

Influencia de la microabrasión en la fuerza de unión a esmalte de diferentes sistemas adhesivos*



Pascual-Moscardó,
Agustín

Influence of air abrasion on enamel bond strength of different adhesive systems

Pascual-Moscardó, Agustín *
Abreu-Rodríguez, Rixio Jesús **
Alonso-Hernández, Mª Teresa **

* Profesor titular del Departamento de Estomatología de la Universidad de Valencia.

** Licenciado en Odontología. Master en Odontología Estética Adhesiva.

* Trabajo galardonado con el Premio Científico Anual del Ilustre Colegio General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España, correspondiente al año 2002

Resumen

Objetivo: Comparar la fuerza de adhesión esmalte – resina, utilizando como tratamiento acondicionador: microabrasión, grabado ácido, adhesivos autograbadores y convencionales. *Material y método:* Se seleccionaron setenta dientes humanos, libres de caries y restauraciones. Se fabricaron las probetas y se dividieron aleatoriamente en siete grupos. Las superficies del esmalte se trataron con: (A) Microabrasión más Prompt L-Pop, (B) discos soflext y se aplicó Prompt L-Pop, (C) Prompt L-Pop, (D) microabrasión más grabado con ácido ortofosfórico 20 segundos y adhesivo (Excite), (E) microabrasión, grabado ácido 5 segundos y Excite, (F) discos soflext, grabado ácido 20 seg. y Excite. El grupo control (G): Microabrasión y Excite. A todas las muestras se colocaron cilindros de composite y luego se sometieron a las fuerzas de cizalla en una máquina Instron. *Resultados:* El grupo que obtuvo la mayor fuerza de adhesión, fue el grupo A, aunque no se encontraron diferencias significativas con el grupo D. El grupo que mostró el peor comportamiento fue el grupo control (G). *Conclusión:* La microabrasión es un procedimiento eficaz para conseguir adhesión al esmalte por si misma, pero mejora considerablemente con la técnica de grabado ácido o el uso de los sistemas adhesivos autograbadores.

Palabras claves: Microabrasión, Adhesión dental, Resinas Compuestas.

Abstract

Objective: To compare the bond strength between enamel and resin, using as conditioning treatments: air abrasion, acid etching, conventional and self-etching adhesives. *Material and method:* Seventy human teeth free of decay and restorations were selected, placed in the test tubes and randomly divided into seven groups. The enamel surfaces were treated as follows: (A) air abrasion followed by application of Prompt L-Pop, (B) Soflex discs + Prompt L-Pop, (C) Prompt L-Pop, (D) air abrasion, etching with phosphoric acid for 20 seconds + adhesive (Excite), (E) air abrasion, acid etching for 5 seconds + Excite, (F) Soflex discs, acid etching for 20 seconds + Excite. The control group (G) was treated with air abrasion + Excite. All groups received cylinders of composite and were subjected to shear strength tests in the Instron machine. *Results:* The best results were obtained in group A, although there were no statistically significant differences with regards to group D. The worst behaviour was obtained in the control group (G). *Conclusion:* air abrasion alone is an effective procedure for obtaining adhesion to enamel, but the bond strength improves dramatically if supplemented with acid etching or use of self-etching adhesive systems.

Key words: Air abrasion, Dental adhesion, Composite resins.

Correspondencia

Agustín Pascual Moscardó
C/ Gasco Oliag, 1
Clínica Odontológica. Unidad de PTD.
Universidad de Valencia
46010 - Valencia
E-mail: agustin.pascual@uv.es

BIBLID [1138-123X (2003)8:3; mayo-junio 245-348]

Pascual-Moscardó A, Abreu-Rodríguez RJ, Alonso-Hernández MT. Influencia de la microabrasión en la fuerza de unión a esmalte de diferentes sistemas adhesivos. RCOE 2003;8(3):295-301.

RCOE, 2003, Vol 8, N°3, 295-301

Introducción

La preparación cavitaria ha sido y sigue siendo el primer paso terapéutico en odontología restauradora.

