segundos.
4. Secar suavemente la cavidad con un chorro de aire durante 5 segundos.
5. Fotocurar durante 10 segundos.

### **Características sistema adhesivo Xeno III (Dentsply).<sup>(50)</sup>**

Este sistema corresponde a un adhesivo autograbante de 6ª generación, según la clasificación anterior, que ofrece de forma integrada, un pre-tratamiento/grabado de esmalte y dentina. Se presenta en dos botellas que deben ser mezcladas al momento de su aplicación.

#### **Composición:**

- Líquido A: HEMA, agua purificada, etanol, butilhidroxitolueno (BHT), dióxido de silicio poco concentrado.
- Líquido B: Resina de polimetacrilato modificada con ácido fosfórico, resina de metacrilato modificada con fosfaceno de monofluoruro, resina de dimetacrilato de uretano, butilhidroxitolueno (BHT), canforquinona, etil-4-dimetilaminobenzoato.

Con agua/etanol como solvente, Xeno III contiene dos promotores de adhesión:

- PEM-F, compuesto que actúa como “buscador” de iones calcio y liberador de flúor, que aumenta la eficacia de grabado.
- Pyro-EMA, que forma grupos de ácido fosfórico tras su hidrólisis.

**Indicaciones:**

- Adhesivo dental de autograbado de un solo paso, para materiales de restauración a base de resinas compuestas directas y fotocuradas.

**Contraindicaciones:**

- Está contraindicado para su uso en pacientes que presenten un historial de reacciones alérgicas agudas a las resinas de metacrilato o a cualquiera de los otros componentes.
- Recubrimiento pulpar directo o indirecto.
- Se contraindica su uso con materiales de autocurado o duales sin fotocurado.

**Modo de aplicación:**

1. Dispensar una gota de cada frasco en un vaso dappen.
2. Mezclar los líquidos A y B con una punta aplicadora.
3. Aplicar Xeno III abundantemente para mojar todas las superficies de la cavidad.
4. Dejar actuar durante 20 segundos. Airear uniformemente el adhesivo usando una ráfaga de aire suave durante al menos 2 segundos, hasta que

desaparezca el líquido del adhesivo, tratando de evitar el uso de presión de aire fuerte porque puede provocar una capa adhesiva fina.

### **Características sistema adhesivo Adper Easy Bond (3M ESPE).<sup>(50)</sup>**

Adper Easy Bond es un sistema adhesivo autograbante, fotopolimerizable. Se utiliza en combinación con materiales de restauración fotopolimerizables como composites, compómeros, cementos adhesivos y vidrio ionómeros para la reconstrucción de muñones.

#### **Composición:**

- Líquido 1: ésteres fosfóricos metacrilados, Bis-GMA, iniciadores basados en canforquinona, estabilizadores.
- Líquido 2: agua, HEMA, ácido polialquenoico, estabilizadores.

#### **Indicaciones:**

- Adhesión directa de materiales fotopolimerizables de resina compuesta y compómeros al esmalte y la dentina.
- Reconstrucción de muñones hechos con composite fotopolimerizable.
- Desensibilización de superficies radiculares.

#### **Contraindicaciones:**

- Cementado de carillas y cementación adhesiva de composites de activación química o dual.

**Modo de aplicación:**

1. Durante la aplicación, evitar cualquier contaminación con sangre, saliva o fluido gingival.
2. Aplicar el adhesivo con aplicador monodosis durante 20 segundos en la cavidad, cubriendo la superficie.
3. A continuación esparcir el líquido soplando durante aproximadamente 5 segundos con un chorro suave de aire, hasta que el líquido ya no se mueva y el disolvente se haya evaporado totalmente.
4. Polimerizar el adhesivo durante 10 segundos con una lámpara de fotopolimerización convencional.
5. Según sea la indicación, continuar trabajando con el material restaurador deseado (composite o compómero), siguiendo las correspondientes instrucciones de uso.

**Características sistema adhesivo Adper Prompt (3M ESPE).<sup>(50)</sup>**

Adper Prompt es un sistema adhesivo autograbante, fotopolimerizable, con el cual se puede realizar, en un único proceso, el grabado, la aplicación del primer y del adhesivo. Se presenta en dos botellas que son mezcladas al momento de la aplicación.

**Composición:**

- Líquido 1: ésteres fosfóricos metacrilados, Bis-GMA, iniciadores basados en canforquinona, estabilizadores.
- Líquido 2: agua, HEMA, ácido polialquenoico, estabilizadores.

**Indicaciones:**

- Adhesión directa de materiales fotopolimerizables de resina compuesta y compómeros al esmalte y la dentina.

