

Microfiltración marginal de distintos adhesivos en cavidades de clase II. Efecto de la aplicación de una resina hidrofóbica

S. GUZMÁN PINA, O. CORTÉS LILLO, M.A. ALCAINA LORENTE

Departamento de Odontopediatría. Clínica Odontológica Universitaria. Universidad de Murcia. Murcia

RESUMEN

Introducción: La adhesión de los materiales está íntimamente relacionada con la formación de una adecuada capa híbrida. Además del adhesivo, el uso de una capa de resina hidrofóbica puede mejorar las propiedades de adhesión.

Objetivo: Comparar la microfiltración marginal en las restauraciones con composite en cavidades de clase II según el adhesivo y con la aplicación o sin la aplicación de resina hidrofóbica.

Material y métodos: Los grupos experimentales fueron adhesivos sin resina hidrofóbica (Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®]) y adhesivos con resina hidrofóbica (Xeno V⁺[®] y AdheSE One F[®]). El grado de microfiltración fue evaluado utilizando una escala de penetración del colorante del 0 al 3.

Resultados: Los adhesivos autograbantes presentan peores resultados que los que requieren grabado previo.

Conclusión: El uso de una resina hidrofóbica supone una mejora en la microfiltración.

PALABRAS CLAVE: Adhesivos. Microfiltración. Resina hidrofóbica.

INTRODUCCIÓN

El uso de materiales de restauración de resina ha aumentado en los últimos años gracias en parte a las mejoras en los sistemas adhesivos. La adhesión es fundamental para contrarrestar la contracción de la polimerización, conseguir una correcta retención, un mejor comportamiento mecánico y un buen sellado marginal, lo que daría lugar a una buena estética.

En 1955, Buonocore (1) introdujo la técnica del grabado con ácido fosfórico, para mejorar la adhesión de la

SUMMARY

Introduction: Dental adhesion of the materials is closely related to the formation of a proper hybrid layer. In addition to the adhesive, the use of a hydrophobic resin layer can improve the adhesion properties.

Objective: To compare marginal microleakage at composite restorations in class II cavities according to the adhesive and with or without a hydrophobic resin.

Materials and methods: The experimental groups were adhesives without hydrophobic resin (Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®]) and adhesives with hydrophobic resin (Xeno V⁺[®] and AdheSE One F[®]). The degree of microleakage was assessed using a scale of penetration of the coloring from 0 to 3.

Results: Self etch adhesives have worse outcomes than acid etching adhesives.

Conclusion: The use of a hydrophobic resin produce an improvement in microleakage.

KEY WORDS: Adhesives. Microleakage. Hydrophobic resin.

resina acrílica al esmalte. En aquel momento, la unión entre el diente y el adhesivo era fundamentalmente micromecánica, gracias a unas micropartículas del adhesivo que penetran en las retenciones creadas en el esmalte por el grabado ácido. Sin embargo, se observó que, al preparar la cavidad, aparece el barrillo dentinario, que hace más difícil la adhesión del material a la dentina.

Hace veinte años Fusayama (2) sugirió la remoción de este barrillo con el ácido fosfórico, pues al eliminarlo se despejaría la entrada a los túbulos, con lo que aumentaría la adhesión a la dentina. Por otra parte, con el grabado de la dentina además se consigue desmineralizar la entrada de los túbulos dentinarios y la capa externa de la dentina intertubular; esto es, se destruyen los cristales de hidroxiapatita, que es el componente inorgánico de la

dentina situado en el interior de los prismas y se expone el entramado de las fibras de colágeno, haciendo al diente más receptivo al adhesivo.

Nakabayashi (3) demostró que al eliminar la fase mineral con el grabado ácido se expone el colágeno como substrato adhesivo. Por la naturaleza hidrofílica de esta matriz sugirió que se usaran adhesivos con monómeros hidrofóbicos e hidrofílicos. Los hidrofílicos facilitan la permeabilidad de los monómeros en la matriz de colágeno, favoreciendo la formación de la capa híbrida; mientras que la resina hidrofóbica facilita la adhesión de la resina hidrofóbica con la restauración.

Actualmente, la clasificación de los adhesivos que probablemente más se utiliza se refiere al número de pasos que forman el sistema adhesivo, esto es: 1) adhesivo de tres pasos: en los que el grabado, el *priming* y el *bonding* se realizan cada uno en un paso distinto; 2) adhesivo de dos pasos, en el que tras el grabado total se aplica el *bonding* junto con el *priming*; 3) adhesivo de un solo paso, en el que tanto el grabado como el *priming* y el *bonding* se combinan en un solo paso.