Al principio con el uso del instrumental rotatorio de baja velocidad y sin refrigeración, el paciente refería molestias debido al calor, fricción, presión, olor desagradable, el tiempo de preparación de la cavidad era largo, etc. Con la intención de disminuir las molestias, Black en 1945¹, introdujo la primera unidad de microabrasión, basada en la energía cinética. Este sistema era capaz de impulsar partículas de óxido de aluminio (Al_2O_3) a gran velocidad, mediante una corriente de aire a presión, que al impactar con la superficie dental producían la rápida eliminación del tejido afectado; por ello lo llamó «kinetic cavity preparation» (KCP), ya que aprovecha la brusca liberación de la energía cinética de las partículas. Estos sistemas con fines terapéuticos no se popularizaron en aquella época, en primer lugar porque no existían materiales adhesivos (composites), y ocurría que, igualmente, se necesitaba utilizar instrumental rotatorio y manual para conseguir realizar el diseño de la cavidad, necesario para la retención del material de restauración (amalgama, oro), y en segundo lugar por la comercialización del instrumental de alta velocidad y refrigeración, más económicos que los sistemas de microabrasión^{2,3}.

Posteriormente, el advenimiento de los nuevos materiales restauradores directos, los sistemas adhesivos y el desarrollo de las técnicas mínimamente invasivas favoreció la reaparición de las unidades de microabrasión a princi-

pios de la década de los 90. Debemos tener en cuenta que con la microabrasión conseguimos minimizar el traumatismo pulpar y disminuir el desconfort del paciente, evitando en muchas de las preparaciones el uso de anestesia⁴.

En la literatura, existen multitud de artículos sobre si se debe o no omitir el uso de acondicionamiento ácido en las superficies abrasionadas que luego serán restauradas con resinas compuestas. Algunos estudios afirman que el solo uso de la microabrasión proporciona una retención igual o superior que el uso del ácido ortofosfórico al 37% e incluso disminuye la microfiltración^{2,5,6}.

Otros autores opinan que es necesario el uso conjunto del grabado ácido como tratamiento acondicionador de la estructura dental, para conseguir unos resultados satisfactorios en cuanto a la adhesión a esmalte y dentina^{4,7**-8,9}.

Objetivo

Dado que no existe consenso acerca del tiempo de grabado óptimo de una superficie de esmalte tratado con estos mecanismos y el desarrollo de nuevos sistemas adhesivos que efectúan el grabado y la imprimación simultáneamente, decidimos realizar este estudio, con el fin de valorar la fuerza de adhesión esmalte-resina, que se logra con una superficie tratada con microabrasión, ácido ortofosfórico al 37% y con la aplicación de los nuevos sistemas adhesivos autograbadores.

Material y método

Para la realización de este estudio se utilizaron los siguientes materiales:

1. Setenta premolares humanos.
2. Maquina universal de ensayos Instron 4411 – PC compatible y software serie IX Material Testing System.
3. Sistema de microabrasión Micro-prep Director (Lares Research).
4. Sistemas de Discos Soflex (3M).
5. Oxido de aluminio 27 micras (Lares Research).
6. Cilindros de cobre de 24 milímetros (mm) de diámetro y 32 mm de altura.
7. Cilindros de polietileno de 4 mm de diámetro y 6 mm de altura.
8. Ácido ortofosfórico al 37% Total Etch (Ivoclar – Vivadent)
9. Sistema adhesivo Excite (Ivoclar - Vivadent).
10. Sistema adhesivo autograbador Prompt L - Pop (3M-ESPE).
11. Resina Compuesta Tetric Ceram (Ivoclar-Vivadent).
12. Lámpara Halógena Optilux 501 (SDS –Sybron Specialties - Kerr).

Los setenta premolares libres de caries y restauraciones, extraídos por indicaciones ortodóncicas, fueron conservados en suero fisiológico en el frigorífico.