**Modo de aplicación:**

1. Limpiar y secar el diente.
2. Dispensar una gota de solución A dentro del godete de mezcla desechable.
3. Dispensar una gota de solución B dentro del godete de mezcla desechable.  
(Nota: para asegurar una correcta proporción en la dosificación de las gotas, mantenga la botella en forma vertical al dispensar).
4. Mezclar la solución en forma agresiva durante 5 segundos con el cepillo de mezcla desechable.
5. Aplicar el adhesivo a toda la superficie cavitaria, frotando la solución con presión moderada por 15 segundos.
6. Aplicar un chorro de aire ligero para adelgazar profusamente la película del adhesivo.

**Características sistema adhesivo One-Coat SE bond(Coltène Whaledent).<sup>(50)</sup>**

One-coat SE bond es un agente adhesivo autograbante fotopolimerizable. Se compone de un agente imprimante y un adhesivo. No necesita grabador.

**Composición:**

- Primer 1: agua, ácido acrilamidossulfónico, hidroxietilmetacrilato, monoglicerol, dimetacrilato y polialquinoato metacrilizado.
- Primer 2: hidroxietilmetacrilato, monoglicerol, dimetacrilato, dimetacrilato de uretano y polialquinoato metacrilizado.

**Indicaciones:**

- Adhesivo autograbador para técnica de obturación directa con compómeros y resinas compuestas sobre dentina y esmalte natural.
- Técnica de obturación indirecta en restauraciones de cerámica y de resinas compuestas con un cemento indicado para la dentina y el esmalte natural.
- Sistema adhesivo con otros materiales dentales como, por ejemplo, composites sobre cerámica.

**Contraindicaciones:**

- Pacientes alérgicos a alguno de los componentes de One-Coat self-etching bond.

**Modo de aplicación:**

1. Preparación de la cavidad.
2. Dispensar una gota del primer 1 en el dispensador de mezcla y aplicar tanto a la superficie de la dentina como del esmalte y frotar durante 20 segundos. Secar ligeramente con aire.
3. Dispensar una gota de Bond 2 tanto a la superficie de la dentina como del esmalte y frotar durante 20 segundos. Secar ligeramente con aire. Fotopolimerizar durante 20 segundos.
4. Preparar la restauración de acuerdo a las correspondientes instrucciones de uso.

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Comparar el pH de los diversos sistemas adhesivos autograbantes disponibles en el mercado nacional en la actualidad.

### Objetivos específicos

1. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante Futurabond<sup>®</sup>, VOCO.
2. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante Xenio III<sup>®</sup>, Dentsply.
3. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante Go<sup>®</sup>, SDI.
4. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante One Coat<sup>®</sup>, Coltene Whaledent.
5. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante Adper Easy Bond<sup>®</sup>, 3M ESPE.
6. Medir el pH del sistema adhesivo autograbante Adper Prompt L-Pop<sup>®</sup>, 3M ESPE.
7. Medir el pH de un ácido fosfórico al 37% convencional (Acid-Etch Gel<sup>®</sup>, SDI)
8. Comparar la información obtenida de los pH de cada adhesivo con la información del pH del ácido fosfórico al 37%.

## MATERIAL Y METODO

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Investigación Química de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Se sometieron a estudio seis tipos de adhesivos autograbantes presentes en la actualidad en el mercado nacional, con el objetivo de determinar cuantitativamente su pH.

Los materiales evaluados fueron:

- Futurabond NR<sup>®</sup>, VOCO.(fig. 1)
- Xeno III<sup>®</sup>, Dentsply.(fig. 2)
- Go<sup>®</sup>, SDI.(fig. 3)
- One Coat SE bond<sup>®</sup>, Coltene Whaledent.(fig. 4)
- Adper Easy Bond<sup>®</sup>, 3M ESPE.(fig. 5)
- Adper Prompt L-Pop<sup>®</sup>, 3M ESPE.(fig. 6)



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6

Con el fin de medir el pH de estas soluciones de adhesivos autograbantes se ocupó el método más preciso que existe en la actualidad, basado en el uso de un instrumento llamado peachímetro. Este tipo de instrumento mide la diferencia de potencial entre un electrodo de trabajo y uno de referencia. <sup>(51)</sup>

En el presente trabajo se ocupó un peachímetro con electrodo de vidrio, el cual presenta una membrana sensible a la concentración de  $H^+$  en disolución. Así, al variar la concentración de  $H^+$ , su potencial varía y, como se mide con respecto a un electrodo de referencia, cuyo potencial permanece inalterado, se produce una variación de la diferencia de potencial.