Para mejorar las características de los sistemas adhesivos, tanto la fuerza de adhesión como su tiempo de duración y la microfiliación, según ciertos autores, hay que mejorar la calidad de la capa híbrida más que su grosor, reduciendo el grado de absorción de agua y la degradación del colágeno.

Para conseguir esto, se realizan algunas modificaciones del protocolo clínico normal, como aplicar múltiples capas, aumentar la evaporación del solvente, usar corriente eléctrica para aumentar la impregnación del monómero, prolongar el tiempo de polimerizado respecto al recomendado por los fabricantes, dando lugar a un aumento de la polimerización y reduciendo la permeabilidad. También se puede utilizar una capa adicional de resina hidrofóbica. Desde la incorporación del monómero hidrofílico en los adhesivos simplificados, de dos o un solo paso, se ha reducido su longevidad. La necesidad de una capa hidrofóbica con una capa de adhesivo sin solvente parece ser primordial para reducir la absorción de agua y estabilizar la capa híbrida por más tiempo.

En cambio, otros autores opinan que es importante el grosor de la capa híbrida; así, si tras la colocación del adhesivo ponemos una resina adhesiva (*bonding*) aumentamos su espesor acercándonos al grosor óptimo de 100 micras, lo que también podríamos lograr colocando otra capa de adhesivo, formando así una película hermética. Al tener una capa gruesa de adhesivo conseguimos mejorar su capacidad elástica, compensando/amortiguando la tensión de contracción y dilatación y la absorción de las fuerzas de masticación, contrarrestando la flexión y los efectos térmicos; además aumenta la capacidad amortiguadora de la resina, la fuerza de adhesión, y disminuye la sensibilidad postoperatoria y la microfiliación, haciéndolo así más duradero (4,5).

Asimismo, la correcta formación y funcionamiento de la capa híbrida depende de un adecuado grosor de la capa del adhesivo que permita amortiguar en cierto modo la fuerza que sobre él se va a ejercer.

Actualmente existe una gran cantidad de nuevos sistemas adhesivos que simplifican el proceso a un solo paso, con lo que al disminuir el número de pasos disminuye la posibilidad de error durante su aplicación y el tiempo de

trabajo. Aunque esto facilita y acorta el trabajo, diversos autores consideran que es más importante obtener una menor filtración marginal, ya que esta daría lugar a irritación pulpar y con ello a sintomatología pulpar postoperatoria, decoloración, caries secundaria e incluso pérdida de restauración.

Aunque el uso de una capa adicional de resina hidrofóbica en los adhesivos de un solo paso lo convierten en adhesivos de dos pasos. King y cols. (4) observaron que el uso de una capa de resina hidrofóbica en tres adhesivos de un paso aumentaba su fuerza de adhesión y eliminaba su incompatibilidad con los composites autopolimerizables.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó con 40 premolares humanos extraídos por motivos ortodóncicos. En cada premolar se realizaron dos cavidades de clase II (mesial y distal). Se distribuyeron en dos grupos generales, dando lugar a ocho subgrupos experimentales (cada grupo contenía 5 premolares, lo que implica 10 cavidades por grupo). Los premolares fueron montados en escayola junto con 2 molares a cada lado para simular los puntos de contacto similares a los reales. Los adhesivos se aplicaron según las instrucciones del fabricante. En los grupos dos, tras aplicar el adhesivo, se añadió una capa de resina hidrofóbica, se eliminó el exceso con aire y se polimerizó durante 10 segundos.

Tras realizar las obturaciones, se extrajeron los dientes de la escayola y se mantuvieron en agua destilada durante 24 horas. Posteriormente, se pintaron con laca de uñas a excepción de los márgenes de la restauración. Al terminar se sumergieron las coronas en solución de azul del metileno al 1% durante 24 horas.

El grado de microfiliación fue evaluado por una lente utilizando los siguientes criterios:

0: No penetración del colorante.

1: Penetración del colorante en 1/3 de la cavidad.

2: Penetración del colorante de más de 1/3 de la cavidad.

3: Penetración del colorante de más de 2/3 o del total de la cavidad.

Los grupos experimentales fueron los siguientes:

Grupo 1: Adhesivos sin resina hidrofóbica:

– A1: grabado + Prime & bond NT[®] + FiltekTM[®]

– A2: grabado + Prime & bond NT[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

– B1: grabado + Excite F DSC[®] + FiltekTM[®]

– B2: grabado + Excite F DSC[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

Grupo 2: Adhesivos con resina hidrofóbica:

– C1: Xeno V⁺[®] + FiltekTM[®]

– C2: Xeno V⁺[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

– D1: AdheSE One F[®] + FiltekTM[®]

– D2: AdheSE One F[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

RESULTADOS

El análisis estadístico de los resultados fue llevado a cabo mediante el análisis de varianza ANOVA com-

plementado con contrastes de igualdad de pares de medias con el método de la mínima diferencia significativa (DMS) y con la corrección de Bonferroni.