Fabricación de las probetas

Todos los dientes se colocaron en cilindros de cobre de 24 mm de diámetro y 32 mm de altura, que se llenaron en sus 3/4 partes de escayola piedra. En el 1/4 restante se colocó resina acrílica autopolimerizable como medio de retención de los dientes durante el estudio. Los dientes se colocaron de manera que su cara vestibular sobresaliera aproximadamente un tercio por encima del cilindro y quedase paralela a su base (fig.1).

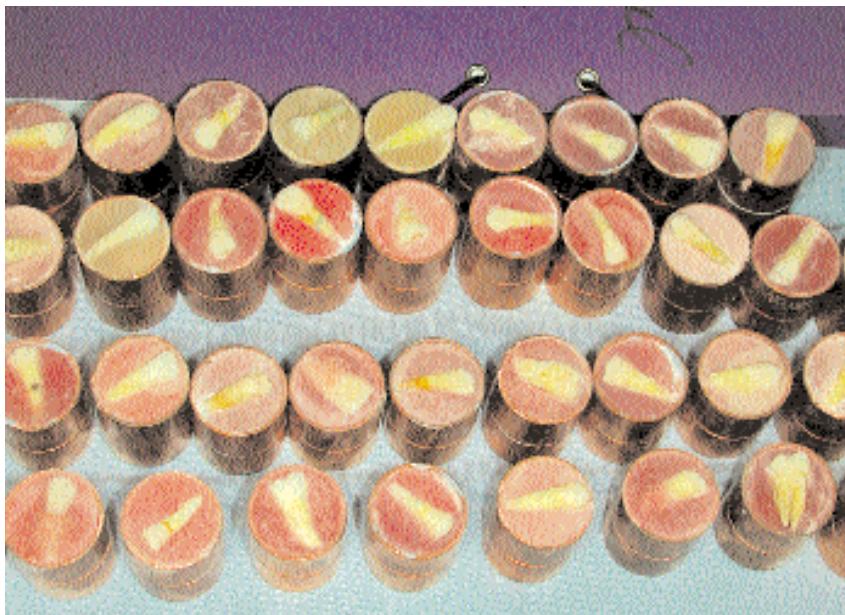


Figura 1. Dientes montados.

Tabla 1: Distribución de los grupos de acuerdo al tratamiento empleado

Grupo Tratamiento	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Grupo E	Grupo F	Grupo G Control
Microabrasión	X			X	X		X
Sistemas Soflex		X				X	
Grabado Ácido 20 seg.				X		X	
Grabado Ácido 5 seg.					X		
Prompt L - Pop	X	X	X				
Excite					X	X	X
Tetric Ceram	X	X	X	X	X	X	X

Las probetas se dividieron aleatoriamente en siete grupos como se muestra en la tabla 1; cada uno de los grupos estaba constituido por diez unidades.

Preparación de las probetas

Tratamiento de la superficie del esmalte:

1. Microabrasión: las superficies del esmalte de las muestras de los grupos

A, D, E y G, se prepararon con la técnica de microabrasión estándar de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se utilizó el sistema Microprep Director (Lares Research), con una punta mediana y se trató el esmalte con óxido de aluminio (27 micras) a 100 Psi hasta observar macroscópicamente cambios superficiales en la zona (fig. 2).

2. Sistema Soflex: las superficies del esmalte de las muestras de los grupos B y F se pulieron con el sistema de discos sofflex, se utilizaron los discos medio, fino y extrafino respectivamente. Cada disco se aplicó el tiempo necesario hasta apreciar cambios cualitativos en la superficie dental.

Acondicionamiento de la superficie del esmalte

1. Ácido ortofosfórico en gel al 37%: las superficies del esmalte de las muestras de los grupos D y F se grabaron con ácido ortofosfórico al 37% durante 20 segundos. Asimismo, las muestras del grupo E se grabaron durante 5 segundos, luego todas las superficies tratadas se lavaron con abundante agua libre de contaminantes durante 30 segundos.