Esta diferencia de potencial se puede relacionar con el correspondiente valor de pH. De allí que los peachímetros, a pesar de medir diferencias de potencial, entregan valores en unidades de pH. <sup>(51)</sup>

El peachímetro ocupado corresponde al modelo 535 de la industria alemana WTW. Se trata de un medidor de pH con una precisión de  $0.01+/-$ , con electrodo combinado de pH. (Fig 7)



Fig. 7

El peachímetro debe ser calibrado antes de su uso, es decir, se deben utilizar soluciones buffer de pH exactamente conocido, para ajustar la lectura al valor correspondiente. De este modo se asegura una lectura exacta.

Se ocuparon dos soluciones para calibrar el peachímetro (Fig.8), siguiendo las instrucciones del fabricante de dichas soluciones buffer (la empresa VWR):

- Solución buffer pH= 4,00
- Solución buffer pH= 7,00



Fig. 8

Una vez calibrado el peachímetro, se procedió a la medición del pH de cada uno de los adhesivos autograbantes. Para esto, se confeccionó en primer lugar un molde de silicona que sirvió para sostener los contenedores de los diversos adhesivos durante la medición, según indica la figura 9.



Fig. 9

La importancia de la confección de esta base radica en que se hace necesario, un sostén fijo que permita estabilizar el electrodo al momento de realizar la medición del valor final de pH, ya que este proceso tarda algunos segundos.

Luego se procedió a la medición de los pH de los diversos adhesivos, con el peachímetro ya calibrado. Para cerciorarse del correcto funcionamiento de este aparato, se midieron tres soluciones de pH conocido: Solución de HCl= 0.1M, solución buffer de pH= 10.00 y solución buffer de pH= 7.00.

Una vez medidas estas soluciones, con sus respectivos valores de pH, y comprobado ya el correcto funcionamiento del electrodo del peachímetro, se procedió a la medición del pH de las diversas soluciones de adhesivos autograbantes a analizar en este trabajo.

En primer lugar se midió el pH de una solución de adhesivo autograbante de marca Adper Easy Bond (3M ESPE). Para esto se dosificó 1 ml. de adhesivo en cada contenedor, con un total de 3 ml. de adhesivo, para realizar así tres mediciones de pH.

En segundo lugar, se procedió a medir el pH del adhesivo autograbante marca Xeno III (Dentsply). Siguiendo las instrucciones del fabricante, se mezclaron 17 gotas tanto del frasco A como del frasco B con el fin de lograr una cantidad de adhesivo final igual a 1 ml. para poder realizar la medición. Esto se realizó tres veces para realizar las tres mediciones. Las soluciones se muestran en la figura 10.

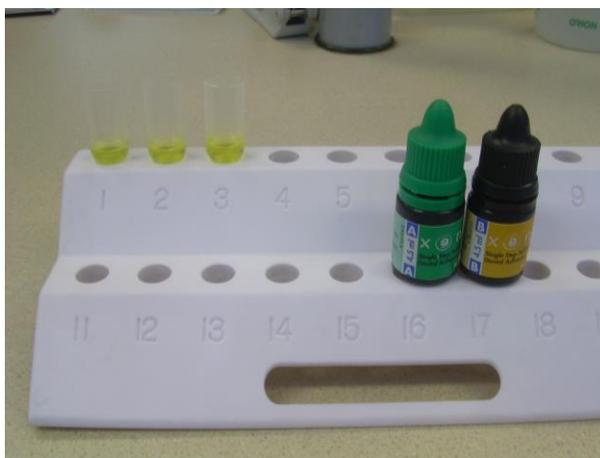


Fig. 10

En tercer lugar se midió el pH de tres soluciones de 1 ml. de adhesivo autograbante de la marca One-Coat SE bond (Coltène Whaledent).

Cabe señalar que este adhesivo se presenta en dos frascos (6ª generación), pero para efectos de este estudio se realizó la medición del pH solo del frasco 1, que corresponde al primer del adhesivo. Se dispensó 1 ml. en cada contenedor, y se realizaron las tres mediciones. Las soluciones se muestran en la figura 11.



Fig. 11

En cuarto lugar se realizó la medición del pH del sistema adhesivo Futurabond NR (VOCO). Para esto, fue necesario seguir las indicaciones del fabricante y mezclar 17 gotas del líquido A más 17 gotas del líquido B para lograr como resultado 1 ml. Esto se realizó tres veces para poder realizar las tres mediciones de pH.

Inmediatamente después se realizó la medición del pH del sistema adhesivo Go (SDI). Este producto corresponde a la 7<sup>a</sup> generación de adhesivos, por lo que sólo fue necesario dispensar 1 ml. de solución desde su envase para realizar las tres mediciones de pH.