Del análisis estadístico podemos concluir que el grupo A (Prime & bond NT[®]) no presenta diferencias significativas respecto a añadir una capa de resina hidrofóbica o no. Asimismo, este grupo es el que mejores resultados presenta, con menor grado de microfiltración respecto a todos los demás. Por el contrario, el grupo que mayor microfiltración presenta es el grupo D (AdheSE One F[®]).

Por otro lado, se observan diferencias significativas entre los adhesivos que requieren grabado previo (Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®]) respecto a los autograbantes (Xeno V⁺ y AdheSE One F[®]), siendo estos últimos los que presentaron peores resultados.

De los grupos que requieren grabado previo, los mejores resultados se han observado en Prime & bond NT[®]. Por otro lado, de los grupos de autograbantes, el que peores resultados presenta ha sido el AdheSE One F[®], sobre todo sin el uso de resina. Aun así, observamos que dentro del grupo de autograbantes el uso de una resina hidrofóbica supone una mejora en la microfiltración, sobre todo en el caso de Xeno V⁺, tal como se puede observar en la figura 1.

DISCUSIÓN

Respecto a la diferencia observada entre adhesivos autograbantes y no autograbantes, tras revisar la bibliografía, coincidimos en el hecho de que los adhesivos autograbantes permiten una peor adaptación del material restaurador.

Con los autograbantes, la *smear layer* no es disuelta por completo y sí incorporada en la interfase de unión, la cual tiende a ser menos gruesa que aquella formada por los sistemas adhesivos convencionales. En consecuencia, si la capa es más fina aumenta la microfiltración, aspecto que será tratado posteriormente. Según varios autores, esto es debido a que los autograbantes son adhesivos débiles mecánicamente pues tienen gran contenido de solvente, lo que implica mayor fragilidad. Además, el mayor problema de los autograbantes es la unión al

esmalte, por no presentar resultados tan satisfactorios como los producidos tras la desmineralización con ácido fosfórico (6).

Sin embargo, se ha observado que aplicar múltiples capas de adhesivo puede favorecer el empleo de autograbantes de paso único (7,8).

Otro factor que influye en el comportamiento del adhesivo es su composición, tanto por el solvente como por los monómeros presentes en el adhesivo. Los solventes como el etanol o la acetona son comúnmente usados para facilitar la penetración de monómeros y obtener un contacto directo de la resina con las fibras de colágeno, lo que da lugar a una zona de mezcla de resina polimerizada y un entramado de fibrillas de colágeno: la capa híbrida (7).

Adhesivos cuyo solvente es la acetona son menos efectivos en substrato seco que aquellos a base de agua (9,10). De este modo, adhesivos sin agua en su composición deben aplicarse en superficies más húmedas, y en superficies más secas, aquellos adhesivos que contienen agua o solución agua/alcohol.

El hecho de que Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®] presenten mejores resultados que los adhesivos autograbantes se debe a que estos últimos poseen generalmente mayor proporción de agua, solventes y monómeros hidrolíticos. Así pues, la capa de adhesivo es más fina, como se ha dicho anteriormente, y sufre las consecuencias de la inhibición del oxígeno cuando es polimerizada.

Por otro lado, aunque en algunos estudios no se ha observado diferencia entre el uso de etanol o acetona como solvente, la acetona es preferible como solvente medio, a causa de su mejor estabilidad hidrolítica de los monómeros funcionales frente al etanol (11).

Respecto a la microfiltración, coincidimos con Puspaha (12) en que la aplicación de la capa de resina hidrofóbica disminuye la permeabilidad marginal y mejora la adaptación del material a la cavidad. Además, observamos que la adherencia del composite a la resina es mayor, por lo que permite un mejor manejo clínico.

Hay que tener en cuenta que la presencia de agua y solvente remanente en la estructura del adhesivo reduce las propiedades mecánicas del polímero formado (13), lo que puede resultar en mayor microfiltración (14). Por ello, algunos autores proponen el secado con aire comprimido y la necesidad de un aislamiento absoluto (6).

Además, la evaporación precoz de solventes perjudica la resistencia de unión y aumenta la filtración marginal, particularmente en los casos de adhesivos a base de acetona (15,16).

Por otro lado, los adhesivos que tienen en su composición solventes como etanol o agua tienden a presentar resultados más favorables en cuanto a microfiltración que los adhesivos a base de acetona (17,18).