2. Sistema adhesivo autograbador: en las superficies del esmalte de las muestras de los grupos A, B y C, se aplicó el sistema adhesivo autograbador Prompt L - Pop, siguiendo las instrucciones del fabricante.

Sistemas adhesivos

1. Excite: las superficies del esmalte de las muestras de los grupos D, E, F y G se prepararon con el sistema adhesivo Excite siguiendo el siguiente protocolo:

a. Previo grabado ácido, se lavó con abundante agua durante 30 segundos.

b. Se secó la superficie con aire libre de aceite y agua durante 10 segundos.

c. Se aplicó una única capa de adhesivo, pasados 20 segundos se eliminó el solvente con una corriente de aire suave y se polimerizó durante 10 segundos.



Figura 2. Preparación de la probeta: microabrasión.

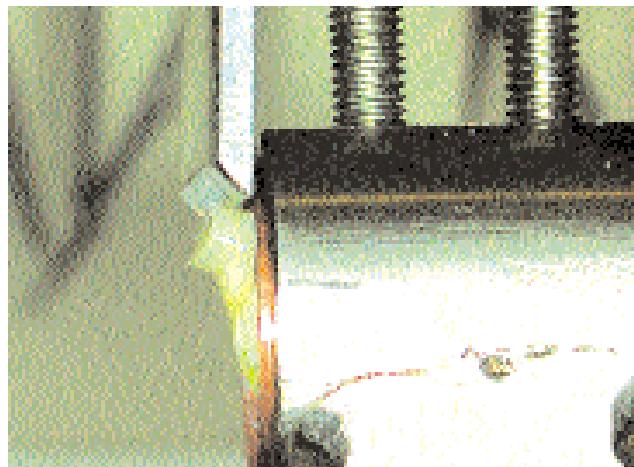


Figura 3. Ensayo de la probeta.

2. Prompt L - Pop: las superficies del esmalte de las muestras de los grupos A, B y C se prepararon con el sistema adhesivo autograbador, siguiendo las indicaciones del fabricante.

- Tras la preparación dentaria, se lavó la superficie con abundante agua y se secó con aire libre de aceite y agua durante 10 segundos.
- Una vez activado el sistema autograbador, se aplicó sobre la superficie tratada durante 15 segundos (periodo de grabado e impresión), y luego se fotopolimerizó durante 10 segundos.

Aplicación del composite

Con la finalidad de estandarizar la técnica de aplicación del composite en todas las muestras, se diseñó un cilindro de polietileno de 4 mm de diámetro y 6 mm de altura. Este dispositivo se colocó perpendicularmente sobre la cara vestibular de los dientes (probeta) y se llenó con resina compuesta en dos incrementos. Cada incremento de resina se polimerizó durante 40 segundos con una lámpara halógena Optilux 501, con una potencia de

600 mw/cm². En todos los casos se siguieron las indicaciones del fabricante.

Ensayo de las probetas

Todos los grupos (tabla 1), se sometieron a la prueba de cizalla. Las probetas previamente se montaron en un soporte de diseño propio y se colocaron en una máquina universal de ensayos Instron, modelo 4411.

La hoja de la máquina de ensayos, descendía verticalmente a una velocidad de cruce de 2 milímetros por minuto (mm/min) y aplicaba una fuerza perpendicular en un punto del cilindro de composite situado a menos de un milímetro de la superficie vestibular del diente (fig. 3).

Como sistema informático se utilizó un ordenador PC compatible, unido a una interfase IEEE, controlada mediante el programa «Software Serie IX Material Testing System» y los datos se obtuvieron en Kilonewtons (KN).

A los resultados obtenidos se aplicaron las pruebas estadísticas no paramétricas de Kruskal – Wallis y de Mann – Whitney. El nivel de significati-

vidad empleado en el análisis estadístico de todos los grupos ha sido del 5% ($\alpha = 0,05$).