Por último, se procedió a medir el pH de tres soluciones del sistema adhesivo Adper Prompt (3M ESPE). Este producto corresponde a la 6<sup>a</sup> generación de adhesivos, por lo cual fue necesario mezclar, siguiendo las instrucciones del fabricante, 17 gotas del frasco A más 17 gotas del frasco B (Fig 12).



Fig.12

En todos aquellos sistemas adhesivos que requieren ser mezclados previo a su aplicación clínica, se ocuparon mezcladores desechables como los que muestra la figura 12. Por cada solución a medir, se ocupó un nuevo mezclador.

Con el fin de aportar elementos de análisis al presente estudio, se midió también el pH de un ácido fosfórico convencional, como los usados habitualmente en la técnica de grabado ácido total. El producto usado fue Acid-Etch Gel (ácido fosfórico al 37%), de la compañía SDI (fig.13)



Fig. 13

Al igual que con los sistemas adhesivos, se realizaron las tres mediciones de pH de 1 ml. cada una del gel de ácido fosfórico, como muestra la figura 14

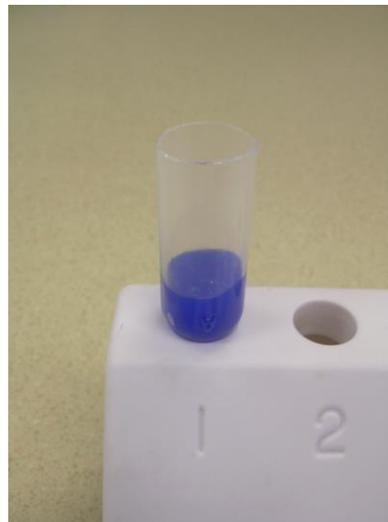


Fig. 14

Para finalizar, se debe considerar que durante todo el proceso de mediciones de pH, el electródo del peachímetro fue lavado con agua destilada y secado después de cada medición (incluso para mediciones de la misma marca de adhesivo), para velar por una lectura de pH lo mas exacta posible.

Además cabe señalar que todas las mediciones fueron hechas a temperatura ambiente.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en cada una de las mediciones de pH a las que se sometieron los seis adhesivos autograbantes incluidos en este trabajo, además de una solución de ácido fosfórico, son los siguientes:

1. Resultados producto de la medición del pH del ácido fosfórico al 37%:

1ª Medición	0.90
2ª Medición	0.94
3ª Medición	0.89
<b><i>Promedio</i></b>	<b>0.91</b>

2. Resultados medición pH del adhesivo autograbante Adper Easy Bond (3M ESPE):

1ª Medición	3.64
2ª Medición	3.26
3ª Medición	3.29
<b><i>Promedio</i></b>	<b>3.39</b>

3. Resultados medición pH del adhesivo autograbante Xeno III<sup>®</sup>, Dentsply:

1 <sup>a</sup> Medición	2.01
2 <sup>a</sup> Medición	1.61
3 <sup>a</sup> Medición	1.59
<b><i>Promedio</i></b>	<b>1.73</b>

4. Resultados medición pH del adhesivo autograbante One Coat SE bond<sup>®</sup>, Coltene

Whaledent:

1 <sup>a</sup> Medición	0.99
2 <sup>a</sup> Medición	1.22
3 <sup>a</sup> Medición	1.03
<b><i>Promedio</i></b>	<b>1.08</b>

5. Resultados medición pH del adhesivo autograbante Futurabond NR<sup>®</sup>, VOCO:

1 <sup>a</sup> Medición	1.81
2 <sup>a</sup> Medición	1.83
3 <sup>a</sup> Medición	1.86
<b><i>Promedio</i></b>	<b>1.83</b>

6. Resultados medición pH del adhesivo autograbante Go<sup>®</sup>, SDI:

1ª Medición	2.27
2ª Medición	2.38
3ª Medición	2.46
<b><i>Promedio</i></b>	<b>2.37</b>

7. Resultados medición pH del adhesivo autograbante Adper Prompt<sup>®</sup>, (3M ESPE):

1ª Medición	1.60
2ª Medición	1.79
3ª Medición	1.99
<b><i>Promedio</i></b>	<b>1.79</b>

## DISCUSION

En este trabajo de investigación se realizó un estudio comparativo in Vitro del pH de seis marcas de adhesivos autograbantes presentes en la actualidad en el mercado nacional.

El pH de los adhesivos autograbantes cobra suma importancia al considerar la necesidad de un grabado eficaz de las superficies cavitarias con el fin de obtener una buena adhesión de las restauraciones realizadas.