La formación de una capa híbrida satisfactoria es el fundamento para el éxito de una restauración adhesiva, ya que es esta estructura la que forma la unión entre la resina de composite y la dentina. Fallos en la interfase diente-restauración provocan microfiltración, dolor postoperatorio, fractura dental y caries secundaria (19).

Solo una adaptación perfecta es capaz de prevenir la microfiltración y, por consiguiente, la caries recurrente y la irritación pulpar.

Otro aspecto relevante es el número de pasos del sistema adhesivo que estemos utilizando. Disminuir el

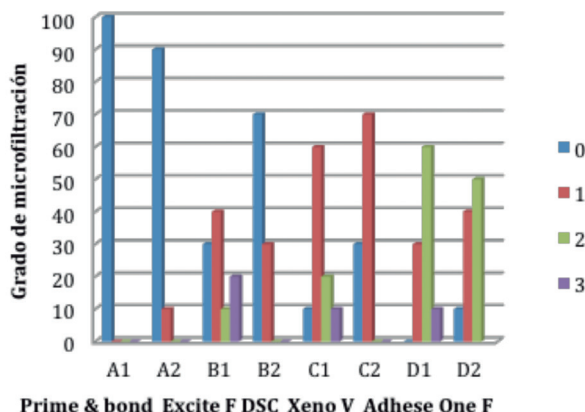


Fig. 1. Porcentaje de microfiltración de cada adhesivo según el grado observado.

número de pasos reduce el tiempo de manipulación, la sensibilidad técnica y mejora la efectividad adhesiva. Sin embargo, se ha observado que los sistemas más simples no precisamente tienen por qué mejorar la efectividad del adhesivo (20).

Tay y cols. (14) han demostrado que los adhesivos AG de un paso, tras su polimerización, dejan unas estructuras porosas que pueden actuar como una membrana semi-permeable, permitiendo el movimiento bidireccional de agua a través de la capa de adhesivo si no se reviste por un composito polimerizado.

En general, se ha visto que los adhesivos de 3 pasos dan mejores resultados que los 2 y a su vez estos mejores que los de 1 paso.

En un estudio de Van Landuyt y cols. (20) se demostró que la extensión de adhesivos AG de 1 paso a 2 pasos y a 3 pasos, usando el de 1 paso como primero y añadiendo pasos de aplicación, mejora la efectividad del adhesivo correspondiente; y que no hay diferencia en la efectividad del adhesivo entre usar etanol o acetona como solvente.

Otros autores han observado que transformar un adhesivo AG de 1 paso en 2 pasos aumenta levemente la efectividad adhesiva. Añadir un paso previo de grabado es beneficioso para el esmalte, pero debe evitarse en la dentina, ya que no mejorará la fuerza adhesiva y puede poner en peligro la durabilidad de la adhesión (7).

La bibliografía demuestra que un grabado total en adhesivos de un bote supone un compromiso en la humedad y en la estabilidad que parece resultar en una mayor porosidad que en adhesivos de varios pasos. Sin embargo, los clínicos prefieren materiales de fácil aplicación en su práctica diaria.

Otro aspecto que se debe destacar es la citotoxicidad o la biocompatibilidad que presentan los adhesivos. Muchos de los componentes de los adhesivos muestran una elevada citotoxicidad en contacto directo con las células (o por componentes que se produzcan por degradación hidrolítica), además hay que considerar la difusión de monómeros ante una incompleta polimerización (por presencia de oxígeno), y la liberación de camphoroquinonas, que es el fotoiniciador, y favorece la formación de radicales libres, aumentando la citotoxicidad del adhesivo.

Si las resinas adhesivas son manipuladas y aplicadas de forma apropiada, se espera que sean bien toleradas por el tejido pulpar. Se considera que las reacciones pulpares se deben fundamentalmente al efecto de bacterias en la interfase diente-restauración (21).

Otros autores observan que la infección bacteriana producto de la microfiltración es el principal factor causal de afección pulpar y que una hibridación eficiente evita la migración de bacterias a la pulpa, por lo tanto, los sistemas adhesivos actuales son biocompatibles (21,22).

CONCLUSIONES

El uso de la capa de resina mejoró la adaptación del material y la filtración de todos, excepto en Prime & bond NT[®], en el que no hubo diferencias significativas. Además, sería interesante observar si aplicar una resina hidrofóbica influye en la biocompatibilidad pulpar. Tam-

bién son necesarios más estudios clínicos que permitan valorar el efecto de los adhesivos en la sensibilidad y amortiguación de las fuerzas durante la masticación.