Resultados

La tabla 2, muestra los resultados estadísticos obtenidos de la muestra estudiada: media, desviación estándar (DE), valores mínimos, máximos y la mediana.

En la figura 4, se detallan las medias de resistencia a la cizalla obtenidas en cada uno de los grupos, donde se observa que los grupos B, A y D son los que mejor se comportan ante la resistencia a la rotura. Por el contrario el grupo C y el grupo control son los que más baja resistencia ofrecieron.

De acuerdo a la prueba de Kruskal – Wallis y al test de Mann – Whitney no existen diferencias significativas entre los grupos A, B y D. Es importante destacar que con las muestras del grupo D no se obtuvieron medidas de resistencia significativamente mejores que las obtenidas con el grupo E; es decir, no existen diferencias desde el

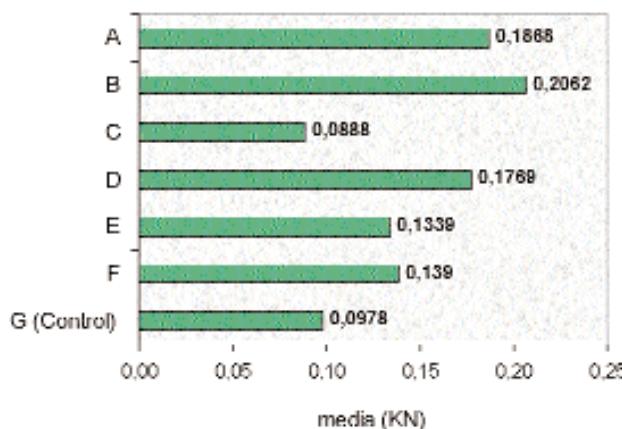


Figura 4. Resistencia media a la cizalla según grupo.

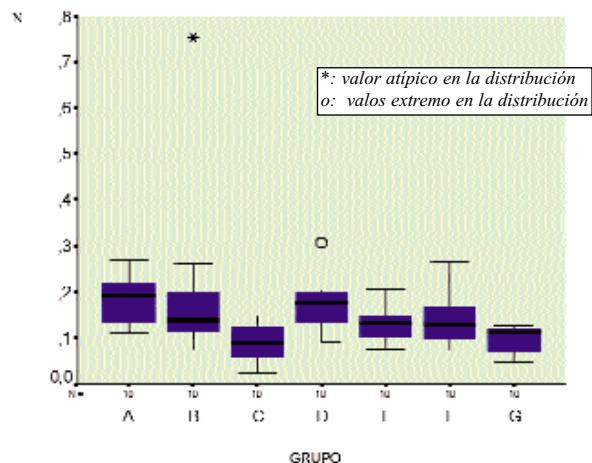


Figura 5. Distribución de los resultados según grupo

punto de vista estadístico con relación al tiempo de grabado ácido.

Según las pruebas no paramétricas aplicadas a los grupos de estudio, el grupo B fue el que mostró el mejor comportamiento, teniendo en cuenta la media del grupo, aunque la mediana y la distribución o dispersión del grupo A es mejor estadísticamente (la mediana y la distribución o dispersión del grupo son índices menos sensibles a los casos extremos y aislados que pueden perturbar el estudio estadístico). Por esta razón se dice que el grupo A ha sido el grupo que mejor comportamiento mostró en el estudio. La diferencia entre el grupo A y el B se debe a que con una de las muestras ensayadas del grupo B, se obtuvo un valor

excepcionalmente elevado que perturbó la media del grupo incrementándola notablemente, pero no así los otros índices estadísticos evaluados.

La figura 5, resume la distribución, tanto de localización como de dispersión de las muestras en cada uno de los grupos, representando con un círculo (O) los valores extremos y con un asterisco los valores atípicos obtenidos.

Discusión

Uno de los puntos importantes a la hora de comparar los resultados de la fuerza de adhesión entre los diferentes estudios es valorar el tipo de test de fuerza que ha sido utilizado. Este

puede ser de cizalla, tracción, torsión o una combinación de los anteriores.