Sin embargo, a pesar del desarrollo de estos nuevos sistemas adhesivos (que según sus fabricantes no requieren grabado con ácido fosfórico en forma previa) y su popularidad cada vez mayor, el grabado con ácido fosfórico es aún considerado como el “gold standard”, en desmedro de estos materiales de más reciente aparición. <sup>(52)</sup>

Diversos autores plantean que las fuerzas de adhesión a esmalte alcanzadas usando adhesivos autograbantes son menores a las alcanzadas por los adhesivos que requieren una etapa de grabado con ácido fosfórico previa. <sup>(13,53)</sup> Estas diferencias son atribuidas al pH de los adhesivos autograbantes, el que, en mayor o menor grado, es siempre más alto que el pH del ácido fosfórico, el que nunca supera el pH 1.00. <sup>(54-57)</sup>

Estas diferencias de pH entre adhesivos autograbantes y el ácido fosfórico usado de manera convencional queda de manifiesto al comparar los patrones de grabado logrados luego de tratar el esmalte con un adhesivo autograbante y con la técnica de

grabado ácido convencional. En numerosos estudios se plantean diferencias en estos patrones al observar al microscopio electrónico de barrido la superficie adamantina luego de ser tratada con algún adhesivo autograbante, y compararla con el resultado de grabar el esmalte con ácido fosfórico, en concentraciones de entre un 35% y un 37%. Es el caso que se presenta a continuación, donde se compara una imagen obtenida luego de grabar el esmalte con ácido fosfórico al 37% por 30 segundos (fig.1) con otra imagen que nos muestra el esmalte después de ser tratado con el adhesivo autograbante Prompt-L-Pop, siguiendo las instrucciones del fabricante (fig.2) :



**Fig. 1.** Patrón de grabado del ácido Ortofosfórico a 37% utilizado durante 30s.

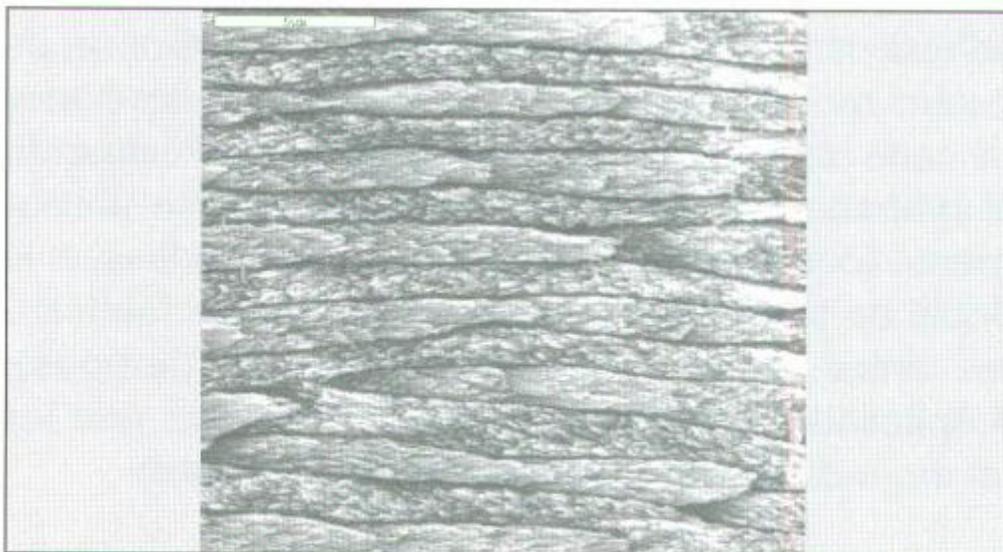


Fig. 2. Patrón de grabado del Prompt-L-Pop utilizado siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los resultados de este estudio concuerdan con los encontrados por Perdigao y Grégoire, en otros estudios similares donde, en general, ningún adhesivo autograbante presenta un pH igual o menor que el del ácido fosfórico. <sup>(13,58)</sup>

Así también en este estudio, como en otro trabajo realizado por Grégoire y Millas, en que se ha medido el pH de los adhesivos autograbantes, existen diferencias en la acidez de estos, incluso entre adhesivos de la misma marca, como es el caso de los adhesivos autograbantes de la industria 3M ESPE. <sup>(59)</sup> Estas diferencias en el pH se deben a factores inherentes al producto y específicamente a su composición química. <sup>(58)</sup> Se debe recordar que el concepto de adhesivos autograbantes está basado en el uso de monómeros acídicos polimerizables. Estos monómeros se clasifican en tres grupos de acuerdo a su función: monómeros adhesivos autograbantes, monómeros cruzados y co-

monómeros monofuncionales adicionales. De aquí surgen diversas combinaciones de monómeros, que basan su composición en un ácido carboxílico o en el ácido fosfórico. Es precisamente esta composición química particular de cada producto, sumado a la concentración de sus componentes, la responsable del pH particular de cada adhesivo y por consiguiente de la diferencia de pH que presentan estos mismos. <sup>(59)</sup>

Respecto a los valores obtenidos para cada marca de adhesivo en particular, los resultados obtenidos en este estudio no concuerdan con los valores obtenidos en los trabajos de Perdigao, Grégoire, Ahmed y Millas. <sup>(13,58,59)</sup> Estas discrepancias, aunque menores, pueden explicarse por diferencias en la metodología empleada, la que difiere para cada estudio en particular.