CORRESPONDENCIA:

Sonia Guzmán Pina
Clínica Odontológica Hospital Morales Meseguer, 2 P1
Avenida Marqués de los Vélez, s/n
30008 Murcia
e-mail: sonia.guzman@um.es

BIBLIOGRAFÍA

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;43:83-9.
- Fusuyama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979; 58(4):1364-70.
- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16:265-73.
- King NM, Tay FR, Pashley DH, Hashimoto M, Ito S, Brackett WW, et al. Conversion of one-step to two-step self-etch adhesives for improved efficacy and extended application. *Am J Dent* 2005;18:126-34.
- Aranha AM, Giro EMA, Souza PPC, Hebling J, de Souza Costa CA. Effect of curing regime on the cytotoxicity of resin-modified glass-ionomer lining cements applied to an odontoblast-cell line. *Dent Mater J* 2006;2(9):864-9.
- Dourado A, Reis A. Adhesive systems. *Oper Dent* 2006;1(2): 13-26.
- Frankenberger R, Perdigão J, Rosa BT, Lopes M. No-bottle vs. multi-bottle dentin adhesives-a microtensile bond strength and morphological study. *Dent Mater J* 2001;17:373-80.
- Pashley EL, Agee KA, Pashley DH, Tay, FR. Effects of one versus two applications of an unfilled, all-in-one adhesive on dentine bonding. *J Dent* 2002;30:83-90.
- Jacobsen T, Soderholm KJ. Effect of primer solvent, primer agitation, and dentin dryness on shear bond strength to dentin. *Am J Dent* 1998;11:225-8.
- Reis A, Loguercio AD, Azevedo CLN, Carvalho RM, Singer JM, Grande RHM. Moisture spec-trum of demineralized dentin for different solvent-based adhesive system. *J Adhes Dent* 2003; 5:183-92.
- Van Landuyt KL, Snauwaert J, De Munck J, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, et al. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007;28:3757-85.
- Pushpa R, Suresh BS. Marginal permeability of one step self-etch adhesives: Effects of double application or the application of hydrophobic layer. *J Conserv Dent* 2010;13(3):141-4.
- Paul SJ, Leach M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of water content on the physical properties of model dentine primer and bonding resins. *J Dent* 1999;27:209-14.
- Tay FR, Gwinnett AJ, Pang KM, Wei SH. Variability in microleakage observed in a total-etch wet-bonding technique under different handling conditions. *J Dent Res* 1995;74:1168-78.
- Perdigão J, Swift EJ Jr, Lopes GC. Effects of repeated use on bond strengths of one-bottle adhesives. *Quintessence Int* 1999;30:819-23.
- Lima FG, Moraes RR, Demarco FF, Del Pino FA, Powers J. One-bottle adhesives: in vitro analysis of solvent volatilization and sealing ability. *Pesqui Odontol Bras* 2005;19:278-83.
- Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: A systematic review of current clinical trials. *Dent Mater J* 2005;21:864-81.
- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the

- durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84:118-32.
19. Harada TS, Pazinato FB, Wang L, Atta MT. Effect of the number of coats of simplified adhesive systems on microleakage of dentin-bordered composite restorations. *J Contemp Dent Pract* 2006;7:34-41.
20. Van Landuyt KL, Peumans M, De Munck J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Extension of a one-step self-etch adhesive into a multistep adhesive. *Dent Mater J* 2006;22:533-44.
21. Maya C, Vallejo M, Martínez N. E Citotoxicity of dental adhesives. *Rev.CES. Odont* 2010;23(2):79-90.
22. Ferreira RS. Biocompatibilidad de dos sistemas adhesivos: revisión da literatura. *Rev Bras Odont* 1997;54:47-52.

Original Article

Marginal microleakage of different adhesives in class II cavities. Effect of applying hydrophobic resin

S. GUZMÁN PINA, O. CORTÉS LILLO, M.A. ALCAINA LORENTE

Departament of Pediatric Dentistry. University Dental Clinic. Universidad de Murcia. Murcia, Spain

SUMMARY

Introduction: Dental adhesion of the materials is closely related to the formation of a proper hybrid layer. In addition to the adhesive, the use of a hydrophobic resin layer can improve the adhesion properties.

Objective: To compare marginal microleakage at composite restorations in class II cavities according to the adhesive and with or without a hydrophobic resin.

Materials and methods: The experimental groups were adhesives without hydrophobic resin (Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®]) and adhesives with hydrophobic resin (Xeno V⁺[®] and AdheSE One F[®]). The degree of microleakage was assessed using a scale of penetration of the coloring from 0 to 3.

Results: Self etch adhesives have worse outcomes than acid etching adhesives.

Conclusion: The use of a hydrophobic resin produce an improvement in microleakage.

KEY WORDS: Adhesives. Microleakage. Hydrophobic resin.