En nuestro estudio, el test utilizado ha sido de resistencia a la cizalla, al igual que Burnett y cols.⁴ Manhart y cols⁷ y Nikaido y cols¹⁰ ya que con este tipo de prueba de ensayo se simula un escenario similar al que podría generarse en la cavidad bucal.

No obstante otros investigadores han utilizado la resistencia a la tracción, como test para determinar la fuerza de adhesión¹¹. Cuando se aplica una fuerza de tracción, ésta se divide periféricamente sobre el composite, desprendiéndose con menor fuerza. Por lo tanto, los estudios que han utilizado este tipo de test reportan valores relativos inferiores a los reportados

Tabla 2: Resistencia a la cizalla según grupo

	Grupo						
TOTAL	A	B	C	D	E	F	G
N válido	70	10	10	10	10	10	10
Media	,1471	,1868	,2062	,0888	,1769	,1339	,1390
D.E.	,0939	,0526	,2003	,0456	,0578	,0417	,0575
Mínimo	,0211	,1091	,0721	,0211	,0889	,0749	,0738
Máximo	,7530	,2706	,7530	,1483	,3074	,2071	,2645

por las investigaciones que han utilizado la resistencia a la cizalla como prueba de ensayo¹².

Burnett y cols⁴ realizaron un estudio *in vitro* similar al nuestro, aunque como muestras utilizaron dientes bovinos; ellos obtuvieron resultados parecidos a los nuestros.

Hogervorst W, Feilzer A y Prahls Andersen B¹¹ también estudiaron la fuerza de adhesión del composite sobre superficies dentales preparadas con microabrasión, obteniendo como resultados que las muestras tratadas con microabrasión y grabado ácido no tenían un comportamiento diferente estadísticamente a las tratadas con instrumentos rotatorios y grabado ácido (ortofosfórico al 37%). Su grupo control (microabrasión y sistema adhesivo), mostró el peor comportamiento a las pruebas de resistencia a la tracción, al igual que nuestro grupo control.

Otros investigadores han estudiado la unión de la resina compuesta al esmalte y la dentina humana previamente tratada con microabrasión sin el uso de grabado ácido, obteniendo como resultado valores de adhesión iguales o superiores a los logrados con la técnica de grabado ácido, en ninguna de las muestras estudiadas obtuvieron valores inferiores a 10 Mpa.^{13,14*16} A diferencia, en nuestro estudio, el grupo con peor comportamiento a la prueba de ensayo fue el grupo control (microabrasión, excite, resina compuesta), resultados similares a los reportados por Manhart y cols⁷ y Hanning M y Femerling M¹⁷.

También, existen estudios donde comparan los valores de fuerza de adhesión entre dientes humanos, tratados con microabrasión y otro grupo tratado sólo con grabado ácido duran-

te 30 segundos, no mostrando diferencias significativas con respecto a las fuerzas de adhesión, al utilizar la microabrasión como tratamiento acondicionador del esmalte o grabado ácido^{2,6}.

Triolo y cols¹⁸ estudiaron la fuerza de adhesión de la resina compuesta a la superficie del esmalte. En este estudio el primer grupo se trató con la técnica de microabrasión, el segundo con microabrasión y grabado ácido (30 segundos) y el último de los grupos se trató con microabrasión y grabado ácido (10 segundos). Los grupos tratados con la técnica de microabrasión y grabado ácido fueron los que mayor fuerza de adhesión ofrecieron, no encontrando diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos, a pesar de la diferencia en el tiempo de grabado ácido.

Hanning M y Femerling M¹⁷ utilizaron dientes humanos extraídos y libres de caries. Las superficies del esmalte de todas las muestras fueron tratadas con microabrasión, algunas se acondicionaron con ácido ortofosfórico al 37% y otras (grupo control) no se acondicionaron con ningún método químico. Su grupo control, al igual que el nuestro, siempre fue el que mostró el peor comportamiento a las pruebas de ensayo; por lo tanto, ofreció la fuerza más baja de adhesión. Este comportamiento podría ser el resultado de la presencia de «barrillo» y de un patrón de la superficie inadecuado que impidiese la hibridación de la superficie del esmalte y la unión íntima entre el substrato dental y la resina.