En relación al desarrollo del presente trabajo, cabe señalar que las principales dificultades surgen de la poca información que entregan los estudios consultados con temática similar respecto a la metodología empleada para realizar las mediciones. En general, los autores se limitan a nombrar el aparato usado en la experiencia, sin nombrar detalles como la cantidad de mediciones realizadas ni las condiciones en que se desarrolló la parte experimental, aspectos que resultarían de mucha utilidad al momento de establecer puntos en común en relación a la discusión y al análisis de los resultados.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología empleada en este trabajo y a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

- El ácido fosfórico al 37% presentó el pH más bajo, superando a la totalidad de los adhesivos autograbantes empleados en este estudio.
- Ningún adhesivo autograbante obtuvo valores similares de pH a los del ácido fosfórico.
- El adhesivo autograbante cuyo valor de pH se acercó más al del ácido fosfórico resultó ser One Coat SE bond.<sup>®</sup>
- El adhesivo autograbante cuyo valor de pH se alejó más del obtenido para el ácido fosfórico resultó ser Adper Easy Bond.<sup>®</sup>
- En virtud de lo anterior se puede concluir que los adhesivos autograbantes que más se alejan del ácido fosfórico en sus valores de pH, debieran usarse con grabado selectivo del esmalte.

## SUGERENCIAS

- Evaluar los efectos de los distintos sistemas adhesivos sobre el esmalte al microscopio electrónico de barrido.
  
- Correlacionar los resultados obtenidos de este trabajo con valores de resistencia adhesiva de restauraciones, empleando estos sistemas adhesivos autograbantes.
  
- Realizar un estudio similar con los mismos adhesivos autograbantes, pero empleando simultáneamente productos provenientes de distintas partidas de elaboración.

## RESUMEN

En el presente estudio se realizó un análisis comparativo cuantitativo del pH de seis marcas de adhesivos autograbantes presentes en la actualidad en el mercado nacional: Futurabond NR<sup>®</sup>, VOCO; Xeno III<sup>®</sup>, Dentsply; Go<sup>®</sup>, SDI; One Coat SE bond<sup>®</sup>, Coltene Whaledent; Adper Easy Bond<sup>®</sup>, 3M ESPE y Adper Prompt L-Pop<sup>®</sup>, 3M ESPE. Además, se midió el pH a una solución de ácido fosfórico al 37%, como el usado en la técnica de grabado ácido total convencional. Las mediciones se realizaron en el Laboratorio de Investigación Química de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

El análisis de los resultados se hizo considerando el promedio obtenido de las tres mediciones de pH que se hicieron para cada solución de adhesivo y de ácido fosfórico.

Ninguno de los seis adhesivos autograbantes estudiados presentó un pH similar al del ácido fosfórico. Este último presentó el valor más bajo de pH. El adhesivo autograbante que más se le acercó fue One Coat SE bond<sup>®</sup>, mientras que el adhesivo que más se alejó de los valores obtenidos para el ácido fosfórico resultó ser Adper Easy Bond<sup>®</sup>.

El estudio arrojó que sí existen diferencias en el pH de los adhesivos autograbantes, y que, considerando que el grado de acidez que presentan estos compuestos es fundamental

para lograr adecuados valores de adhesión a los tejidos dentarios, estos adhesivos debieran ser usados con grabado selectivo del esmalte.

## REFERENCIAS

- 1.- Mariné A, Stange F, Urzúa I. “Tratamiento de una enfermedad infectocontagiosa”. Primera Edición. Editor Dr. Felipe Stange. Chile, 1997.54p.Pags. 9 – 26.
- 2.- Craig R., O’Brien W., Powers J. “Materiales dentales, propiedades y manipulación”. 6° Edición. Editorial Mosby, 1996.294.p.p 1-75. Cap. I-IV.
- 3.- Ehrmantraut M., Bader M. “Polimerización de resinas compuestas a través de estructuras dentarias”. Rev. Fac. Odont. U. De Chile. 12(2): 22-27.1994.
- 4.- Denehy G., Cobb D., Bouschlicher M., Vargas M. “Clinical evaluation of self-etching primer adhesive in posterior composite”. J Rest. Dent. 2000. 79;186-200.
- 5.- Aguirre A., Mery C., Montenegro M. “Histología y embriología del sistema estomatognático”. Facultad de Odontología, U. De Chile. 1986. 138. p.p. 61-75. Cap. V-VI.
- 6.- Kugle G., Ferrari M. “ The science of bonding: from first to sixth generation” . JADA. 2000. 131; 208-258.
- 7.- Courson F., Et. Al. “Bond strengths of nine current dentine adhesive systems to primary and permanent teeth”. Journal of Oral Rehabilitation. 2005. 32; 296-303.