INTRODUCTION

The use of resin restoration materials has increased in recent years due in part to improvements in adhesive systems. Adhesion is essential to counteract polymerization shrinkage, to achieve correct retention, to improve mechanical behavior and a proper marginal seal, which all leads to a good aesthetic appearance.

Buonocore (1) in 1955 introduced the phosphoric acid etch technique in order to improve the adhesion of acrylic

RESUMEN

Introducción: La adhesión de los materiales está íntimamente relacionada con la formación de una adecuada capa híbrida. Además del adhesivo, el uso de una capa de resina hidrofóbica puede mejorar las propiedades de adhesión.

Objetivo: Comparar la microfiltración marginal en las restauraciones con composite en cavidades de clase II según el adhesivo y con la aplicación o sin la aplicación de resina hidrofóbica.

Material y métodos: Los grupos experimentales fueron adhesivos sin resina hidrofóbica (Prime & bond NT[®] y Excite F DSC[®]) y adhesivos con resina hidrofóbica (Xeno V⁺[®] y AdheSE One F[®]). El grado de microfiltración fue evaluado utilizando una escala de penetración del colorante del 0 al 3.

Resultados: Los adhesivos autograbantes presentan peores resultados que los que requieren grabado previo.

Conclusión: El uso de una resina hidrofóbica supone una mejora en la microfiltración.

PALABRAS CLAVE: Adhesivos. Microfiltración. Resina hidrofóbica.

resin to the enamel. At this point the bond between tooth and adhesive was basically micromechanical, given the microparticles of the adhesive that penetrated the retentions created in the enamel by the acid etching. However, it was observed that on preparing the cavity dental mud appeared, which made the adhesion of the material to the dentin more difficult.

Twenty years ago Fusayama (2) suggested removing this mud with phosphoric acid and the entrance to the tubules would also be cleared, which would increase

adhesion to the dentin. Moreover, etching with dentin would in addition demineralize the entrance to the dentinal tubules and the external layer of the intertubular dentin, that is, the hydroxyapatite crystals would be destroyed, which is the inorganic component of the dentin situated on the inside of the prisms, exposing the collagen fibril network while making the tooth more receptive to the adhesive.

Nakabayashi (3) demonstrated that on eliminating the mineral phase with acid etching, the collagen is exposed as adhesive substrate. Given the hydrophilic nature of this matrix they suggested using adhesives with hydrophobic and hydrophilic monomers. The hydrophilic monomers facilitate the permeability of the monomers in the collagen matrix encouraging the formation of a hybrid layer, while the hydrophobic resin encourages the adhesion of the hydrophobic resin to the restoration.

Currently, the classification of the adhesives that is probably most used refers to the number of steps in the adhesive system, that is: 1) three-step adhesives: in which etching, priming and bonding is carried out in a separate step, 2) two-step adhesive, after total etching bonding is applied together with priming, 3) one-step adhesive, in which the etching as well as the priming and bonding is done in a single step.

In order to improve the characteristics of the adhesive systems, the strength of the adhesion as well as durability and microfiltration, according to certain authors, the quality of the hybrid layer should be improved rather than its thickness, in order to reduce the degree of water absorption and collagen degradation.

In order to achieve this, some modifications were made of the normal clinical protocol such as the application of several layers, increasing the evaporation of the solvent, use of electric current in order to increase the impregnation of the monomer, extending the polymerization time with regard to the time recommended by manufacturers, which lead to an increase in polymerization and reduced permeability. An additional layer of hydrophobic resin can also be used. As a result of including hydrophilic monomer in simplified adhesives, and the reduction from two steps to just one, longevity has been reduced. The need for one hydrophobic layer with a layer of solvent-free adhesive seems to be essential for reducing water absorption and for stabilizing the hybrid layer for more time.

On the other hand, other authors are of the opinion that the thickness of the hybrid layer is important, and that if after placing the adhesive we place bonding resin, we increase the thickness and the optimal thickness of 100 micras is reached, which we could also achieve with another layer of adhesive forming a watertight film. By having a thick layer of adhesive we are able to improve: elasticity, compensating/cushioning the contraction and expansion and the absorption of the forces of mastication, counterbalancing bending and thermal effects. In addition, the cushioning capacity of the resin is increased, the adhesion strength, and postoperative sensitivity and microfiltration is reduced making it more durable (4,5).

The correct formation and function of the hybrid layer depends on the right thickness of the adhesive layer that

permits cushioning to a certain extent the forces that will be imposed it.

Currently there is a huge number of new adhesive systems to simplify the process into a single step and, as the number of steps diminishes, the possibility of error during application diminishes together with operating time. Although this facilitates and shortens the work load, many authors consider that obtaining less marginal leakage is more important, as this would lead to pulp irritation and then to postoperative pulp complications, discoloration, secondary caries and even the loss of the restoration.