No son muchos los estudios que utilizan los sistemas adhesivos autograbadores como acondicionador de una superficie del esmalte que ha sido microarenada previamente, y menos

frecuentes aún, son los estudios donde se determina la fuerza de adhesión entre el composite y la superficie del esmalte previamente tratada con discos soflext. De acuerdo con nuestros resultados, en este caso, la fuerza de adhesión es estadísticamente inferior a la que se obtuvo con los grupos que habían sido tratados con grabado ácido y microabrasión más el sistema autograbador y superior a la obtenida con el grupo control (microabrasión + excite + resina compuesta).

Manhart y cols^{7**} estudiaron *in vitro* el comportamiento de dientes humanos, cuyo esmalte vestibular había sido tratado con la técnica de microabrasión y luego se había aplicado un adhesivo autograbador, como sistema acondicionador de la superficie del esmalte; simultáneamente compararon este comportamiento con los resultados obtenidos en los grupos tratados con microabrasión y ácido ortofosfórico al 37% y los grupos sin ningún tipo de acondicionamiento de la superficie del esmalte (grupo control); ellos y nosotros obtuvimos resultados finales similares, es decir, no encontramos diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con acondicionamiento ácido de la superficie dental y los grupos donde se utilizó el sistema adhesivo autograbador y la microabrasión, aunque la homogeneidad o distribución de los resultados entre los grupos no es similar. Además el grupo control testado (sin tratamiento acondicionador químico de la superficie del esmalte), mostró el peor comportamiento a la prueba de ensayo.

Rinaudo P, Cochran A y Moore B¹⁹ señalan que la acción aislada de la microabrasión y un sistema adhesivo convencional, no es suficiente para

garantizar una adhesión segura entre la estructura dental y la resina, ya que la microabrasión no sería capaz de eliminar la capa de desecho o barrillo dentinario, y debido a este fenómeno, no se lograba establecer una efectiva imbricación y difusión del adhesivo en el substrato dental.

Por lo tanto, nosotros coincidimos con investigadores como Nikaido y cols¹⁰ Horgevorst y cols¹¹ Hanning M y Fermeling M¹⁷ y Kanellis y cols²⁰ que la fuerza de adhesión entre la superficie del esmalte y la resina disminuye drásticamente cuando se utiliza la técnica de microabrasión sin acondicionamiento de la superficie, no existiendo diferencias estadísticamente significativas en utilizar como sistema acondiciona-

dor de la superficie del esmalte el ácido ortofosfórico en gel al 37% durante un tiempo de 20 o 5 segundos o un sistema adhesivo autograbador.

Conclusiones

Basados en los resultados de nuestro estudio llegamos a las siguientes conclusiones:

1. El tipo de tratamiento acondicionador (químico o mecánico), que se realiza en el esmalte influye directamente en la fuerza de adhesión entre el substrato dental y la resina compuesta.
2. La resistencia a la cizalla disminuye significativamente cuando no se realiza la técnica de grabado ácido o se uti-

liza un sistema adhesivo autograbador.

3. La resistencia a la cizalla es significativamente mayor en el grupo tratado con microabrasión, Prompt L - Pop y resina compuesta, aunque no existen diferencias estadísticas con respecto al grupo tratado con microabrasión, grabado ácido, Excite y resina compuesta.

4. No existen diferencias estadísticas vinculadas a la resistencia a la cizalla cuando se varía el tiempo de grabado ácido (20 – 5 segundos).

5. Son necesarios más estudios en la materia para esclarecer el mecanismo de adhesión de las resinas compuestas a la superficie dental previamente tratada con microabrasión como tratamiento acondicionador.