- 8.- Van Meerbeek B., Et. Al. "Adhesives and cements promote preservation dentistry". Operative Dentistry Supplement 6. 2001. 199-244.
- 9.- Van Meerbeek B., Perdigao J., Lambrechts P. "The clinical performance of dentin adhesives". Journal of Dentistry. 1998; 26(1): 1-20.
- 10.- Van Meerbeek B., Braem M., Vanherle G. "Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentine". Journal of Dentistry. 1994; 22(3): 141-146.
- 11.- Haller B. "Recent developments in dentin bonding". American Journal of Dentistry. 2000; 13: 44-50.
- 12.- Moszner N., Salz U., Zimmermann J. "Chemical aspects of self-etching enamel-dentin adhesives: A systematic review". Dental Materials. 2005. 21; 895-910.
- 13.- Perdigao J. "New developments in dental adhesion". The Dental Clinics of North America. 2007. 51; 333-357.
- 14.- Pashley DH, Tay FR. "Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dent. Mat. 2001. 17;430-444.
- 15.- Tay FR., Pashley DH. "Aggressiveness of contemporary self etching systems. 1: depth of penetration beyond smear layers". Dent. Mat. 2001. 17;296-308.
- 16.- Miguez PA., Castro PS, Nunes MF., et. Al. "Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems". J Adhes. Dent. 2003. 5;107-112.

- 17.- Di Hipolito V., de Goes M., Carrilho M., Et. Al. "SEM evaluation of contemporary self-etching primers applied to ground and unground enamel". J Adhes. Dent. 2005. 7;203-211.
- 18.- Cordero V. "Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica de grabado ácido versus un sistema adhesivo autograbante". Trabajo de investigación para optar al título de Cirujano-Dentista, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, 2004.
- 19.- Leinfelder K. "New developments in resine restorative systems". JADA. 1997.128:572-581.
- 20.- Acuña P.A. "Cementación de inlays de resina compuesta ¿Cementación de RC o VI?". Trabajo de investigación requisito para optar al título de Cirujano-Dentista. Facultad de Odontología. Universidad de Chile. 1992.
- 21.- A.R. Ten Cate. "Histología oral: desarrollo, estructura y función". Buenos Aires: Médica Panamericana.1999. 2ªEdición,1986. Pág:267-272.
- 22.- Rivera C., Quevedo E., Bader M."Análisis comparativo in Vitro de las propiedades físicas y mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su predecesora", Revista Facultad de Odontología, U. De Chile, v.18, Pag. 25-33, 2000, Chile.
- 23.- Abramovich A., "Histología y embriología dentaria", Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires, 1999, Pag.119-144

- 24.- Gomez de Ferraris M., Campos A. "Histología y embriología bucodental", Ed. Médica Panamericana, 1999, Madrid, Pag.229-249.
- 25.- Barrancos J, "Operatoria dental", 3º Edición, Editorial Panamericana, 1998, Cap.17-21, Pag.570-662.
- 26.- Nakabayashi N, Pashley DH. "Hybridization of dental hard tissues". Chicago: Quintessence. 1998.
- 27.- Pashley DH, Tay FR. "Aggressiveness of contemporary self etching adhesive Part II: etching effects on ground enamel". Dent Mat. 2001;17:430-444.
- 28.- Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. "Ibrid layer as a dentón bonding mechanism". J Esthet Dent. 1991;3:133-138.
- 29.- 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 Rest. 2005 Feb;84(2):118-32.
- 30.- Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeeck B et al. "The interaction of adhesive systems with human dentin". Am J Dent. 1996;9:167-73.
- 31.- Hernández M. "Aspectos prácticos de la adhesión a dentina". Av. Odontoestomatol. 2004;20-1:19-32.
- 32.- Swift E. "Bonding systems for restorative materials: a comprehensive review". Pediatr Dent. 1998. 20(2):80-84.