Although the use of an additional layer of hydrophobic resin in one-step adhesives turn these into two-step adhesives, King et al. (4) observed that the use of a layer of hydrophobic resin in three one-step adhesives increased bonding strength and eliminated incompatibility with self-polymerizing composites.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out with 40 human premolars that had been extracted for orthodontic reasons. In each premolar two (mesial and distal) class II cavities were created. These were distributed into two general groups, which resulted in eight experimental subgroups (each group contained 5 premolars, which implied 10 cavities per group). The premolars were mounted into plaster together with the 2 molars on each side in order to simulate the similar points of contact to real ones. The adhesives were applied according to the manufacturers' instructions. In group two, after applying the adhesive, a layer of hydrophobic resin was added, the excess was eliminated with air and they were polymerized for 10 seconds.

After carrying out the obturations, the teeth were removed from the plaster and kept in distilled water for 24 hours. After this they were painted with nail varnish except for the restoration margins. The crowns were then submerged in 1% methylene blue solution for 24 hours.

The degree of microfiltration was evaluated by a lens using the following criteria:

0: No penetration of the coloring.

1: Penetration of the coloring in 1/3 of the cavity.

2: Penetration of the coloring in more than a 1/3 of the cavity.

3: Penetration of the coloring in more than 2/3 of the all the cavity.

The experimental groups were the following:

Group 1: Adhesives without hydrophobic resin:

– A1: etching + Prime & bond NT[®] + FiltekTM[®]

– A2: etching + Prime & bond NT[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

– B1: etching + Excite F DSC[®] + FiltekTM[®]

– B2: etching + Excite F DSC[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

Group 2: Adhesives with hydrophobic resin.

– C1: Xeno V⁺[®] + FiltekTM[®]

– C2: Xeno V⁺[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

– D1: AdheSE One F[®] + FiltekTM[®]

– D2: AdheSE One F[®] + Heliobond[®] + FiltekTM[®]

RESULTS

The statistical analysis of the results was carried out using the ANOVA analysis of variance complemented with equality contrasts for pairs of means by the least significant difference (LSD) and with the Bonferroni adjustment.

From the statistical analysis we can conclude that group A (Prime & bond NT[®]) does not have significant differences with regard to adding a layer of hydrophobic resin or not. Furthermore, this group had the best results, with less degree of microfiltration with regard to all the others. On the other hand, the group with the most microfiltration was group D (AdheSE One F[®]).

Significant differences were observed between adhesives requiring prior etching (Prime & bond NT[®] and Excite F DSC[®]) with regard to self etching (Xeno V⁺ y AdheSE One F[®]), and the latter had the worst results.

Of the groups that required previous etching, the best results were seen in Prime & bond NT[®]. Moreover, of the self-etching group, the one with the worst results was AdheSE One F[®], especially when resin was not used. Although we did observe within the self-etch group that the use of hydrophobic resin did mean an improvement in microfiltration, especially in the case of Xeno V⁺, as can be seen in figure 1.

DISCUSSION

With regard to the differences observed between self-etch and non-self etching adhesives, and after a review of the literature, we concur on the adaptation to restoration material being worse with self-etch adhesives.

The smear layer does not completely dissolve with self-etch adhesives and it is incorporated into the bonding interface, which tends to be less thick than the layer formed by conventional adhesive systems. As a result, if the layer is a little finer, microfiltration increases, which is an aspect that has to be dealt with later. According to various authors, this is because self-etch materials are adhesives that are mechanically weak as they have a large solvent content, which means greater fragility.

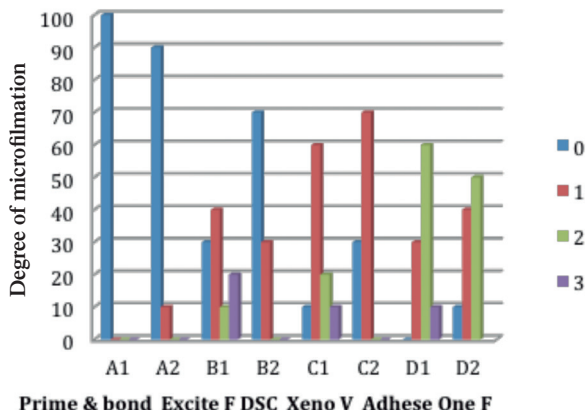


Fig. 1. Percentage of microfiltration of each adhesive according to degree observed.

In addition, the greatest problem of self-etch materials is the bonding to the enamel, as the results are not as satisfactory as those following demineralization with phosphoric acid (6).