Bibliografía recomendada

Para profundizar en la lectura de este tema, el/los autor/es considera/an interesantes los artículos que aparecen señalados del siguiente modo: *de interés **de especial interés.

1. Black R. **Technic for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis.** J Am Dent Assoc 1945;32(15):955-65.
2. Croll T. **Combining resin composite bonding and enamel microabrasion.** Quintessence Int 1996;27(10):669-71.
3. Hicks M, Parkins F, Flaitz C. **Kinetic cavity preparation effects on secondary caries formation around resin restorations: A polarized light microscopic in vitro evaluation.** J Dent Child 2001;68(2):115-21.
4. Burnett L, Concienciao E, Pelinos J, Eduardo C. **Comparative study of influence on tensile bond strength of a composite to dentin using: Yag laser, air abrasión or air turbine for preparation of cavities.** J Clin Laser Med Surg 2001;19(4):199-202.
5. Fu B, Hanning M. **Effects of air abrasion and acid etching on the microleakage of preventive class I resin restorations. An in vitro study.** J Esthet Dent 1999;11(3):143-8.
6. Wright G, Hatibovic S, Braverman I. **The safety and efficacy on treatment with air abrasion technology.** Int J Ped Dent 1999;9(2):133-40.
- 7**. Manhart J, Mehl A, Schroeter R, Hickel R. **Bond strength of composite to dentin treated by air abrasion.** Oper Dent 1999;24(4):223-32. En este artículo los investigadores reportan las variaciones de la fuerza de adhesión, cuando se utilizan diferentes métodos como tratamiento previo a la adhesión dental.
8. Yap A, Queck C, Kau C. **Repair of new – generation tooth – coloured restoratives: Methods of surface conditioning to achieve bonding.** Oper Dent 1998;23(4):173-8.
9. Von – Fraunhofer J, Adachi E, Barnes D, Romberg E. **The effect of tooth preparation on microleakage behaviour.** Oper Dent 2000; 25(6):526-33.
10. Nikaido T, Kataumi M, Burrow F, Inokoshi S, Yamada T, Takatsu T. **Bond strength of resin to enamel and dentin treated with low – pressure air abrasion.** Oper Dent 1996; 21(5):219-24.
11. Hogervorst W, Feilzer A, Prahl – Andersen B. **The air abrasion technique versus conventional acid etching technique: A quantification of surface enamel loss a comparison of shear bond strength.** Am J Orthod Dent Orthop 2000;117(1):20-6.
12. De Groot R, Van Elst H, Peters M. **Fracture mechanics parameters of the composite enamel bond.** J Dent Res 1990;69(1):31-5.
13. Olsen M, Bishara S, Damon P. **Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air abrasion of human enamel.** Am J Orthod Dent Orthop 1997;112(5):502-6.
- 14*. Pilo R, Cardash H, Ozari B, Benamar A. **Effect of preliminary treatment of the dentin surface on the shear bond strength of resin composite to dentin.** Oper Dent 2001;26(6):569-75.
15. Jahn K, Geitel B, Roulet J. **Tensile bond strength of composite to air abraded enamel.** J Adhesive Dent 1999;1(1):25-30.
16. Sazak H, Turkman C, Gunday M. **Effects of Nd Yag Laser, air abrasion and acid etching on human enamel and dentin.** Oper Dent 2001;26(5):476-81.
17. Hannig M, Femerling M. **Influence of air – abrasion treatment on the interfacial bond between composite and dentin.** Oper Dent 1998;23(5):258-65.
18. Triolo A, et al. **Bond strength of adhesive resin system with various dental substrates.** J Prosthet Dent 1995;74:463-8.
19. Rinaudo P, Cochran A, Moore B. **The effect of air abrasion on shear bond strength to dentin with dental adhesives.** Oper Dent 1997; 22(6):254-9.
20. Kanellis M, Warren J, Levy S. **Comparison of air abrasion versus acid etch sealant techniques: Six months retention.** Ped Dent 1997; 19(4):258-61.