- 33.- Kugel G, Ferrari M. "The science of bonding: from first to sixth generation". JADA. 2000;131:20-25.
- 34.- Swift E. "Dentin/enamel adhesives: review of literature". Pediatr Dent 2002;24(5):456-461.
- 35.- Sundfeld R et al. "Hybrid layer thickness and resin tag length of a self etching adhesive bonded to sound dentin". J Dent. 2001;33(8):675-681.
- 36.- Amaral C et al. "Microleakage of hydrophilic adhesive systems in class V composite restorations". Am J Dent. 2001;14(1):31-33.
- 37.- Perdigao J et al. "Clinical performance of a self-etching adhesive at 18 months". Am J Dent. 2005;18(2): 135-140.
- 38.- Kanemura N, Sano H, Tagami J. "Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces". J Dent. 1999;27(7):523-530.
- 39.- Oliveira S et al. "The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer v/s a total-etch system". Dent Mat. 2003;19(8):758-767.
- 40.- Hannig M, Grafe A, Ataly A et al. "Microleakage and SEM evaluation of fissure sealants placed by use of self-etching priming agents". Journal of Dentistry. 2004;32:75-81.
- 41.- Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR et al. "Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel". J Adhes Dent. 2002;4:115-124.

- 42.- Hanning M, Reinhardt KJ, Bott B. "Self-etching primer v/s phosphoric acid: an alternative concept for composite to enamel bonding". *Oper Dent* . 1999;24:172-180.
- 43.- Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. "Adhesion of resin composite to polished dentin and enamel". *Dent Mat*. 1998;14:99-105.
- 44.- Nikaidi T, Nakajima M, Higashi T et al. "Shear bond strengths of a simple-step bonding system to enamel and dentin". *Dent Mat*. 1997;16:40-7.
- 45.- Inoue S, Vargas M, Abe Y et al. "Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel". *American Journal of Dentistry*. 2003;16:329-334.
- 46.- Lopes GC, Marson FC, Vieira LC et al. "Composite bond strength to enamel with self-etching primers". *Oper Dent*. 2004;29:424-429.
- 47.- Miyazaki M, Iwasaki K, Onose H. "Adhesion of single application bonding systems to bovine enamel and dentin". *Oper Dent*. 2002;27:88-94.
- 48.- Itou K, Torii Y, Takimura T, et al. "Effect of priming time on tensile bond strength to bovine teeth and morphologic structure of interfaces created by self-etching primers". *International Journal of Prosthodontics*. 2001;14:225-230.
- 49.- Hanning M, Bock H, Bott B. "Intercristallite nano-retention of self-etching adhesives at enamel imaged by transmission electron microscopy". *European Journal of Oral Sciences*. 220;110:464-470.
- 50.- Información proporcionada por el fabricante contenida en el producto.

- 51.- Del Valle María, Valdevenito Nancy. “Mediciones y métodos de uso común en el laboratorio químico”. Primera Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 1999. Pags. 127-129.
- 52.- Perdigao J, Gomes G, Duarte SR et al. “Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer”. *Oper Dent*. 2005;30:492-499.
- 53.- Perdigao J, Geraldeli S. “Bonding characteristics of self-etching adhesives to intact v/s prepared enamel”. *J Esthet Resto Dent*. 2003;15:32-42.
- 54.- Perdigao J, Gomes G, Lopes MM. “The influence of conditioning time on enamel adhesion”. *Quintessence Int*. 2006;37:41-47.
- 55.- Nishitani Y, Yoshiyama M, Wadgaonkar B et al. “Activation of gelatinolytic activity in dentin by self-etching adhesives”. *Eur J Oral Sci*. 2006;114:160-166.
- 56.- Van Landuyt KL, De Munck J, Snauwaert J et al. “Monomer-solvent phase separation in one step self-etch adhesives”. *J Dent Res*. 2005;84:183-188.
- 57.- Carvalho RM, Stefano Chersoni S, Frankenberger et al. “A challenge to the conventional wisdom that simultaneous etching and resin infiltration always occurs in self-etch adhesives”. *Biomaterials*. 2005;26:1035-1042.
- 58.- Grégoire G, Ahmed Y. “Evaluation of the enamel etching capacity of six contemporary self-etching adhesives”. *Journal of Dentistry*. 2007;35:388-397.

- 59.- Grégoire G, Millas A. "Microscopic evaluation of dentin interface obtained with 10 contemporary self-etching systems: correlation with their pH". *Oper Dent*. 2005;30-4:481-491.
- 60.- Phillips R. "La ciencia de los materiales dentales de Skinner". 7ª Edición. Editorial Interamericana, 1986. 583.p.p 18-349. Cap. 2,30.
- 61.- James B, Summit J, William R et al. "Fundamentals of operative Dentistry: a contemporary approach". Quintessence Publishing Co. 2001; pag.191-194.
- 62.- Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. "Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layers". *Dent Mat* 2001;17:122-126.