However, it has been observed that the application of many layers of adhesive can favor the use of single-step self-etching adhesives (7,8)

Another factor that influences the behavior of an adhesive is its composition, that is, both the solvent and the monomers in the adhesive. Solvents such as ethanol or acetone are commonly used to facilitate the penetration of monomers and to obtain the direct contact of the resin with the collagen fibers, which leads to an area with a mix of polymerized resin and a collagen fibril network, the hybrid layer.

Adhesives that have acetone as a solvent are less effective in dry substrate than those that have a water base (9,10). Adhesives that do not contain water in their composition should therefore be applied to more moist surfaces, and adhesives that contain water or a water/alcohol solution to drier surfaces.

The fact that Prime & bond NT[®] and Excite F DSC[®] have better results than self-etching adhesives is due to the former generally having a greater proportion of water, solvents and hydrolytic monomers. Therefore, the adhesive layer is finer, as stated previously, and it suffers the consequences of oxygen inhibition when polymerized.

However, although some studies have not found a difference between the use of ethanol or acetone as a solvent, acetone is preferable as a medium solvent, given improved hydrolytic stability of the functional monomers, as opposed to ethanol (11).

With regard to microleakage, we agree with Pushpa (12) in that the application of a layer of hydrophobic resin reduces marginal permeability and there is better adaptation of the material to the cavity. In addition, we observed that composite bonding to resin is greater, which permits improved clinical management.

It should be kept in mind that the presence of water and the remaining solvent in the structure of the adhesive reduces the mechanical properties of the polymer that has been formed (13) which can lead to greater microleakage (14). Because of this, some authors suggest drying with compressed air and total isolation (6).

In addition, the early evaporation of solvents hampers bonding resistance, increasing marginal leakage, particularly in the case of acetone based adhesives (15,16).

Moreover, adhesives that have in their composition solvents such as ethanol or water tend to have more favorable results with regard to microleakage than adhesives based on acetone (17,18).

The formation of a satisfactory hybrid layer is essential for the success of an adhesive restoration, as this is the structure that creates the bonding between the composite resin and the dentin. Failure in the tooth-restoration interface leads to microleakage, postoperative pain, dental fracture and secondary caries (19).

Only a perfect adaptation is able to prevent microleakage and, as a result, recurrent caries and pulp irritation.

Another relevant aspect is the number of steps in the adhesive system that we are using. Reducing the number of steps reduces handling time, technical sensitivity and bonding effectiveness is improved. However, it has

been observed that the simpler systems do not necessarily improve the effectiveness of the adhesive (20).

Tay et al. (14) demonstrated that one-step AG adhesives, after polymerization, leave porous structures that can act as a semipermeable membrane, permitting the bidirectional movement of water through the layer of adhesive, if not lined by a polymerized composite.

In general, it has been seen that three-step adhesives give better results than two-step, and that these are in turn better than one step.

In a study by Van Landuyt et al. (20) it was demonstrated that the extension of the AG adhesives from one-step to two-step to three-step, using the first step as a primer and adding application steps, improves the effectiveness of the corresponding polymer and that there is no difference in the effectiveness of the adhesive between using ethanol or acetone as a solvent.

Other authors have observed that transforming an AG adhesive from one-step to two-steps increases the adhesive effectiveness slightly. Adding a previous etching step is beneficial for the enamel but should be avoided in dentin as the bonding strength will not improve and it can put the durability of the adhesion in danger (7).

The literature shows that single-bottle total-etch may compromise moisture and stability, and that this seems to lead to greater porosity than with multiple step adhesives. However, clinical practitioners prefer materials that can easily be applied in daily practice.

Another aspect that should be highlighted is the cytotoxicity or biocompatibility of these adhesives.

Many of the bonding components display high cytotoxicity when in direct contact with cells (or the components that produce hydrolytic degradation), in addition monomer diffusion should be considered when there is incomplete polymerization (due to the presence of oxygen), and the release of camphorquinone that is the photoinitiator, and which encourages the formation of free radicals, increasing the cytotoxicity of the adhesive.

If the adhesive resin is handled and applied appropriately, it should be well tolerated by pulp tissue. It is thought that pulp reaction is due mainly to the effect of bacteria in the tooth-restoration interface (21).

Other authors observed that bacterial infection as a result of microfiltration is the main causal factor of pulp disorders and that efficient hybridization avoids the migration of bacteria to the pulp, therefore, the current adhesive systems are biocompatible (21, 22).

CONCLUSIONS

The use of a resin layer improved the adaptation of the material and filtration of all the adhesives except Prime & bond NT[®] that displayed no significant differences. It would be interesting to observe if the application of a hydrophobic resin would influence pulp biocompatibility. However, more clinical studies are necessary to assess the effect of adhesives on sensitivity and for cushioning the forces of mastication.